

ВІСНИК

ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

2'2019

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2019, № 2 (93)

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

ВІСНИК

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

2'2019

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2019, № 2 (93)

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 № 23 від 26.06.2019 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 передрукування 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. 23 of 26.06.2019).

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. РОСЛИНИЦТВО

<i>Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О.</i> Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра	13
<i>Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф.</i> Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України	20
<i>Калашник О. В., Мороз С. Е., Бараболя О. В., Ремізова Н. Л.</i> Якість крупи гречаної, що імпортується в Україну	28
<i>Піньковський Г. В., Танчик С. П.</i> Економічна та енергетична ефективність удосконалених елементів технології вирощування соняшника у Правобережному Степу України.....	39
<i>Ляска Ю. М., Стригун О. О.</i> Видовий склад основних шкідників агроценозу кукурудзи Лівобережного Лісостепу України	45
<i>Колісник О. М.</i> Стійкість самозапилених ліній та гібридів кукурудзи до основних хвороб та шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України.....	53

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Мельник В. В.</i> Вміст ¹³⁷ CS у наземній фітомасі рослин свіжих борів лісів Українського Полісся	61
<i>Подрезенко І. М., Остапенко Н. С., Крючкова С. В., Кириченко В. А., Бондаренко Л. В.</i> Особливості екологічної оцінки природно-техногенного впливу на гідросферу в межах міських техноекосистем	70
<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Корчагін О. П., Молчанова А. О.</i> Оцінка фітотоксичної дії стічних вод місць захоронення відходів на стійкість <i>Triticum aestivum</i>	77

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИНИЦТВО

<i>Довгій Ю. Ю., Сеніченко В. Ю., Фещенко Д. В., Чала І. В.</i> Вплив вітамінно-мінеральних комплексів на молочну продуктивність та гематологічні показники корів	85
<i>Усенко С. О., Шостя А. М., Слинко В. Г., Бондаренко О. М., Березницький В. І., Шаферівський Б. С., Чухліб Є. В.</i> Особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану.....	92
<i>Підпала Т. В., Шевчук Н. П.</i> Оцінка інбридингу в різні етапи виведення Української червоної молочної породи великої рогатої худоби.....	98
<i>Гиря В. М., Усачова В. Є., Мироненко О. І., Слинко В. Г.</i> Температурний комфорт і продуктивність свиней.....	105
<i>Шостя А. М., Ємець Я. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І., Павлова І. В., Маслак М. М.</i> Вплив гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції у кнурів-плідників	113

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Левицька В. А.</i> Фармакологічні дослідження експериментального препарату Імкар-120.....	119
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<i>Дубова О. А., Згозінська О. А., Ковальова Л. О., Ковальов П. В.</i> Спленомегалія як ускладнення за бабезіозу собак.....	126
<i>Данілова І. С., Данілова Т. М.</i> Визначення увареності м'яса равликів.....	133
<i>Гончаров С. Л.</i> Деякі біохімічні показники сироватки крові хижих риб за еустронгілідозу.....	140
<i>Кіт А. А., Михайлютенко С. М., Кручиненко О. В., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В.</i> Мікробіологічні показники м'ясопродуктів та м'яса під час ярмаркових заходів у м. Києві	148
<i>Булаєнко А. Ю., Звенігородська Т. В.</i> Використання різних схем синхронізації голштинських корів в умовах СТОВ «Промінь» Миколаївської області	154
<i>Замазій А. А.</i> Вплив гіпоксії на амінокислотний склад амніону плода	159
<i>Камбур М. Д.</i> Використання поживних речовин в організмі корів за умов різного енергетичного забезпечення	165
<i>Зезекало В. К., Передера С. Б., Щербакова Н. С.</i> Узагальнення інформації що до хламідійних інфекцій тварин та їх зооозного потенціалу	171
<i>Омельченко Г. О., Петренко М. О., Авраменко Н. О.</i> Моніторинг поширення африканської чуми свиней в Україні та Полтавській області.....	183
<i>Соколюк В. М., Лігоміна І. П., Фурман С. В., Лісогурська Д. В., Духницький В. Б.</i> Санітарно-гігієнічна характеристика води в районі молочнотоварної ферми та свиноферми	191
<i>Мельничук В. В., Юськів І. Д.</i> Порівняльна ефективність способів копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець	197
<i>Киричко Б. П., Семіренко В. В.</i> Порівняльна ефективність лікування запально-гнійних процесів дистального відділу кінцівок у свиней.....	204
<i>Локес-Крупка Т. П.</i> Клінічний випадок аліментарного ожиріння у собаки.....	213
<i>Кучерук М. Д.</i> Органолептична та дегустаційна оцінка м'яса органічних півників	219
<i>Байдевлятов Ю. А., Байдевлятова Ю. В.</i> Поширення маститу та особливості ураження чвертей молочної залози у корів різних порід в господарствах Сумської області.....	227
<i>Шевченко А. М.</i> Щодо контролю нападу зоофільних мух на корів в умовах тваринницьких приміщень.....	232
<i>Духницький В. Б., Деркач І. М., Деркач С. С., Фрицький І. О., Плутенко М. О.</i> Кумулятивні властивості клатрохелату феруму(IV) в організмі щурів	238
<i>Бегас В. Л., Романишина Т. О., Рибачук Ж. В., Пінський О. В.</i> Порівняння методів епізоотологічного моніторингу африканської чуми свиней	246
<i>Назаренко О. С., Євстаф'єва В. О.</i> Поширення вароозу медоносних бджіл на території Полтавської області.....	254

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Орленко Н. С., Мажуга К. М., Душар М. Б., Маслечкін В. В.</i> Порівняльний аналіз ієрархічних методів кластерізації придатних для оброблення даних морфологічних ознак сортів рослин.....	261
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<i>Ковальчук С. Б., Горик О. В.</i> Аналітичний розв'язок задачі згину багат шарової симетричної кругової арки під дією нормальної сили у середньому перерізі. Повідомлення 1. Арки великої кривизни.....	270
<i>Онищенко В. О., Філонич О. М., Стороженко Д. О., Сененко Н. Б., Бунякіна Н. В., Горобець Д. О., Кисіль В. Р.</i> Аналіз параметрів ефективного застосування лужного та кислотного засобів для мийки обладнання молочної промисловості.....	284
<i>Бурлака О. А., Яхін С. В., Дрожжана О. У.</i> Дослідження впливу соломистості та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» на якість обмолоту зерна озимої пшениці	293

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Diordiieva I. P., Riabovol Ia. S., Riabovol L. O.</i> Agro-biological potential and origin of navarra winter triticale variety	13
<i>Savchuk Yu. M., Antonenko A. F.</i> Dependence of yield and sowing qualities of winter rape seeds on variety and cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	20
<i>Kalashnyk O. V., Moroz S. E., Barabolia O. V., Remizova N. L.</i> The quality of buckwheat groats imported to Ukraine	28
<i>Pinkovsky G. V., Tanchyk S. P.</i> Economic and energy efficiency of the improved elements of sunflower cultivation technology in the Right-Bank Steppe of Ukraine.....	39
<i>Lyaska Yu. M., Strygun O. O.</i> Species composition of corn agrocenosis main pests of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine	45
<i>Kolisnyk O. M.</i> The resistance of corn self-pollinated lines and hybrids to major diseases and pests in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	53

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Melnyk V. V.</i> The content of ¹³⁷ Cs in the aboveground part of plants in fresh pine woods of Ukrainian Polissia	61
<i>Podrezenko I. N., Ostapenko N. S., Kriuchkova S. V., Kirichenko V. A., Bondarenko L. V.</i> The peculiarities of ecological evaluating natural- anthropogenic impact on hydrosphere within urban techno-ecosystems	70
<i>Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dychenko O. Yu., Korchahin O. P., Molchanova A. V.</i> The estimation of phytotoxic action of wastewater in waste disposal sites on <i>Triticum aestivum</i> resistance	77

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Dovhiy Yu. Yu., Senichenko V. Yu., Feshchenko D. V., Chala I. V.</i> The influence of vitamin and mineral complex on milk production and hematologic indicators of cows	85
<i>Usenko S. O., Shostya A. M., Slynko V. G., Bondarenko O. M., Bereznytskyi V. I., Shaferivskyi B. S., Chukhlib Ye. V.</i> Peculiarities of the course of peroxide oxidation processes in gilts depending on their physiological state	92
<i>Pidpala T. V., Shevchuk N. P.</i> Inbreeding estimation at different stages of raising Ukrainian red dairy breed of cattle	98
<i>Gyria V. M., Usachova V. Ye., Myronenko O. I., Slynko V. G.</i> Thermal comfort and productivity of pigs	105
<i>Shostya A. M., Yemets Ya. M., Moroz O. G., Stupar I. I., Pavlova I. V., Maslak M. M.</i> The influence of drone larvae homogenate on the quality of sperm production in breeding boars	113

VETERINARY MEDICINE

<i>Levytska V. A., Berezovsky A. V.</i> Pharmacological studies of the experimental preparation Imkar-120	119
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<i>Dubova O. A., Zgozinska O. A., Kovalyova L. O., Kovalyov P. V.</i> Splenomegaly as a complication of dogs babesiosis	126
<i>Danilova I. S., Danilova T. N.</i> Determining the boiling down of snail meat	133
<i>Honcharov S. L.</i> Some biochemical blood serum parameters of predatory fish during eustrongylidosis	140
<i>Kit A. A., Mykhailiutenko S. M., Kruchynenko O. V., Yevstafieva V. O., Melnychuk V. V.</i> Microbiological indices of meat products and meat during fair events in Kyiv	148
<i>Bulayenko A. U., Zvenihorodska T. V.</i> Using different schemes of holstein bred cows' synchronization in agricultural LLC "Promin" of Mykolaiv region	154
<i>Zamasiy A. A.</i> Influence of hypoxia on the amino acid composition of fetal amniotic fluid which is born with signs of hypoxia	159
<i>Kambur M. D.</i> Applying nutrients in cow organism at different energy supply	165
<i>Zezekealo V. C., Peredera S. B., Shcherbakova N. S.</i> Generalizing the information regarding chlamydial infections and their zoonotic potential	171
<i>Omelchenko G. O., Petrenko M. O., Avramenko N. O.</i> The monitoring of spreading african swine fever in Ukraine and Poltava region	183
<i>Sokolyuk V. M., Ligomina I. P., Furman S. V., Lisogurskaya D. V., Dukhnytskyi V. B.</i> Sanitary-hygienic characteristics of water on dairy and pig farms	191
<i>Melnichuk V. V., Yuskiv I. D.</i> Comparative effectiveness of coproovoscopic diagnostics methods of sheep digestive tract nematodes	197
<i>Kyrychko B. P., Semirenko V. V.</i> Comparative effectiveness of treatment of inflammatory-purulent processes of the limb distal segment in pigs	204
<i>Lokes-Krupka T. P.</i> Clinical case of alimentary obesity in a dog	213
<i>Kucheruk M. D.</i> Organoleptic and degustation evaluation of organic cockerel meat	219
<i>Baydevlyatov Y. A., Baydevlyatova Y. V.</i> Spreading of mastitis and peculiarities of the mammary gland quarters' lesion in cows of different breeds on the farms of Sumy region	227
<i>Shevchenko A. M.</i> Control of zoophilic flies' attacking dairy cows in livestock premises	232
<i>Dukhnitsky V. B., Derkach I. M., Derkach S. S., Fritsky I. O., Plutenko M. O.</i> Cumulative properties of ferrum(IV) clathrochelate in rats	238
<i>Behas V. L., Romanyshyna T. O., Rybachuk Zh. V., Pins'kyi O. V.</i> Comparing the methods of african swine fever epizootological monitoring	246
<i>Nazarenko O. S., Yevstafieva V. O.</i> Varroosis distribution of honeybees in the Poltava region.....	254

TECHNICAL SCIENCES

<i>Orlenko N. S., Mazhuha K. M., Dushar M. B., Maslechkin V. V.</i> Comparative analysis of clustering methods suitable for plant varieties morphological characteristics data processing	261
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<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 1. Arches of high curvature	270
<i>Onyshchenko V. O., Filonych O. M., Storozhenko D. O., Senenko N. B., Bunyakina N. V., Horobets D. O., Kysil V. R.</i> The parameters analysis of alkaline and acid means effective using for dairy industry equipment	284
<i>Burlaka O. A., Yakhin S. V., Drozhchana O. U.</i> Investigating the influence of straw content and loading degree of the thresher of ACROS-530 and "JD-9500" combine harvesters on the quality of threshing winter wheat grain.....	293

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

original article | UDC: 633.11 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.01

AGRO-BIOLOGICAL POTENTIAL AND ORIGIN OF NAVARRA WINTER TRITICALE VARIETY

*I. P. Diordiieva,*ORCID ID: [0000-0002-8534-5838](https://orcid.org/0000-0002-8534-5838), E-mail: Diordieva201443@gmail.com,*Ia. S. Riabovol,*ORCID ID: [0000-0003-4325-5313](https://orcid.org/0000-0003-4325-5313), E-mail: genetika2015@udau.edu.ua,*L. O. Riabovol,*ORCID ID: [0000-0001-8988-4874](https://orcid.org/0000-0001-8988-4874), E-mail: liudmila1511@ukr.net,

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

*The research results of creating new highly productive materials of winter triticale using spelt wheat (*Triticum spelta* L.) in the breeding process are presented in the article. The research was conducted during 2006–2015 at Uman National University of Horticulture. Spring triticale Khibodar Kharkivskiy, winter triticale Rosivska 6 and samples of spelt wheat from the foot of the Carpathians were used as initial material for the research. Hybrid progeny F₂₋₅ was analyzed for the manifestation of morphological characteristics and economically-valuable indices such as plant height, spike length and color, ear density, grain threshing out from the ear, the weight of 1000 grains, gluten content, protein content, and so on. Control testing was carried out during 2012–2015. The systematic method of plot placement was used for control variety testing. The accounting area of the plot was 10 m². The experiment was conducted in four replications. State scientific-technical expert examination was carried out during 2015–2018 in 17 State regional centers of plant varieties expertise in different regions of Ukraine. The initial stage of the research was the hybridization of three-species Rosivska 6 winter triticale variety with spelt wheat and the following F₁ hybrids crossing with Khibodar Hharkivskiy spring triticale variety. While using multiple individual selection, sample 491 was selected among the progeny. This sample was analyzed in competition variety testing, where it significantly exceeded the average group standard as to the yield capacity (5.97 t/ha) and was not inferior in gluten content (21.7 %), the weight of 1000 grains (47.8 g). In 2015, sample 491 was transferred to the State scientific-technic expert examination under the name of Navarra. During this period the variety average yield capacity in Polissia zone was 5.46 t/ha, 1.0 t/ha exceeding the average yield indices in the zone; in the Forest-Steppe the yield was 5.26 t/ha. The variety successfully combines high productivity with high grain quality (protein content – 13.1 %, the weight of 1000 grains – 48.6 g) and high resistance to unfavorable environmental factors. According to the results of State scientific -technical expert examination, Navarra variety was entered in the list of the State register of plant varieties, suitable for distribution in Ukraine in 2019, and recommended for cultivation in Polissia zone.*

Key words: winter triticale, spelt wheat, hybridization, variety, yield capacity.

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ПОХОДЖЕННЯ СОРТУ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО НАВАРРА

І. П. Діордієва, Я. С. Рябовол, Л. О. Рябовол,

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20305, Україна

*У статті наведено результати досліджень зі створення нових високопродуктивних матеріалів тритикале озимого під час використання в селекційному процесі пшениці спельта (*Triticum spelta* L.). Вихідним матеріалом слугували сорти тритикале ярого Хлібодар харківський та озимого – Розівська*

б і зразок пшениці спельта з передгірських районів Карпат. Гібридне потомство F_{2-5} аналізували за проявом морфологічних ознак та господарсько-цінних показників. Контрольне сорто випробування відібраних кращих зразків проводили впродовж 2012–2015 рр. У дослідях використовували систематичний метод розміщення ділянок. Облікова площа ділянки становила 10 м². Повторність досліду – чотириразова. Державну науково-технічну експертизу сорту проводили впродовж 2015–2018 рр. у 17 обласних Державних центрах експертизи сортів рослин різних областей України. Для створення сорту Наварра проведено гібридизацію сорту тривидового тритикале Розівська б з пшеницею спельта та наступне схрещування гібридів першого покоління з сортом тритикале ярого Хлібодар харківський. За умови використання багаторазового індивідуального добору серед нащадків відібрано зразок 491. Його аналізували в конкурсному сорто випробуванні, де він істотно перевищував середній груповий стандарт за врожайністю (5,97 т/га) та не поступався за вмістом клейковини (21,7 %), масою 1000 зерен (47,8 г) та натурою зерна (690 г/л). 2015 р. зразок 491 було передано на Державну науково-технічну експертизу під назвою Наварра. За цей період середня врожайність сорту в зоні Полісся становила 5,46 т/га, що перевищувало середні за зоною показники на 1,0 т/га, а в зоні Лісостепу – 5,26 т/га. Сорт вдало поєднує високу продуктивність із високими показниками якості зерна (вміст білка в зерні – 13,1 %, маса 1000 зерен – 48,6 г) та стійкість проти несприятливих чинників навколишнього середовища. За результатами Державної науково-технічної експертизи сорт тритикале озимого Наварра занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2019 році і рекомендовано до вирощування в зоні Полісся.

Ключові слова: тритикале озиме, пшениця спельта, гібридизація, сорт, урожайність.

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОРТА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОЙ НАВАРРА

И. П. Диордиева, Я. С. Рябовол, Л. О. Рябовол,

Уманский национальный университет садоводства, ул. Институтская, 1, г. Умань, 20305, Украина

В статье приведены результаты исследований по созданию новых высокопродуктивных материалов тритикале озимой при использовании в селекционном процессе пшеницы спельта (*Triticum spelta* L.). В процессе исследований проведено гибридизацию сорта трехвидовой тритикале Розовская б с пшеницей спельта и скрещивание гибридов первого поколения с сортом яровой тритикале Хлебодар харьковский. С использованием многократного индивидуального отбора среди потомков отобран образец 491. Его анализировали в конкурсном сортоиспытании, где он существенно превышал средний групповой стандарт по урожайности (5,97 т/га) и не уступал ему по содержанию клейковины (21,7 %), массе 1000 зерен (47,8 г) и натуре зерна (690 г/л). В 2015 образец 491 передали на Государственную научно-техническую экспертизу под названием Наварра. За этот период средняя урожайность сорта в зоне Полесья составляла 5,46 т/га, что превышало средние по зоне показатели на 1,0 т/га, а в зоне Лесостепи она составляла 5,26 т/га. По результатам Государственной научно-технической экспертизы сорт тритикале озимой Наварра занесен в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине в 2019 году и рекомендован для выращивания в зоне Полесья.

Ключевые слова: тритикале озимая, пшеница спельта, гибридизация, сорт, урожайность.

Вступ

Тритикале озиме – синтетичний біологічний рід, штучно створений людиною шляхом об'єднання хромосомних наборів пшениці й жита, що характеризується унікальним поєднанням комплексу господарсько-цінних ознак, зокрема стабільно високим потенціалом урожайності зерна і зеленої маси, високими адаптивними властивостями (підвищеною морозостійкістю, посухостійкістю, толерантністю до засолення та підвищеної кислотності ґрунтового розчину), комплексним імунітетом до грибкових захворювань тощо [1, 7, 10, 17]. Наявність значної кількості переваг, порівняно з батьківськими формами, перетворює цю культуру в потужний фактор стабілізації зернового господарства [12, 15].

Селекційна робота з культурою тритикале широко ведеться в Україні, Польщі, Білорусі, Росії, Канаді, Мексиці, Німеччині та ін. [2, 6, 16]. Значних успіхів у розробці методів селекції культури досяг-

нуто у Краснодарському НДІ СГ ім. П. П. Лук'яненко. У роботах В. Я. Ковтуненко та ін. [8, 9] висвітлено критерії добору та бракування на різних етапах селекційного процесу, за яких створено нові сорти.

У Білорусі селекція тритикале ведеться в Науково-практичному центрі НАН Білорусі із землеробства. Основна програма роботи білоруських селекціонерів В. Н. Буштевича, С. І. Гриба, С. Н. Пономарьова [4, 5] базується на внутрішньовидових та віддалених схрещуваннях за діалельними, топкросними, бекросними та конвергентними схемами та використання різноманіття генетичного матеріалу зібраного з усього світу. У селекційному процесі вони широко використовують і біотехнологічні методи.

У Міжнародному центрі покращення кукурудзи та пшениці (CIMMYT) за створення сортів тритикале ярого до схрещувань широко залучають озимі форми тритикале. Ними розроблено метод селекції на підвищення адаптивності, за якого гібридні популяції від F_1 до F_7 висівають та оцінюють у різних природно-кліматичних зонах [18, 19, 21].

Незважаючи на значні селекційні досягнення сортів тритикале, що повністю б задовольняли виробника за врожайністю, якістю зерна та адаптивним потенціалом, поки що мало [13, 20]. Тому створення нових високопродуктивних сортів тритикале озимого є актуальним завданням.

Метою наших досліджень було створення високопродуктивних матеріалів тритикале озимого під час за використання в селекційному процесі пшениці спельта. Для досягнення цієї мети поставлено наступні *завдання*: провести гібридизацію тривидових тритикале та пшениці спельта; відібрати кращі генотипи та оцінити їх за господарсько-цінними показниками.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження зі створення та виділення нового сорту тритикале розпочали 2006 р. під керівництвом Ф. М. Парія. Сорт створено в результаті віддаленої гібридизації тривидових тритикале з пшеницею спельта (*Triticum spelta* L.) та використання багаторазових індивідуальних доборів. Вихідним матеріалом слугували сорти тритикале ярого Хлібодар харківський та озимого – Розівська 6 і зразок пшениці спельта з передгірських районів Карпат. Гібридизацію проводили шляхом кастрації квіток материнської форми і примусового запилення їх пишком батьківської форми. Кастровані колоски материнської форми разом з батьківською поміщали під пергаментний ізолятор. Збір урожаю та обліки продуктивності проводили у фазу повної стиглості.

Гібридне потомство F_{2-5} аналізували за проявом морфологічних ознак та господарсько-цінних показників, зокрема висота рослин, довжина і забарвлення колосу, щільність колосу, вимолочуваність зерна, маса зерна з головного колосу, маса 1000 зерен, вміст у зерні білка та клейковини і показники якості клейковини, врожайність тощо. Контрольне сортовипробування відібраних кращих зразків проводили впродовж 2012–2015 рр. У дослідженнях використовували систематичний метод розміщення ділянок з обліковою площею 10 м². Номери розташовували блоками за чотириразової повторності. Густота рослин – 400 тис. шт./га. Усі обліки та спостереження проводили відповідно до «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні» [11]. Достовірність досліджень та суттєвість відмінностей між показниками продуктивності оцінювали за результатами дисперсійного аналізу математичної статистики за використання прикладної програми MS Excel.

Державну науково-технічну експертизу сорту проводили впродовж 2015–2018 рр. у 17 обласних Державних центрах експертизи сортів рослин різних областей України.

Результати досліджень та їх обговорення

Сорт створено методом віддаленої гібридизації тривидових форм тритикале та пшениці спельта з наступними індивідуальними відборами в F_{2-4} і повторними поліпшуючими відборами в F_{5-6} за показниками продуктивності та якості зерна (рис.).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

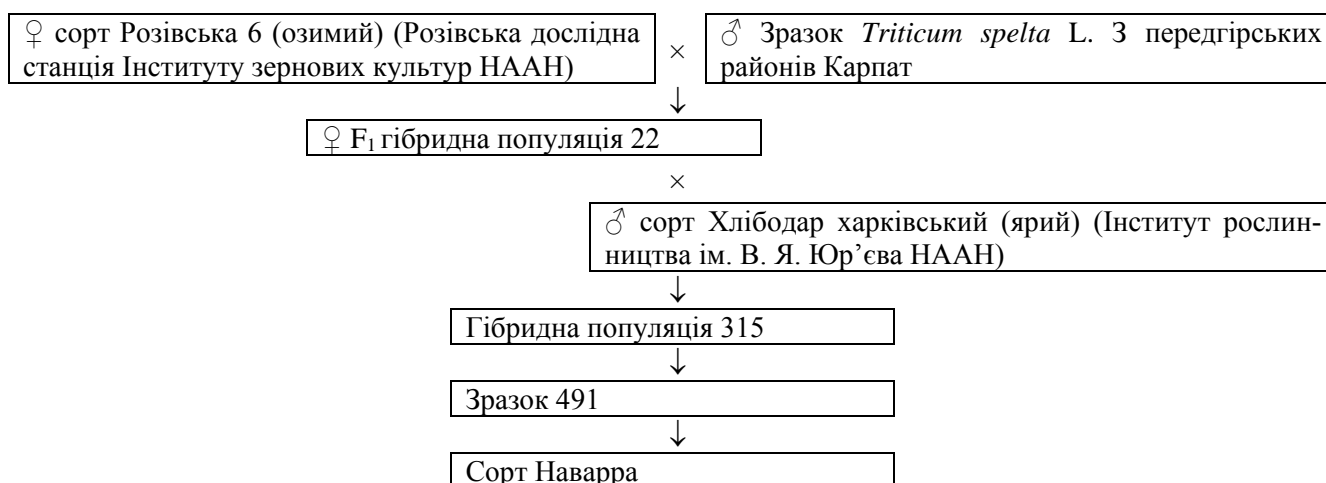


Рис. Схема розведення сорту тритикале озимого Наварра

За створення нового сорту ставилося на вирішення важливе завдання – підвищення вмісту білка та клейковини в зерні за рахунок інтрогресії в генотип гексаплоїдних тритикале генетичного матеріалу пшениці спельта. Окрім того гібридизація озимих форм з ярими дозволяє спостерігати значне формотворення, зокрема високу частку та ступінь трансгресій щодо продуктивності, кущистості, маси зерна з рослин та маси 1000 зерен.

Генотип сорту Наварра поєднує генетичний матеріал сортів тривидових тритикале різного типу розвитку, що створено в селекційних установах розташованих у віддалених еколого-географічних зонах України, зокрема Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та Розівської дослідної станції Інституту зернових культур НААН. Як материнську форму для схрещувань використовували сорт тритикале озимого Розівська 6, який запилювали пилом пшениці спельта. Гібриди першого покоління характеризувалися стерильністю пилку. З метою підвищення фертильності проведено їх схрещування з сортом тритикале ярого Хлібодар харківський.

Гібридне потомство вирізнялося широким генетичним різноманіттям, зокрема розщепленням за висотою рослин, типом розвитку, остистістю та морфологічною будовою колоса, забарвленням рослин тощо. За допомогою багаторазового індивідуального добору відібрано кращі зразки, що аналізували в селекційному розсаднику за проявом господарсько-цінних ознак. Паралельно відібрано типові колосся рослин тритикале і закладено розсадники випробування поколінь 1-го і 2-го року для ведення первинного насінництва. Після жорсткого вибракування сімей за показниками продуктивності, якості зерна та стійкості проти вилягання було відібрано п'ять номерів. Після апробації матеріалів виділили високопродуктивний зразок 491, що аналізували в конкурсному сортовипробуванні.

У процесі досліджень встановлено, що середня врожайність зразка 491 за період конкурсного сортовипробування (2012–2015 рр.) становила 5,97 т/га, що істотно перевищувало середній груповий стандарт (табл. 1).

1. Показники продуктивності зразка 491 за конкурсного сортовипробування в умовах Уманського НУС, 2012–2015 рр.

Показники		Середній груповий стандарт	Зразок 491	НП _{0,95}
Врожайність, т/га		5,17	5,97	0,22
Висота рослин, см		110	102	4
Вилягання	%	25,1	8,2	–
	бал стійкості	5	7	–
Вміст клейковини, %		21,5	21,7	0,9
Натура зерна, г/л		685	690	32
Маса 1000 зерен, г		47,9	47,8	2,0

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Зразок характеризується високим рівнем прояву господарсько-цінних ознак, зокрема за висотою рослин (102 см) істотно поступається середньому груповому стандарту та суттєво перевищує його за стійкістю проти вилягання. За показниками якості зерна (вміст клейковини 21,7 %, нагура зерна 690 г/л, маса 1000 зерен 47,8 г) не істотно відрізняється від показників контрольного варіанту. За результатами трирічного конкурсного сортовипробування зразок 491 у 2015 р. передано на Державну науково-технічну експертизу під назвою сорт Наварра.

Апробація сорту тривала впродовж 2015–2018 рр. в 17 областях України. За цей період його середня врожайність у зоні Полісся становила 5,46 т/га, що перевищувало середні за зоною показники на 1,0 т/га (табл. 2).

Сорт вирізняється високими показниками якості зерна, зокрема, вмістом білка – 13,1 %, масою 1000 зерен – 48,6 г та характеризується високою стійкістю (8,3–9,0 бали) проти несприятливих чинників навколишнього середовища (осипання, посуха, грибкові захворювання). Серед негативних характеристик сорту необхідно відмітити незначне вилягання (бал стійкості – 6,5).

У зоні Лісостепу врожайність сорту була нижчою і становила 5,29 т/га. Проте зазначимо його вищу стійкість проти несприятливих біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища, яка в цій зоні не поступалася середньому груповому стандарту (8,5–9,0 балів).

2. Показники продуктивності сорту Наварра за результатами Державної науково-технічної експертизи, 2015–2018 рр.

Показник	Лісостеп		Полісся	
	Середнє за зоною	Наварра	Середнє за зоною	Наварра
Урожайність, т/га	5,59	5,26	4,46	5,46
Стойкість проти	осипання	8,9	9,1	8,8
	посухи	8,5	8,5	8,8
	вилягання	8,1	7,5	6,5
	кореневих гнилей	9,0	9,0	9,0
	фузаріозу	9,0	9,0	8,5
	борошністої роси	9,0	9,0	9,0
	бурої іржі	9,0	9,0	8,3
Висота рослин, см	104,4	93,8	112,5	114,3
Череззерниця, %	12,7	20,0	16,6	12,3
Маса 1000 зерен, г	47,8	48,3	46,6	48,6
Вміст білка, %	–	13,0	–	13,1

Потрібно зазначити, що в зоні Лісостепу у сорту Наварра зафіксовано зниження висоти рослин до 93,8 см, порівняно з аналогічним показником у зоні Полісся (114,3 см), що позитивно вплинуло на його стійкість проти вилягання (7,5 балів).

За результатами Державної науково-технічної експертизи сорт Наварра занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2019 році і рекомендовано до вирощування в зоні Полісся.

Сорт Наварра за рівнем плоідності відноситься до гексаплоїдних форм ($2n=6x=42$). Різновидність *Erythrospermum*. Він належить до середньоранньої групи рослин з вегетаційним періодом 275–280 діб. Вирізняється вирівняним стеблестоем і рівномірним дозріванням. Кущ напівпрямостоячий, рослини – високі з восковим нальотом. Колос – циліндричний, середньої довжини (11,4 см), нещільний (16,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня), у фазу повної стиглості – білого кольору, остистий, неопушений. Зернівка – яйцеподібна, середньої величини, світло-коричневого забарвлення. Тип розвитку – озимий.

Сорт тритикале озимого Наварра може слугувати цінним вихідним матеріалом для подальшого селекційного вдосконалення культури.

Висновки

За умов віддаленої гібридизації тривидових тритикале різного типу розвитку та пшениці спельта створено сорт тритикале озимого Наварра, який занесено до Державного реєстру сортів рослин при-

датних для поширення в Україні з 2019 р. Сорт характеризується високим вмістом білка (13,0–13,1 %), та врожайністю понад 5,0 т/га.

Перспективи подальших досліджень. У процесі створення сорту Наварра отримано низку зразків, що характеризуються високим вмістом білка у зерні. Вони використовуватимуться для отримання нових високопродуктивних сортів культури.

References

1. Girko, V. S., & Girko, O. V. (2012). Tritikale. Zdobutki selekciyi, nasinnictvo, sortovi tehnologiyi viroshuvannya ta shlyahi gospodarskogo vikoristannya. *Posibnik ukrayinskogo hliboroba*, V. 1, 111–127 [in Ukrainian].
2. Grabovec, A. I., & Fomenko, M. A. (2013). Sozdanie i vnedrenie sortov pshenicy i tritikale s shirokoj ekologichnoj adaptaciej. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2 (6), 41–47 [in Russian].
3. Grib, S. I., & Bushtevich, V. N. (2005). Genofond, metody i rezultaty selekcii tritikale v Belarusi. *Genetichni resursi roslin*, 8, 197–143. [in Russian].
4. Grib, S. I., & Ponomarev, S. N. (2011). Ocenka belorusskih sortov ozimoy tritikale po adaptivnosti i produktivnosti. Abstracts of Papers: *Nauchnye prioritety innovacionnogo razvitiya otrasli rastenievodstva: rezultaty i perspektivy*. (pp. 171–175). Zhodino [in Russian].
5. Gordey I. A., Lucikov O. M., Belko N. B. et al. (2010). Triticale. Geneticheskie osnovy selekcii. *Chstnaya genetika rasteniy*, 2, 52–90. [in Russian].
6. Diordiieva, I. P., Ryabovol, L. O., Ryabovol, Ia. S., Rengach, P. N., et. al. (2019). Ispolzovanie spelty (*Triticum spelta* L.) v selekcii na kachestvo zerna tritikale. *Selskohozyajstvennaya biologiya*, 54, 1, 31–37 doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.31-37.rus [in Russian].
7. Kirilchuk, A. M. (2014). Ocinka genofondu tritikale ozimogo dlya stvorenniya sortiv poliskogo ekotipu. *Selekciya i nasinnictvo*, 106. 24–33 [in Ukrainian].
8. Kovtunenکو, V. Ya., Kovtunenکو, A. V., & Timofeev, V. B. (2008). Metody i rezultaty selekcii tritikale v Krasnodarskom NIISH im. P. P. Lukyanenko. *Tr. Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo Universiteta*, 4 (13), 136–141 [in Russian].
9. Kovtunenکو, V. Ya. (2009). Selekcija ozimoy i yarovoy tritikale razlichnogo ispolzovaniya dlya uslovij Severnogo Kavkaza. *Extended abstract of doctor's thesis*. Krasnodar [in Russian].
10. Melnikova O. V., Krohmal A. V., & Grabovec A. I. i dr. (2012). Almaz – novyj vysokoproduktivnyj sort ozimogo tritikale. *Abstracts of Papers: Tritikale*. (pp. 76–79). Rostov-na-Donu [in Russian].
11. *Metodika provedennya ekspertizi sortiv roslin grupi zernovih, krup'yanih ta zernobobovih kultur na pridatnist do poshirennya v Ukraini* (2016). Ukrayinskij institut ekspertizi sortiv roslin. Kyiv. [in Ukrainian].
12. Parij, F. N., & Diordiieva, I. P. (2015). Sozdanie chetyrehvidovyh form tritikale. *Zemledelie i zashita rastenij*, 5 (102), 35–42 [in Russian].
13. Rybalka, O. I., Morgun, V. V., Morgun, B. V., & Pochinok, V. M. (2015). Agronomichnij potencial i perspektivi tritikale. *Fiziologiya rastenij i genetika*, 2, 95–111 [in Ukrainian].
14. Shipak, G. V., Petrova, A. P., Shevchenko, E. N., & Shipak, V. G. (2010). Rezultaty selekcii ozimoy tritikale na urozhajnost, zimostojkost i kachestvo zerna. *Visnik CNZ APV Harkivskoyi oblasti*, 9, 179–188 [in Russian].
15. Ayalew, H., Kumssa, T. T., Butler, T. J., & Ma, X.-F. (2018). Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1130–1136. doi:10.3389/fpls.2018.01130.
16. Barnett, R. D., Blount, A. R., Pfahler, P. L., Bruckner, P. L., et. al. (2006). Environmental stability and heritability estimates for grain yield and test weight in triticale. *Journal of Applied Genetics*, 47 (3), 207–213. doi:10.1007/bf03194625.
17. Estrada-Campuzano G., Slafer G. A., Miralles D. J. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. *Field Crops Research*. 2012. Vol. 128. P. 167–179. doi: 10.1016/j.fcr.2012.01.003.
18. Gill, R. S., Bains, N. S., & Dhindsa, G. S. (2010). Characterization of D/R chromosome segregant lines from triticale x bread wheat crosses using chromosome specific SSR markers. *Wheat Information Service*, 110, 19–23.

19. Jonnala, R. S., MacRitchie, F., Herald, T. J., Lafiandra, D., et. al. (2010). Protein and Quality Characterization of Triticale Translocation Lines in Breadmaking. *Cereal Chemistry Journal*, 87 (6), 546–552. doi:10.1094/cchem-02-10-0025.

20. Riabovol, L. O., Diordiieva, I. P., Riabovol, Ya. S., Polyanetska, I. O., et. al. (2018). Triticale breeding improvement with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of food, agriculture and environment*, 16, 45–54.

21. Tams, S. H., Bauer, E., Oettler, G., Melchinger, A. E., & Schon, C.-C. (2006). Prospects for hybrid breeding in winter triticale: II. Relationship between parental genetic distance and specific combining ability. *Plant Breeding*, 125 (4), 331–336. doi:10.1111/j.1439-0523.2006.01218.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 13–19.

© Діордієва Ірина Павлівна, Рябовол Ярослав Сергійович, Рябовол Людмила Олегівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 631.562:631.53.01:633.854.79«324» |
doi: 10.31210/visnyk2019.02.02

DEPENDENCE OF YIELD AND SOWING QUALITIES OF WINTER RAPE SEEDS ON VARIETY AND CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Yu. M. Savchuk,

ORCID ID: [0000-0002-2223-4639](https://orcid.org/0000-0002-2223-4639), E-mail: juriy.savchuk@gmail.com,

A. F. Antonenko,

E-mail: antonenko1950@ukr.net,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony st., Kyiv, 03041 Ukraine

Rape occupies a leading place among crops, because it is one of the most profitable, as a result of which the interest of agrarians in growing it increases. That is why it is necessary to optimize the traditional technology of cultivating this crop under the agro-climatic zone to obtain a better harvest. The purpose of the article is to evaluate the yield and sowing qualities of winter rape varieties' seeds in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine, depending on the variety and elements of cultivation technology. The research task was to determine the impact of varieties and micro-fertilizers on yield and crop quality of winter rape seeds, depending on the sowing time in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The trials were carried out during 2013–2016 on the experimental fields of the separate unit of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Agronomic Research Station". Laboratory studies were conducted by the Department of Genetics, Selection and Seed Growing named after Prof. M. Zelen-sky. Basic research methods were field and laboratory. The results of the conducted trials proved that in order to obtain high yields of winter rape varieties the optimal sowing time was August, 21 under the application of Wuxal micro-fertilizer. The highest yields and weight of 1000 seeds were recorded for Vesuviy - 3.30 t/ha and 4.4 g and Snihova Koroleva varieties – 3.51 t/ha and 4.57 g when Wuxal Microplant fertilizer was applied during the optimal sowing time. The seeds sown on August, 21, had the best sowing qualities. The highest germination rate was detected in Vesuviy under applying Wuxal Microplant microfertilizer – 90.1 % and Snihova Koroleva varieties under applying Wuxal Microplant and Terios micro-fertilizers – 90.3 and 90.6 %, respectively. Laboratory germination capacity of seeds was higher in Vesuviy variety; under the optimal sowing time and the effect of Wuxal Terios and Askofol micro-fertilizers it was 98.8 and 98.6 %, respectively. Concerning Snihova Koroleva variety, the highest index was 99.7 % under the application of Wuxal Microplant micro-fertilizer in the optimal sowing time. The yield of certified seeds was the best when sowing Snihova Koroleva variety on August, 21 under Wuxal Microplant application – 85.4 %. So, to obtain better yield and sowing qualities of winter rape varieties' seeds under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine the optimal sowing time is to be August, 21 under the application of Wuxal Microplant and Terios micro-nutrients.

Key words: winter rape, sowing time, micro-fertilizers, yield, laboratory germination capacity, germination energy, certified seeds, seed sowing qualities.

ЗАЛЕЖНІСТЬ УРОЖАЙНОСТІ ТА ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ВІД СОРТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. М. Савчук, О. Ф. Антоненко,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Ріпак займає провідне місце серед сільськогосподарських культур, оскільки він є одним з найбільш рентабельних, унаслідок чого інтерес аграріїв до його вирощування зростає. Саме тому необхідно оптимізувати традиційну технологію вирощування цієї культури під агрокліматичну зону для отримання кращого врожаю. Метою роботи було дослідити врожайність та посівні якості насіння сортів ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України залежно від сорту та елементів технології вирощування. Серед завдань досліджень: встановити вплив сортів та мікродобрив на врожайність та посівні якості ріпаку озимого залежно від строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу України. Основні методи досліджень – польовий та лабораторний. Результати проведених досліджень свідчать, що для формування високого врожаю сортів ріпаку озимого оптимальним строком сівби є 21 серпня із застосуванням мікродобрив Вуксал. Кращі показники урожайності та маси 1000 насінин було відмічено для сортів Везувій – 3,30 т/га й 4,4 г та Снігова Королева – 3,51 т/га й 4,57 г за умови обробки Вуксал Мікроплант за оптимального строку сівби. Найвищі посівні якості насіння мали рослини висіяні 21 серпня, кращий показник енергії проростання був відмічений у сортів Везувій за умови внесення мікродобрив Вуксал Мікроплант – 90,1 % та Снігова Королева із застосуванням мікродобрив Вуксал Мікроплант та Теріос – 90,3 та 90,6 %, відповідно. Лабораторна схожість насіння була вищою у сортів Везувій при оптимальному строці сівби за дії мікродобрив Вуксал Теріос і Аскофол, вона становила – 98,8 та 98,6 % відповідно. Для сорту Снігова Королева найвищий показник був 99,7 % за умови використання мікродобрив Вуксал Мікроплант в оптимальний строк сівби. Вихід кондиційного насіння кращий був за строку сівби 21 серпня у сорту Снігова Королева із застосуванням Вуксал Мікроплант – 85,4 %. Отже, для отримання кращого врожаю та посівних якостей насіння сортів ріпаку озимого за умов Правобережного Лісостепу України є строк сівби – 21 серпня та застосування мікродобрив Вуксал Мікроплант та Теріос.

Ключові слова: ріпак озимий, строки сівби, мікродобрива, урожайність, лабораторна схожість, енергія проростання, кондиційне насіння, посівні якості насіння.

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН РАПСА ОЗИМОГО ОТ СОРТА И ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ю. М. Савчук, А. Ф. Антоненко,

Національний університет біоресурсів і природоиспользования Украины, ул. Героев Оборони, 15, г. Киев, 03041, Украина

Рапс – одна из самых высокоурожайных культур, поэтому необходимо оптимизировать традиционную технологию его выращивания для получения лучшего урожая. Цель статьи – оценить урожайность и посевные качества семян сортов рапса озимого в условиях Правобережной Лесостепи Украины в зависимости от сорта и элементов технологии выращивания. Методы исследований – полевой и лабораторный. Доказано, что для формирования высокого урожая сортов рапса озимого оптимальным сроком сева есть 21 августа с применением микроудобрений Вуксал. Лучшие показатели урожайности и массы 1000 семян было отмечено для сортов Везувий – 3,30 т/га и 4,4 г и Снежная Королева – 3,51 т/га и 4,57 г при обработке Вуксал Микроплант. Лучшие показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян были отмечены у сортов Везувий 90,1 % (Вуксал Микроплант) и 98,8 % (Вуксал Теріос), Снежная Королева 90,3 % и 99,7 % (Вуксал Микроплант).

Ключевые слова: рапс озимый, сроки сева, микроудобрения, урожайность, лабораторная всхожесть, энергия прорастания, кондиционные семена, посевные качества семян.

Вступ

Серед сільськогосподарських культур значне місце займають олійні культури, оскільки вони вважаються одними з найбільш рентабельних [17], унаслідок чого інтерес аграріїв до їхнього вирощування постійно зростає [8–9].

Одним із основних завдань, спрямованих на підвищення економіки аграрного сектору України, є оптимізація заходів, які забезпечують подальший розвиток виробництва олійних культур, зокрема ріпаку озимого. Однією з основних проблем отримання високого врожаю є мінімізація ризиків у контексті забезпечення перезимівлі посівів ріпаку озимого [11–12]. Серед багатьох заходів, які впливають на розвиток ріпаку озимого, його зимостійкість та продуктивність, особливо важливе значення мають строки сівби, норми висіву, сорти та підживлення рослин [10, 13–15].

Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для нормального росту та розвитку рослин ріпаку озимого і відповідають його біологічним вимогам [1]. Такі показники, як хороша родючість ґрунтів, їх водо- та повітропроникність, оптимальна кількість опадів і температурний режим, застосування рекомендованих агротехнологічних заходів вирощування ріпаку озимого дозволяють отримати високі врожаї насіння [1, 16, 18–20]. За традиційних технологій вирощування ріпаку озимого рівень урожайності коливається в досить широких межах, оскільки цей показник залежить від багатьох біотичних та абіотичних факторів. У середньому по Україні врожайність цієї культури становить 1,73 т/га, а в окремих господарствах 3,0–3,5 т/га [2]. Для країн Європейського Союзу цей показник дещо вищий і в середньому перебуває в межах 3,5–4,0 т/га і більше [2, 17].

Для отримання хорошого врожаю та високої насінневої продуктивності ріпаку озимого необхідно оптимізувати традиційну технологію вирощування, яка складається з низки послідовно виконуваних операцій, під агрокліматичну зону, де буде вирощуватися культура.

Отже, метою роботи було оцінити врожайність та посівні якості насіння ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України залежно від сорту та елементів технології вирощування.

Завдання дослідження – встановити вплив сортів та мікродобрив на врожайність та посівні якості ріпаку озимого залежно від строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження тривали упродовж 2013–2016 рр. на дослідних полях відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція». Лабораторні дослідження проводилися в умовах кафедри генетики, селекції і насінництва імені проф. М. О. Зеленського.

Вихідним матеріалом для досліджень слугували сорти селекції НУБіП України та ТОВ «РапсОіл» Снігова Королева та персективні Везувій і Андромеда. У роботі використовували трьохфакторний польовий дослід: фактор А – строк сівби (11 серпня, 21 серпня, 31 серпня), фактор В – мікродобриво (Контроль, Вуксал Теріос, Вуксал Мікроплант, Вуксал Аскофол), фактор С – сорт (Везувій, Снігова Королева, Андромеда), у якому визначали основні фактори впливу на урожайність та посівні якості насіння.

Дослід закладено за методом послідовного розміщення ділянок відповідно до методики проведення польових досліджень в агрономії [3–5]. Повторюваність дослідів чотирьохразова. Площа ділянки – 30 м², облікової – 25 м² [3, 5, 6].

Визначення посівних властивостей вихідного матеріалу проводили перед сівбою та після збирання врожаю згідно з ДСТУ 4138–2002 [3].

Урожайність насіння визначали методом суцільного обмолоту з кожної ділянки і його зважуванням з перерахунком на стандартну 8-відсоткову вологість [3, 7]. Вихід кондиційного насіння встановлювали після очищення на агрегаті «Петкус».

Результати досліджень та їх обговорення

Вивчали вплив строків сівби та мікродобрив Вуксал на формування врожаю досліджуваних сортів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Аналізуючи досліджувані фактори, помітно, що маса 1000 насінин була в межах 3,48–4,57 г (рис. 1). Середні значення показника по фактору А за умови раннього строку сівби 11 серпня становило – 3,83 г, середнього 21 серпня – 4,13 г та пізнього 31 серпня – 3,81 г. Найвищий показник при сівбі 11 серпня був у сорту Везувій з обробкою його Вуксал Теріос – 4,10 г, що вище контролю на

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

0,37 г; за умови сівби 21 та 31 серпня краще значення мав сорт Снігова Королева – 4,57 та 4,11 г за допомоги Вуксал Мікроплант, що вище контролю на 0,97 та 0,57 г відповідно.

Характеризуючи середнє значення показників по фактору В, потрібно відмітити, що воно було досить стабільним при використанні мікродобрив, а саме: у варіанті контролю цей показник становив – 3,63 г, при використанні мікродобрив був у межах 4,00–4,04 г, що свідчить про те, що ці мікродобрива мали позитивний вплив на формування маси 1000 насінин (рис. 1).

Таким чином, кращу стабільність за даним показником продемонстрував сорт Везувій, але найвище значення було відмічене в сорту Снігова Королева.

Оцінка сортів ріпаку озимого (фактор С) дала змогу визначити, який сорт краще продемонстрував свої біологічні та господарські ознаки. У середньому по фактору маса 1000 насінин становила – 3,92 г. В розрізі сортів значення такі: Везувій – 4,00, Снігова Королева – 3,96 та Андромеда – 3,80 г (рис. 1).

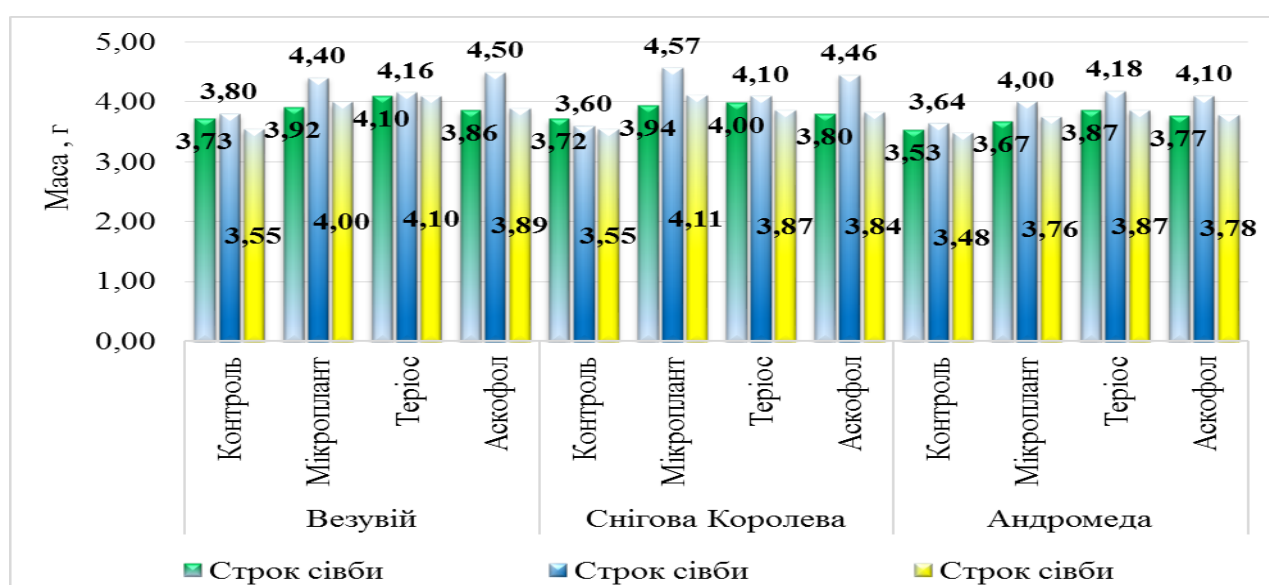


Рис. 1. Маса 100 насінин сортів ріпаку озимого, г (середнє за 2014–2016 рр.)

Найвище значення сорти ріпаку озимого показали: Везувій – 4,50 г при застосуванні Вуксал Аскофол; Снігова Королева – 4,57 г при застосуванні Вуксал Мікроплант та Андромеда – 4,18 г за Вуксал Теріос.

Результати, наведені в таблиці, дають змогу оцінити біотичні та абіотичні фактори, які впливали на урожайність сортів ріпаку озимого.

Порівнюючи строки сівби (фактор А), необхідно відмітити, що урожайність варіювала від 1,65 до 3,51 т/га. Найнижчий рівень урожайності спостерігався за умови пізнього строку сівби. Середнє значення по строках складало: ранній – 2,44, середній – 2,97 та пізній – 2,03 т/га. Найменше значення становило – 1,65 т/га в сорту Андромеда під час пізнього строку сівби в контрольному варіанті. Кращі показники були відмічені за оптимального строку сівби, тут найменша урожайність становила 2,06 т/га у сорту Снігова Королева у варіанті без застосування мікродобрив. Різниця урожайності відносно строків сівби становила між середнім і раннім – 0,53 т/га, а між середнім та пізнім – 0,93 т/га (табл.).

Застосування мікродобрив (фактор В) підвищувало урожайність культури, в середньому по досліді на 0,69 т/га. Зокрема, Вуксал Мікроплант – 0,96, Теріос – 0,86 та Аскофол – 0,24 т/га, відносно контролю (табл. 1).

Оцінюючи сорти ріпаку (фактор С) озимого за урожайністю, відмічено, що за середнім показником найвище значення було у сортів Везувій та Снігова Королева – 2,55 та 2,53 т/га, сорт Андромеда показав дещо нижчу урожайність порівняно з іншими сортами – 2,36 т/га.

Найвищі показники урожайності було відмічено у сорту Снігова Королева, посіяного 21 серпня із застосуванням Вуксал Мікроплант та Теріос – 3,51 та 3,45 т/га, що вище контролю на 1,39 та 1,45 т/га (табл. 1).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Урожайність сортів ріпаку озимого, т/га (середнє за 2014–2016 рр.)

Фактор С сорт	Фактор В мікродобриво	Фактор А строк сівби		
		11 серпня	21 серпня	31 серпня
Везувій	Контроль	2,04	2,07	1,67
	Мікроплант	3,10	3,30	2,71
	Теріос	3,09	3,27	2,47
	Аскофол	1,85	3,21	1,78
Снігова Королева	Контроль	2,08	2,06	1,75
	Мікроплант	3,15	3,51	2,30
	Теріос	3,06	3,45	2,26
	Аскофол	1,83	3,14	1,80
Андромеда	Контроль	1,85	2,48	1,65
	Мікроплант	2,84	3,17	2,24
	Теріос	2,57	3,20	2,06
	Аскофол	1,82	2,73	1,70
<i>НІР₀₅ (для середніх значень)</i>				0,19
<i>НІР₀₅ А0</i>				0,03
<i>НІР₀₅ Фактор А (строк)</i>				0,03
<i>НІР₀₅ Фактор В (мікродобриво)</i>				0,04
<i>НІР₀₅ Фактор С (сорт)</i>				0,03

Отже, встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України найкращим строком сівби для формування урожаю сортів ріпаку озимого є 21 серпня. Відзначено найвищі показники урожайності та маси 1000 насінин, для сортів Везувій – 3,3 т/га й 4,4 г та Снігова Королева – 3,51 т/га й 4,57 г за умови обробки мікродобривами Вуксал Мікроплант.

Для отримання хороших урожаїв сільськогосподарських культур необхідно використовувати високоякісний насінневий матеріал. Схожість належить до основних показників, які характеризують посівні якості насіння. Доведено, що лише при сівбі насінням з високою схожістю, установленною стандартом, можна отримати швидкі й дружні сходи та більш продуктивні рослини [3]. Учені та спеціалісти традиційно вважають, що чим нижча лабораторна схожість насіння, тим нижчий урожай, одержаний від сівби таким насінням. Одночасно з лабораторною схожістю визначають енергію проростання насіння.

З рисунку 2 помітно, що найвищий показник енергії проростання для сортів ріпаку озимого був при оптимальному строці сівби і в межах 83,9–90,6 %, тоді як при ранньому – вона варіювала від 77,6 до 87,4 %, пізньому – від 81 до 84 %.

Найвищий показник енергії проростання був відмічений за умови оптимального строку сівби у сортів Везувій під впливом мікродобрив Вуксал Мікроплант – 90,1 % та Снігова Королева із застосуванням мікродобрив Вуксал Мікроплант та Теріос – 90,3 та 90,6 % відповідно (рис. 2).

Лабораторна схожість насіння ріпаку озимого аналогічно енергії проростання для сортів ріпаку озимого найвищою була при середньому строці сівби і перебувала в межах 90–99,7 %, тоді як при ранньому строці сівби вона становила від 89,4 до 96,7 %, пізньому – від 90,2 до 95,9 % відповідно.

Найвищу схожість насіння відмічено в сортів Везувій при оптимальному строці сівби під та використанням мікродобрив Вуксал Теріос і Аскофол, вона становила – 98,8 та 98,6 %. Для сорту Снігова Королева найвищий показник був 99,7 % за внесення мікродобрив Вуксал Мікроплант за умови сівби 21 серпня (рис. 2).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

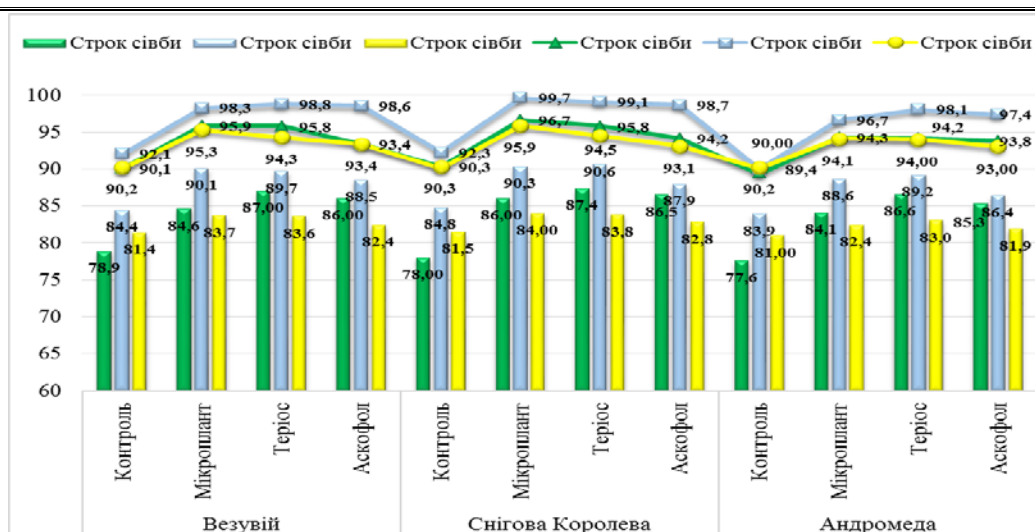


Рис. 2. Енергія проростання та схожість насіння сортів ріпаку озимого, % (середнє за 2014–2016 рр.)

Вихід кондиційного насіння для сортів ріпаку озимого характеризувався досить великою варіацією – 66,9–85,4 % (рис. 3).

Середнє значення цього показника по строках сівби становило: 11 серпня – 73,10, 21 серпня – 77,68; 31 серпня – 72,26 %. У ранньому строці сівби кращий результат був у сорту Везувій – 76,3 та Снігова Королева – 76,2 %. При оптимальному строці сівби найвище значення було в сорту Снігова Королева – 85,4 % у варіанті з Вуксал Мікроплант. Пізній строк сівби характеризувався зниженням цього показника порівняно з попереднім строком сівби. Найкращий результат був також відмічений у сорту Снігова Королева – 76,5 % за дії того ж мікродобрива.

Проведений аналіз сортів ріпаку озимого засвідчив, що середньостатистичне значення виходу кондиційного насіння в розрізі сортів становило: Везувій – 74,3, Снігова Королева – 76,2 та Андромеда – 72,52 %.

Порівнюючи мікродобрива Вуксал, найбільший вплив на вихід кондиційного насіння відмічено за дії Вуксал Теріос – 76,4 і Мікроплант – 76,3, що на 4,3 і 4,2 % вище контролю. Вуксал Аскофол показав менший вплив на цей показник і був у межах контролю – 0,36 % (рис. 3).

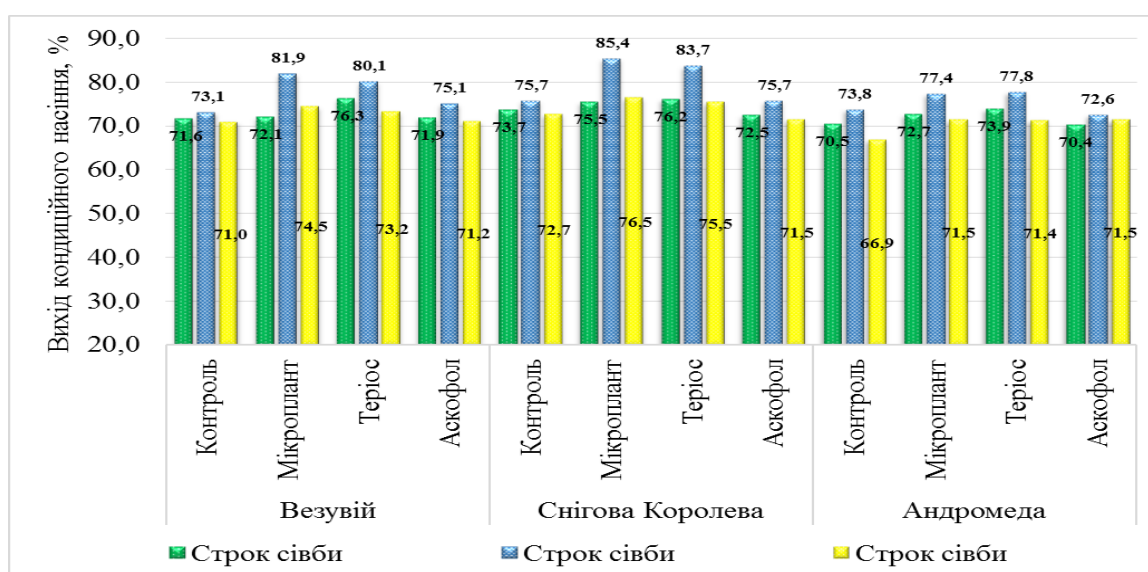


Рис. 3. Вихід кондиційного насіння сортів ріпаку озимого, % (середнє 2014–2016 рр.)

Висновки

1. Доведено, що оптимальним строком для формування хорошого врожаю сортів ріпаку озимого є строк сівби 21 серпня. Найвищі показники урожайності та маси 1000 насінин було відмічено для сортів Везувій – 3,3 т/га й 4,4 г та Снігова Королева – 3,51 т/га й 4,57 г, оброблених мікродобривами Вуксал Мікроплант за умови оптимального строку сівби.

2. Найвищий показник енергії проростання та лабораторної схожості насіння відмічено в оптимальний строк сівби для сорту Снігова Королева із застосуванням мікродобрив Вуксал Мікроплант – 90,3 %, Теріос – 90,6 % та Вуксал Мікроплант – 99,7 % відповідно.

3. Вихід кондиційного насіння кращий за умови сівби 21 серпня в сорту Снігова Королева з використанням Вуксал Мікроплант – 85,4 %.

Перспективи подальших досліджень. Одержані результати досліджень створюють наукові основи щодо оптимізації елементів технології вирощування ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. В подальшому планується розробити науково-практичні рекомендації щодо вибору строків сівби та обробки мікродобривами Вуксал сортів ріпаку озимого.

References

1. Garbar, L. A., Antal T. V., & Romanov, S. M. (2016). Produktivnist ripaku ozymogo za vplyvu pozakorenevux pidzhyvlen. *Visnyk Zhytomyrskogo nacionalnogo agroekologichnogo universytetu*, 2 (1), 113–119 [In Ukrainian].
2. Gamayunova, V. V., & Garo, I. M. (2017). Urozhajnist i yakist nasynnya ripaku ozymogo zalezchno vid obrobittku gruntu, stroku ta sposobu sivyby v umovax Lisostepu Ukrayiny. *Visnyk Zhytomyrskogo nacionalnogo agroekologichnogo universytetu*, 1 (1), 49–57 [In Ukrainian].
3. Dospheov, B. A. (1985). *Metodyka polevogo opita*. Moscva: Agropromyzdat [In Russian].
4. Yeshhenko, V. O., Kopytko, P. G., Opryshko, V. P., & Kostogryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v agronomiyi*. Kyiv: Diya. [In Ukrainian].
5. Mojsejchenko, V. F., Tryfonov, M. F., & Zaveryuxa A. X. (1996). *Osnovi nauchnix issledovanyj v agronomy*. Moscva: Kolos [In Russian].
6. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2015). *Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv roslyn grupy texnichnyx ta kormovyx na prydatnist do poshyrennya v Ukrayini*. Vinnycya: TOV «Nilan-LTD» [In Ukrainian].
7. *Metodyka kvalifikacijnoyi (texnichnoyi) ekspertyzy sortiv roslyn z vyznachennya pokaznykiv prydatnosti do poshyrennya v Ukrayini. Vypusk pershyj. Zagalna chastyna* (2011). Kyiv: TOV «Alefa» [In Ukrainian].
8. Abel, S., Ticconi, C. A., & Delatorre, C. A. (2002). Phosphate sensing in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 115 (1), 1–8. doi:10.1034/j.1399-3054.2002.1150101.x.
9. Al-Barzinjy, M., Stølen, O., Christiansen, J. L., & Jensen, J. E. (1999). Relationship Between Plant Density and Yield for Two Spring Cultivars of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 49 (3), 129–133. doi:10.1080/09064719908565559.
10. Bagheri, H., Zafarian, R., & Faradonbeh, O. P. (2011). The effect of different planting densities on agronomy traits of canola varieties in Chaloos, Iran. *Res. Opin. Anim. Vet. Sci.* 1, 52–55.
11. Brown, J., Davis, J. B., Lauver, M., & Wysocki, D. (2008). *Canola growers' manual*. USA: Canola Association.
12. Cwalina-Ambroziak, B., Stępień, A., Kurowski, T. P., Głosek-Sobieraj, M., & Wiktorski, A. (2016). The health status and yield of winter rapeseed (*Brassica napus*L.) grown in monoculture and in crop rotation under different agricultural production systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62 (12), 1722–1732. doi:10.1080/03650340.2016.1171851.
13. Fischer, R. A., Byerlee, D. & Edmeades, G. O. (2014). *Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the world? ACIAR Monograph № 158*. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.
14. Kumar, A., Sharma, A., & C. Upadhyaya, K. (2016). Vegetable Oil: Nutritional and Industrial Perspective. *Current Genomics*, 17 (3), 230–240. doi:10.2174/1389202917666160202220107.
15. Li, Y. S., Yu, C. B., Zhu, S., Xie, L. H., Hu, X. J., Liao, X., Liao, X. S., & Che, Z. (2014). High planting density benefits to mechanized harvest and nitrogen application rates of oilseed rape (*Brassica napus*L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 60(3), 384–392. doi:10.1080/00380768.2014.895417.
16. Moradi-Telavat, M. R., Siadat, S. A., Nadian, H., & Fathi, G. (2008). Effect of Nitrogen and Boron

on Canola Yield and Yield Components in Ahwaz, Iran. *International Journal of Agricultural Research*, 3 (6), 415–422. doi:10.3923/ijar.2008.415.422.

17. Oilseeds: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture. *Foreign Agricultural Service*. February. (2018). Retrieved from <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>.

18. Rathke, G., Behrens, T., & Diepenbrock, W. (2006). Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 117 (2–3), 80–108. doi:10.1016/j.agee.2006.04.006.

19. Rathore, R., Dowling, D. N., Forristal, P. D., Spink, J., Cotter, P. D., Bulgarelli, D., & Germaine, K. J. (2017). Crop Establishment Practices Are a Driver of the Plant Microbiota in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*). *Frontiers in Microbiology*, 8. doi:10.3389/fmicb.2017.01489.

20. Zou, J., Lu, J. W., Chen, F., Li, Y. S., Li, X. K. (2011). Study on yield increasing and nutrient uptake effect by nitrogen application and nitrogen use efficiency for winter rapeseed. *Sci. Agric. Sinica*, 44, 745–75.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 20–27.

© Савчук Юрій Михайлович, Антоненко Олексій Федорович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 664.788 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.03

THE QUALITY OF BUCKWHEAT GROATS IMPORTED TO UKRAINE

O. V. Kalashnyk,

ORCID ID: [0000-0001-9281-2564](https://orcid.org/0000-0001-9281-2564), E-mail: kalashnik1968@meta.ua,

S. E. Moroz,

ORCID ID: [0000-0001-7180-3060](https://orcid.org/0000-0001-7180-3060), E-mail: smor@meta.ua,

O. V. Barabolia,

ORCID ID: [0000-0003-4123-9547](https://orcid.org/0000-0003-4123-9547), E-mail: olga.barabolia@ukr.net,

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

N. L. Remizova,

E-mail: ispcentr@poltavastandart.org,

State enterprise Scientific-Research and Testing Center of Food Products “Poltavastandartmetrology”, 6, Vuzka str., Poltava, 36022, Ukraine

The highest social value recognized in Ukraine at the constitutional level is human life and health. The main factors of the population well-being include the quality and safety of food products. In this article, analytical and practical studies were conducted concerning the quality of buckwheat, a traditional food product in Ukraine. The object of the study was buckwheat produced by the LLC “Kolos” (Kazakhstan). Standard methods were used for measurements. The purpose of the research was to establish the level of buckwheat quality produced by the LLC “Kolos” (Kazakhstan), which is imported to Ukraine. To achieve this goal, the following tasks were solved: scientific papers, standard documents and regulatory-legal acts determining the requirements as to the quality of buckwheat were analyzed; the basic requirements concerning the quality of buckwheat were clarified; the program of studying buckwheat was made; packaging and labeling of buckwheat were analyzed; organoleptic, physical-chemical indices of buckwheat quality were investigated; the conclusions on the quality of the buckwheat produced by the LLC “Kolos” were formulated. During the research, it was found that the labeling of buckwheat did not contain the following property details: the production batch number and the bar code. This made it possible to establish that labeling of buckwheat produced by the LLC “Kolos” did not meet the requirements of normative documents. The investigation established the outward appearance (mainly unbroken buckwheat kernels, which do not pass through a sieve having 1.6 mm x 20 mm holes), the color (kernels of light brown color of different shades), the odor (a pleasant groat odor characteristic of buckwheat, no off-odors, no musty odor, no fust), flavor (pleasant groat taste, slightly nutty flavor, characteristic of buckwheat, without foreign flavors, not sour, not bitter). According to the results of the study, it was established that buckwheat, produced by the LLC “Kolos”, as to organoleptic parameters, meet the requirements of normative documents. As a result of the research, it was established that in the buckwheat sample, 99.7 % made good quality kernels, 0.2 % made unshelled kernels. Concerning the physical-chemical indices of the quality of buckwheat imported to Ukraine, moisture content was determined – 13.5 % and the capacity of boiling soft – 15 minutes. These values corresponded to the requirements for No. 1 grade of peeled buckwheat according to the requirements of the normative documents.

Keywords: buckwheat, quality, peeled buckwheat, organoleptic indices, physical-chemical indices, good quality kernels, impurities, grade.

ЯКІСТЬ КРУПИ ГРЕЧАНОЇ, ІМПОРТОВАНОЇ В УКРАЇНУ

О. В. Калашиник, С. Е. Мороз, О. В. Бараболя,

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

Н. Л. Ремізова,

Науково-дослідний випробувальний центр харчової продукції ДП «Полтавастандартметрологія», вул. Вузька, 6, м. Полтава, 36022, Україна

В Україні найвища соціальна цінність, що визнана на конституційному рівні – це життя і здоров'я людини. Основними чинниками добробуту населення є якість та безпечність харчових продуктів. У цій статті були проведені аналітичні та практичні дослідження щодо якості такого традиційного для населення України харчового продукту як крупа гречана. Об'єктом дослідження стала крупа гречана виробництва ТОВ фірма «Колос» (Казахстан). Для проведення вимірювань були використані стандартні методи. Метою проведення досліджень є встановлення рівня якості крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос» (Казахстан), що імпортується в Україну. Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання: проаналізовано наукові праці, нормативні документи та нормативно-правові акти, що визначають вимоги до якості крупи гречаної; визначено основні вимоги до якості крупи гречаної; складено програму проведення досліджень крупи гречаної; проаналізовано пакування, маркування крупи гречаної; досліджено органолептичні, фізико-хімічні показники якості крупи гречаної; підведено підсумки щодо якості крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос». Під час проведення досліджень було встановлено, що на маркуванні пакування крупи гречаної відсутні такі реквізити маркування як номер партії виробництва та штриховий код. Це дало змогу встановити, що маркування крупи гречаної ТОВ фірми «Колос» не відповідає вимогам нормативних документів. У результаті досліджень встановлено зовнішній вигляд (загалом цілі ядра гречки, що не проходять крізь сито з отворами розміром 1,6 мм x 20 мм), колір (ядра світло-коричневого кольору різних відтінків), запах (приємний круп'яний запах, властивий крупам гречаним, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий), смак (приємний круп'яний смак, ледь горіховий, властивий крупам гречаним, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий). За результатами дослідження встановлено, що якість крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос» за органолептичними показниками відповідає вимогам нормативних документів. У результаті проведених досліджень встановлено, що у пробі крупи гречаної доброякісне ядро складало 99,7 %, нелущені зерна – 0,2 %. Серед фізико-хімічних показників якості крупи гречаної, що імпортується в Україну, були визначені масова частка вологості – 13,5 % та розварюваність – 15 хв. Ці значення дотримано згідно з вимогами до крупи гречаної ядриці І татунку відповідно до вимог нормативних документів.

Ключові слова: крупа гречана, якість, ядриця, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, доброякісне ядро, домішки, сорт.

КАЧЕСТВО КРУПЫ ГРЕЧНЕВОЙ, КОТОРАЯ ИМПОРТИРУЕТСЯ В УКРАИНУ

Е. В. Калашиник, С. Э. Мороз, О. В. Бараболя,

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

Н. Л. Ремизова,

Научно-исследовательский испытательный центр пищевой продукции ГП «Полтавастандартметрология», ул. Узкая, 6, г. Полтава, 36022, Украина

В Украине самая высокая социальная ценность, которая признана на конституционном уровне – это жизнь и здоровье человека. К основным факторам благосостояния населения относят качество и безопасность пищевых продуктов. В данной статье были проведены аналитические и практические исследования качества такого традиционного для населения Украины пищевого продукта как крупа гречневая. Объектом исследования стала крупа гречневая производства ООО фирма «Колос» (Казахстан). Для проведения измерений были использованы стандартные методы. Целью проведения исследований является определение уровня качества крупы гречневой производства ООО фирма «Колос» (Казахстан), которая импортируется в Украину. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: проанализированы научные труды, нормативные документы и нормати-

вно-правовые акты, определяющие требования к качеству крупы гречневой; выяснены основные требования к качеству крупы гречневой; составлена программа проведения исследований крупы гречневой; проанализированы упаковки, маркировка крупы гречневой; проведены исследования органолептических, физико-химических показателей качества крупы гречневой; сформулированы выводы относительно качества крупы гречневой производства ООО фирма «Колос». При проведении исследований было установлено, что на маркировке упаковки крупы гречневой отсутствуют такие реквизиты маркировки как номер партии производства и штриховой код. Это позволило установить, что маркировка крупы гречневой ООО фирмы «Колос» не соответствует требованиям нормативных документов. В результате исследований определены внешний вид (в основном целые ядра гречихи, не проходящие сквозь сито с отверстиями размером 1,6 мм x 20 мм), цвет (ядра светло-коричневого цвета различных оттенков), запах (приятный крупяной запах, свойственный крупам гречневой, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый), вкус (приятный крупяной вкус, чуть ореховый, присутствующий крупе гречневой, без посторонних привкусов, не кислый, не горький). По результатам исследования доказано, что крупа гречневая производства ООО фирма «Колос» по органолептическим показателям соответствует требованиям нормативных документов. В пробе крупы гречневой доброкачественное ядро составляло 99,7 %, недущёные зерна – 0,2 %. Физико-химические показатели качества крупы гречневой, импортируемой в Украину, были в пределах нормы: массовая доля влажности – 13,5 % и развариваемость – 15 мин. Эти значения соответствовали требованиям к Крупа гречневая ядрица 1 сорта в соответствии с требованиями нормативных документов.

Ключевые слова: крупа гречневая, качество, ядрица, органолептические показатели, физико-химические показатели, доброкачественное ядро, примеси, сорт.

Вступ

Через доступність, високу харчову цінність та позитивний вплив на здоров'я значне місце в раціоні харчування населення України займають круп'яні культури – 45 % від загальної кількості. Універсальним компонентом харчування серед крупів вважають крупу гречану, яку використовують для оздоровчого, дитячого та лікувально-профілактичного, зокрема дієтичного харчування.

Цінність крупы гречаної обумовлена унікальними харчовими та лікувально-дієтичними властивостями. У ній десятки корисних мікроелементів та вітамінів. До її складу входять близько 55 % крохмалю; 0,6 % жирних насичених кислот; 2,3 % жирних ненасичених амінокислот, 1,4 моно- і дисахаридів; вітаміни: В1 – 20 %, В2 – 7,8 %, В6 – 17 %, В9 – 7 %, РР – 31 %; мінерали: калій – 13 %, магній – 64 %, мідь – 66 %, марганець – 88 %, фосфор – 42 %, залізо – 46 %, цинк – 23 % [2, 7, 8].

Крупа гречана є джерелом щавлевої, яблучної, лимонної, малеїнової та фолієвої кислот. Містить багато незамінних амінокислот: аргінін (12,7 %), лізин (7,9 %), цистин (1 %), гістидин (0,5 %). Високий вміст вуглеводів (58,2 г) забезпечує швидке насичення продуктом. За вмістом білків (10–15 %) гречку можна порівняти з м'ясом, але при цьому вона має перевагу завдяки низькому вмісту жирів (3,1–3,6 %). У складі білка гречки переважно легкорозчинні глобуліни та глютеніни, тому він краще засвоюється і поживніший від білка злакових культур [15].

Калорійність гречки ядриця становить 308 кКал на 100 грам. Незважаючи на високий вміст калорій, всі речовини, що входять до складу крупы, повністю засвоюються організмом. Калорійність гречки на воді втричі нижче – 103,3 кКал [2, 7–9, 15, 22, 18].

В умовах становлення ринкової економіки боротьба за споживача на внутрішньому і зовнішньому ринках вимагає створення і виробництва конкурентоздатних товарів, при чому якість виступає її головним чинником. Проблема підвищення якості продукції, недопущення на внутрішній ринок неякісної, контрафактної та небезпечної продукції – це головні завдання, що постали перед нашою країною. Все це зумовлює актуальність вибору теми дослідження.

В Україні найвища соціальна цінність, що визнана на конституційному рівні – це життя і здоров'я людини. Основними чинниками добробуту населення є якість та безпечність харчових продуктів. Державна політика щодо регулювання безпечності та якості харчових продуктів повинна забезпечувати інтереси людини як споживача харчових продуктів, її життя та здоров'я [3].

Дослідження вітамінного і мінерального складу крупы гречаної висвітлені в наукових працях Дубініної А. А., Попової Т. М., Ленерт С. О. [4, 12, 13]; Przybylski R., Malcolmson L., Mazza G., Eskin M. [39], Amarowicz R. [35], Christa K., Soral-Śmietana M. [37], Bobkov S. [36], Dziedzic K.,

Górecka D., Marques A., Rudzińska M., Podolska G. [38], Sytar O, Brestic M, Zivcak M, Tran LS. [40]; якості та безпечності зерноборошняних продуктів у роботі Сирохмана І. В., Лозової Т. М. [32], формування їх якості у роботі Назаренко В. О. [25], Жигунова Д. О., Соц С. М. [16], а також їх ідентифікації та фальсифікації у роботі Павлової В. А., Титаренко Л. Д., Малигіної В. Д. [26].

Проведено дослідження [14] і порівняльний аналіз вітамінного та мінерального складу крупи з різних селекційних сортів гречки. Виявлені найбільш збалансовані за вмістом мікронутрієнтів сорти гречки та експериментально підтверджено, що вміст досліджуваних вітамінів і мінеральних речовин залежить від сорту гречки, з якої виготовлена крупа.

У роботі [39] було зазначено про зміни летучих компонентів та оцінено жирні кислоти у складі гречки під час зберігання.

Науковцями [35] був визначено вміст мінеральних компонентів зерна гречки, що відрізнявся різноманітним розподілом, а також встановлено вміст харчових волокон і його фракцій.

Авторами [37] було наголошено, що гречка містить різноманітні поживні речовини, основні сполуки: білки, полісахариди, харчові волокна, ліпіди, рутин, поліфеноли, мікро- та макроелементи. Загальний вміст цих компонентів залежить від сорту або екологічних чинників. У зернах гречки існує низка нутрицевтичних сполук та інших тканин. Біологічну цінність гречаних білків можна порівняти з біологічною цінністю інших джерел білка. До того ж високоякісні білки зерна гречки містять деякі компоненти з профілактичною цінністю: флавоноїди, фагопірини або тіамінзв'язуючі білки. Для харчової промисловості зерно гречки є цінною сировиною для виробництва функціональних продуктів харчування.

У роботі [36] зазначається, що гречка є багатим джерелом цінних хімічних сполук, таких як крохмаль, білок, жир, харчові продукти, вітаміни, мінерали, міо-інозитол, d-хіро-інозитол, фагопіритолі та фітостероли. Зерна гречки мають високу харчову цінність. Білки гречки містять альбуміни, глобуліни, проламіни та глютеліни. Також білки гречки особливо багаті лізином, аргініном і аспарагіновою кислотою, але містять менше глютамінової кислоти і проліну. Гречка може поліпшити амінокислотний баланс продуктів інших видів.

Також науковцями [38] визначено вміст фітостеролів та досліджено вплив технологічної обробки, що застосовується при виробництві гречаної крупи, на вміст деяких фітостеролів.

У роботі [40] науковцями було здійснено комплексний погляд на біохімію біоактивних сполук гречки різного походження, особливо фагопірину, білків і амінокислот й інших фенольних сполук, включаючи рутин і хлорогенову кислоту. Представлено вплив фагопірину, фенольних кислот, специфічних білків і рутину на здоров'я.

Як чинники формування якості крупів науковцями вивчалось питання зберігання та переробки, що висвітлено в роботах Колтунова В. А., Белінської Є. В. [21], Подпрятова Г. І., Скалецької Л. Ф., Сенькова А. М., Хилевич В. С. [17, 27, 28], Маньківського А. Я. [23], Ситнікової Н. О., Фоміної К. Ф. [33] та інших.

Окрім того, сучасним дослідженням показників якості крупи гречаної присвячені роботи інших науковців. Проте зазначимо, що безсумнівна актуальність визначення показників якості крупи гречаної, її ідентифікації потребує подальших досліджень.

Для оцінювання рівня якості крупи гречаної скористалися нормативними документами (НД) та нормативно-правовими актами (НПА), що є чинними на території України і регламентують вимоги до її якості (табл. 1).

Одним із основних НПА є Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [28], що регулює відносини між органами виконавчої влади, операторами ринку харчових продуктів та споживачами харчових продуктів і визначає порядок забезпечення безпечності та окремих показників якості харчових продуктів, які виробляються, перебувають в обігу, ввозяться (пересилаються) на митну територію України та/або вивозяться (пересилаються) з неї. Згідно зі ст. 1 цього Закону харчовий продукт вважається непридатним до споживання людиною («едальтованим»), якщо він, серед іншого, не відповідає обов'язковим мінімальним специфікаціям якості.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

І. Актуалізація нормативних документів

Нормативний документ	Об'єкт стандартизації і область розповсюдження дій	Актуалізація
Закон України № 771/97-ВР	Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів [29]	чинний в Україні з 23.12.1997 р.
ДСТУ 7697:2015	Крупи гречані. Технічні умови [11]	чинний в Україні з 01.08.2016 р.
ГОСТ 26791-89	Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение [6]	чинний в Україні з 01.07.1990 р.
Технічний регламент № 487	Щодо правил маркування харчових продуктів [34]	чинний в Україні з 28.10.2010 р.
СанПиН 2.3.2.1078-01	Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [31]	чинний в Україні з 24.10.1996 р.
Державні санітарні норми та правила	Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини [24]	чинний в Україні 29.12.2012 р.
Державні гігієнічні правила і норми	Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах [30]	чинний в Україні з 13.05.2013 р.

Відповідно до ДСТУ 7697:2015 [11] для виготовлення круп використовують зерно гречки, що відповідає вимогам ДСТУ 4524:2006 Гречка. Технічні умови [4]. Залежно від технології виготовлення і якості продукції крупи гречані поділяють на види (ядриця, проділ та ядриця і проділ швидко розварювані) і гатунки. Також цей НД регламентує органолептичні (колір, запах, смак) та фізико-хімічні (масова частка вологості, доброякісне ядро, нелущені зерна гречки, зіпсовані ядра, металоманітна та сміттєва домішки, мучка, зараженість шкідниками зерна) показники якості крупи гречаної та для виготовлення продуктів дитячого харчування. Окрім того, за цим НД уміст токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів у крупах гречаних не повинен перевищувати допустимих рівнів, установлених у МБТиСН № 5061. За радіологічними показниками крупи мають відповідати вимогам ГН 6.6.1.1-130 [11, 19, 20]. Розділи ДСТУ 7697:2015 [6] також визначають вимоги до пакування, маркування, транспортування і зберігання крупи гречаної.

Маркування продукції безпосередньо на тарі, етикетках і ярликах виконують державною мовою і з вимогами Закону України Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів [9], ГОСТ 26791-89 [29]. Пакують крупи у спожиткову і транспортну тару, визначають масу пакувальних одиниць і допустимі відхили маси згідно з ГОСТ 26791-89 [6].

Технічний регламент щодо правил маркування харчових продуктів [35] визначає, що вимоги до маркування харчових продуктів повинні забезпечувати надання споживачу необхідної, доступної, достовірної та своєчасної інформації щодо харчового продукту. У маркуванні, оформленні, рекламуванні харчових продуктів забороняється використання будь-якої інформації, яка вводить в оману споживача або містить інформацію щодо властивостей харчового продукту, яких у нього немає.

СанПиН 2.3.2.1078-01 [31] встановлює медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів. У крупах гречаних вони не повинні перевищувати допустимі рівні токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів, шкідливих домішок.

Державні санітарні норми та правила [24] поширюються на відносини, що виникають у сфері забезпечення безпечності та якості харчових продуктів, що виробляються, перебувають в обігу, імпортуються та є обов'язковими для виконання підприємствами, установами та організаціями незалежно від форм власності та громадянами. За цим НД харчові продукти повинні відповідати гігієнічним вимогам безпечності харчових продуктів та задовольняти фізіологічні потреби людини в основних харчових речовинах та енергії.

Органолептичні властивості харчових продуктів не повинні змінюватися під час зберігання, транспортування (перевезення) і в процесі їх реалізації. Продукти не повинні мати сторонніх запахів, присмаків, зміни кольору і консистенції та інших дефектів [19, 20, 24].

Державні гігієнічні правила і норми [30] встановлюють максимальні рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах. Харчові продукти не можуть перебувати в обігу, якщо вони містять забруднюючі речовини з перевищенням максимальних рівнів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

У результаті проведення аналітичних досліджень встановлено, що в Україні розроблені і діють НПА та НД, які дають змогу визначити якість та безпечність крупи гречаної [19, 20].

Метою проведення досліджень є встановлення рівня якості крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос» (Казахстан). Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити низку завдань, а саме: проаналізувати наукові праці, нормативні документи та нормативно-правові акти, що визначають вимоги до якості крупи гречаної; з'ясувати основні вимоги до якості крупи гречаної; скласти програми проведення досліджень проб крупи гречаної; проаналізувати пакування, маркування крупи гречаної; провести дослідження органолептичних, фізико-хімічних показників якості крупи гречаної; сформулювати висновки щодо якості крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос».

Матеріали і методи досліджень

Об'єктом дослідження була обрана крупа гречана виробництва ТОВ фірма «Колос» (Казахстан). Для встановлення показників якості були використані такі методи дослідження:

– методи емпіричного дослідження (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент);
– методи, що використовуються як на емпіричному, так і на теоретичному рівнях дослідження (аналіз).

Для проведення вимірювань були використані стандартні методи:

- органолептичні показники за ГОСТ 26312.2-84 [3];
- доброякісне ядро і домішки за ГОСТ 26312.4-84 [4];
- вологість за ГОСТ 26312.7-84 [5];
- розварюваність за ГОСТ 26312.2-84 [3].

Результати досліджень та їх обговорення

Під час огляду крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос» було виявлено, що вона упакована в мішки поліпропіленові білого кольору. Тобто упакування крупи гречаної відповідає вимогам п. 4.1.4 ГОСТ 26791-89 [6]. У верхній шов мішків поліпропіленових вшита паперова етикетка, з нанесеною на неї інформацією казахською та російською мовами (рис. 1).




Рис. 1. Фотографічне зображення паперової етикетки, що вшита у верхній шов мішків

Під час огляду мішків з крупою гречаною встановлено: маркування, нанесене на паперові етикетки типографською фарбою, чітке, доступне для сприйняття. Відповідно до п. 2.2.2. ГОСТ 26791-89 [6] це маркування для круп повинно бути нанесено чорною фарбою, що відповідає дійсності. Аналіз реквізитів маркування крупи гречаної, виявлених на паперових етикетках подані у таблиці 2.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Аналіз реквізитів маркування крупи гречаної, виявлених на етикетках

№	Назва показника	Реквізити на етикетці	Відповідність ДСТУ 7697:2015 [11]
1	Назва продукту	Крупа гречневая ядрица быстрорастваривающ.	Відповідає
2	Гатунок або номер	Первый сорт	Відповідає
3	Назва країни-виробника	Республика Казахстан	Відповідає
4	Назва, поштова та юридична адреса, телефон підприємства-виробника	ООО фирма «Колос», г. Павлоград, 33-44-50, 33-40-41	Відповідає
5	Товарний знак виробника		Відповідає
6	Маса нетто (кг або г)	25 кг	Відповідає
7	Енергетична цінність (калорійність) кДж, ккал на 100 г продукту	361 Ккал	Відповідає
8	Харчову (поживну) цінність (уміст білків, вуглеводів, жирів)	Белки – 12,5; жиры – 2,5; углеводы – 67,4	Відповідає
13	Дата виготовлення та строк придатності, дату пакування	4 марта 2016, 12 місяців	Відповідає
9	Умови зберігання (температурний режим, відносну вологість повітря)	Хранить в сухом месте	Відповідає
10	Номер партії виробництва	–	Не відповідає
11	Штриховий код	–	Не відповідає
12	Позначення стандарту	ГОСТ 5550-74	Відповідає

Аналіз нормативної документації показав, що вимоги НД [11] до маркування можуть бути використані як загальні критерії оперативної ідентифікації спеціалістами та споживачами. Проте на паперовій етикетці, що досліджувалася, відсутні такі реквізити маркування як номер партії виробництва та штриховий код. Сучасного споживача хвилюють якість і безпека товару, зважаючи на актуальні на сьогоднішній день екологічні та економічні проблеми. Номер партії виробництва та штриховий код товару в умовах численних фактів невідповідності якості товарів та частих підробок і фальсифікацій дають змогу впевнитися в тому, що товар виготовлений легально й у визначеному місці. Ці реквізити також забезпечують реальну можливість простежити за рухом товару до споживача.

З іншого боку, інформація необхідна і для виробника продукції. Виробник за допомогою товарної інформації відслідковує появу нових товарів, аналізує їх конкурентоспроможність, що дає можливість вчасно ухвалювати рішення про припинення виробництва окремих товарів чи про розробку нових. Використання штрихових кодів забезпечує діяльність виробників і споживачів на товарному ринку використання єдиного коду, захист споживача від несумлінності виготовлювачів продукції, керування потоками інформації, а також обмін інформацією як усередині організації, так і між організаціями за допомогою методів і засобів електронного обміну даними.

Необхідно зауважити, що не у повному обсязі подана й інформація щодо умов зберігання. Термін «зберігати у сухому місці» не відображає даних про температурний режим та відносну вологість повітря під час зберігання.

Отже, аналіз чинних на території України нормативних документів дав змогу установити, що маркування крупи гречаної ТОВ фірми «Колос» не відповідає нормативним вимогам.

Органолептичний метод оцінки якості харчових продуктів заснований на аналізі сприйняття органами чуття (зору, слуху, нюху, дотику і смаку) без застосування вимірювальних приладів. Проте загалом якість харчових продуктів не можна визначати тільки на підставі вимірювань або органолептичних методів оцінки; вони повинні доповнювати один одного. Тому наступним етапом проведення досліджень є визначення органолептичних показників: кольору, запаху, смаку відповідно до ГОСТ 26312.2 [3]. Нормальний колір крупи визначається природними властивостями зерна, з якого вона вироблена, і повинен відповідати характеристиці, зазначеній у стандартах для кожного виду крупи. Відхилення від нормального кольору потрібно розглядати як дефект якості крупи. Смак визначали в розмеленій крупі, шляхом розжовування 1 наважки масою близько 1 г. Результати визначення органолептичних показників крупи гречаної подані в таблиці 3.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Результати дослідження органолептичних показників якості крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос»

Назва показника	Характеристика показника	
	за ДСТУ 7697:2015 [11]	зразка, що досліджується
Зовнішній вигляд	Цілі та надколоті ядра гречки, що не проходять крізь сито з отворами розміром 1,6 мм x 20 мм	Загалом цілі ядра гречки, що не проходять крізь сито з отворами розміром 1,6 мм x 20 мм
Колір	Кремовий із жовтуватим або зеленкуватим відтінком; для швидкорозварюваних круп – коричневий різних відтінків	Ядра світло-коричневого кольору різних відтінків
Запах	Властивий крупам гречаним, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Приємний круп'яний запах, властивий крупам гречаним, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий крупам гречаним, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	Приємний круп'яний смак, ледь горіховий, властивий крупам гречаним, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий

Отже, крупа гречана виробництва ТОВ фірма «Колос» за органолептичними показниками відповідає вимогам ДСТУ 7697:2015 [11].

Особливе значення для визначення сорту крупи гречаної мають такі показники, як вміст доброякісного ядра, домішок. Для цього наважку гречаної крупи масою 50 г поміщали на два сита (верхнє – металоткане сито № 08) і сіяли протягом 3 хв. Сход із верхнього сита розбирали, виділяючи окремі фракції домішок згідно з вимогами відповідного НД (рис. 2) [4].



Рис. 2. Фотографічне зображення визначення доброякісного ядра і домішок крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос»

Виділені фракції домішок зважували (з точністю до 0,01 г) і виражали у відсотках [4]. Після оброблення результатів дослідження встановлено, що доброякісне ядро складало 99,7 %, нелущені зерна 0,2 %. Ці значення відповідали вимогам до крупи гречаної ядриці 1 гатунку відповідно до ДСТУ 7697:2015 [11].

Відповідно до ДСТУ 7697:2015 [11] до основних фізико-хімічних показників круп гречаних відносять масову частку вологості та розварюваність. Вологість визначали згідно з ГОСТ 26312.7 Крупа. Метод определения влажности [5]. Про готовність проби судили по відсутності борошняних не-проварених часток, які виявляли роздавлюванням крупинок між предметними стеклами (рис. 3).

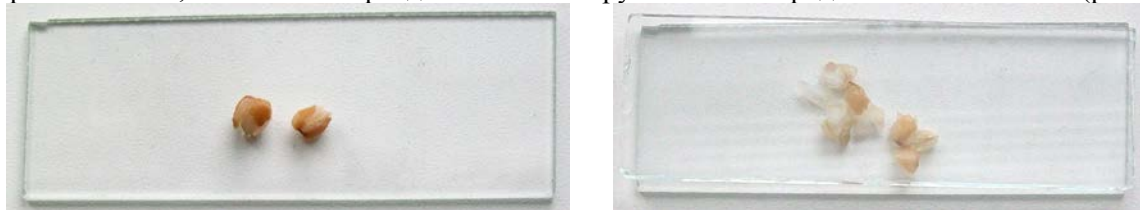


Рис. 3. Фотографічне зображення визначення готовності крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос»

Результати досліджень оформлені у вигляді таблиці 4.

4. Результати досліджень фізико-хімічних показників якості крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос»

Показник	Значення		Відповідність ДСТУ 7697:2015 [11]
	за ДСТУ 7697:2015 [29]	зразка, що досліджується	
Масова частка вологості, %	не більше 14,0	13,5	відповідає
Розварюваність, хв.	не більше ніж 20	15	відповідає

Отже, після проведених досліджень було встановлено, що за показниками масова частка вологості та розварюваність крупи гречаної виробництва ТОВ фірма «Колос» відповідає ДСТУ 7697:2015 [11].

Висновки

Під час проведення аналізу наукових праць, НД та НПА встановлено, що вони дозволяють визначити якість та безпечність крупи гречаної. Окрім того цей аналіз дав змогу виявити, що маркування крупи гречаної ТОВ фірма «Колос» не відповідає нормативним вимогам, що є чинними на території України. Тому ТОВ фірма «Колос» потрібно привести маркування власної продукції, яку воно ввозить на митну територію України, відповідно до НД. Результати досліджень свідчать, що за органолептичними та фізико-хімічними показниками крупа гречана виробництва ТОВ фірма «Колос» відповідає вимогам ДСТУ 7697:2015.

Перспективи подальших досліджень. Окрім досліджених показників якості крупи гречаної заплановано дослідити і інші фізико-хімічні показники та показники безпечності.

References

1. Brulevich, V. V. (2016). Food safety under the legislation of Ukraine and the European Union. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Suap_2016_2_11 [In Ukrainian].
2. Vyrobnyststvo hrechky v Ukraini ne zadovilniaie popytu vnutrishnoho i eksportnoho rynku (2019). Retrieved from: <https://dporanta.prom.ua/a184069-virobnitstvo-grechki-ukrayini.html> [In Ukrainian].
3. GOST 26312.2-84. Krupa. Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazatelej, razvarivaemosti grechnevoj krupy i ovsyanyh hlopev. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200022359> [In Russian].
4. GOST 26312.4-84. Krupa. Metody opredeleniya krupnosti ili nomera, primesej i dobrokachestvennogo yadra. Retrieved from: veb-sajt. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200022361_1200022359 [In Russian].
5. GOST 26312.7-84 Krupa. Metod opredeleniya vlazhnosti. Retrieved from: <http://docs.cntd.ru/document/1200022366> [In Russian].
6. GOST 26791-89. Produkty pererabotki zerna. Upakovka, markirovka, transportirovanie i hranenie Chinnij vid 1990-07-01. (2000). Moskva [In Russian].
7. Hrechka – polza, vred y vsë, chto nuzhno znat ob etoi krupe real (2019). Retrieved from: <https://cross.expert/zdorovoe-pitanie/produkty-pitaniya/grechka.html> [In Russian].
8. Hrechka – only made in Ukraine! (2018) *Agribusiness Today*. Retrieved from: <http://agrobusiness.com.ua/agro/podiiia/item/10710-hrechka-tilky-made-in-ukraine.html> [In Ukrainian].
9. Grechnevaya krupa: svojstva (2017). Retrieved from: <http://xcook.info/product/grechnevajakrupa.html> [In Russian].
10. DSTU 4524:2006. Hrechka. Tekhnichni umovy. (Chynnyi vid 2016-08-01). (2012). Kyiv [In Ukrainian].
11. DSTU 7697:2015. Krupy hrechani. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2016-08-01. (2016). Kyiv [In Ukrainian].
12. Dubinina, A. A, Popova, T. M., & Lenert, S. O. Analysis of the chemical composition of buckwheat groats from buckwheat of various breeding varieties (2014). *East European Magazine of Advanced Technology*, 4/10 (70), 58–62. Retrieved from: journals.urau.ua/eejet/article/download/26233/23751 [In Ukrainian].
13. Dubinina, A. A, Popova, T. M., & Lenert, S. O. (2015). Content of nitrates in buckwheat groats and millet from buckwheat and millet of different varieties. *Young scientist*, 10 (1), 8–11. Retrieved from: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2015/10/00.pdf> [In Ukrainian].

14. Dubinina, A., & Popova, T., Lenert, S. (2014). Vitaminnyi i mineralnyi sklad krupiv iz hrechky. *Tovary i rynky*, 2, 106–115. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2014_2_13 [In Ukrainian].
15. Zhemela, G. P., Shhemavnev, V. I., & Oleksyuk, O. M. (2003). *Technology of storage and processing of crop production*. Poltava: PDAA [In Ukrainian].
16. Zhigunov, D. O., & Sots, S. M. (2016). Vyrobnystvo i yakist hrechanykh produktiv. *Zernovi produkty i kombikormy*, 64, (I. 4), 22–25. [In Ukrainian].
17. Podpryatov, G. I., Skaletska, L. F., Senkov, A. M., Khilevich, V. S. (2002). *Zberihannia i pererobka produktsii roslinnystvva*. Kiev: Goal [In Ukrainian].
18. Kalashnik, O., & Portianch, M. (2019). Groat buckwheat: composition, properties and nutritional value. *Formation and prospects of development of business structures within the framework of integration into the European space: zbirnyk tez mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi*. Poltava: PDAA [In Ukrainian].
19. Kalashnik, O. V., Kalashnik, O. D., & Pryantnik, M. I. (2019). Suchasni pidkhody do yakosti ta bezpechnosti krupy hrechanoi. *Suchasne materialoznavstvo ta tovaroznavstvo: teoriia praktyka, osvita : materialy VI Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konferentsiia*. Poltava: PUET [In Ukrainian].
20. Kalashnik, O. V., & Pryantnik, M. I. (2019). Analiz normatyvnykh dokumentiv, shcho rehlamentuiut vymohy do yakosti krupy hrechanoi. *Tendentsii ta prioryteti zabezpechennia efektyvnoho rozvytku subiektiv hospodariuvannia v umovakh rynkovykh vidnosyn : materialy Rehion. nauk.-prakt. Konf.* Poltava: VNZ «Vidkryti mizhnarodnyi universytet rozvytku liudyny «Ukraina»» [In Ukrainian].
21. Koltunov, V. A., & Belinskaya, Ye. V. (2014). *Technology of storage of food products*. Retrieved from: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/4057> [In Ukrainian].
22. Stew buckwheat. (2019). Retrieved from: <http://www.znaytovar.ru/s/Krupa-grechnevaya.html> [In Ukrainian].
23. Mankivsky, A. Ya. (1999). *Tekhnolohiia zberihannia i pererobky silskohospodarskoi produktsii*. Nizhyn: Aspekt. [In Ukrainian].
24. Medychni vymohy do yakosti ta bezpechnosti kharchovykh produktiv ta prodovolchoi syrovyny: Derzhavni sanitarni normy ta pravyla. *Nakaz M-va okhorony zdorovia Ukrainy vid 29.12.2012 № 1140: veb-sait*. (2012). Retrieved from: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0088-13> [In Ukrainian].
25. Nazarenko V. O. (2012). Formuvannia yakosti tovariv. Retrieved from: https://idruchniki.com/10450117/tovarovnavstvo/formuvannya_yakosti_tovariv. [In Ukrainian].
26. Pavlova, V. A., Tytarenko, L. D., & Malyhina, V. D. (2006). *Identyfikatsiia ta falsyfikatsiia prodovolchykh tovariv : navch. posib*. Kyiv: TsNL [In Ukrainian].
27. Podpryatov G. I. (2002). *Zberihannia i pererobka produktsii roslinnystvva: navch. posib*. Kyiv: Meta [In Ukrainian].
28. Podpryatov, G. I., Rozhko, V. I., & Skaletska, L. F. (2014). *Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky produktsii roslinnystvva: pidruchnyk*. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
29. Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do bezpechnosti ta yakosti kharchovykh produktiv: *Zakon VRU vid 01.01.2016 №771/97-VR*. Retrieved from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80> [In Ukrainian].
30. Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh. *Derzhavni hihienichni pravyla i normy*. Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13> [In Ukrainian].
31. SanPiN 2.3.2.1078-01. *Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishевой cennosti pishovykh produktov*. Retrieved from: veb-sajt. URL: <http://www.ecobest.ru/snip/folder-sanpin/list-sanpin2-3-2-1078-01.html> [In Russian].
32. Syrokhman, I. V., & Lozova, T. M. (2006). *Yakist i bezpechnist zernoboroshnianykh produktiv: navch. posib*. Kyiv: Center for Educational Literature [In Ukrainian].
33. *Tekhnolohiia zberihannia i pererobky silskohospodarskoi produktsii: navch. posib*. Kyiv [In Ukrainian].
34. Shchodo pravyl markuvannia kharchovykh produktiv: *Tekhnichniy rehlament № 487 (Chynnyi vid 28.10.2010)*. (2010). Retrieved from: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0183-11> [In Ukrainian].
35. Amarowicz, R., Fornal, L. (1987). Characteristics of buckwheat grain mineral components and dietary fiber. *Fagopyrum* 7, 3–6.

36. Bobkov, S. (2016). Biochemical and Technological Properties of Buckwheat Grains. *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*, 423–440. doi:10.1016/b978-0-12-803692-1.00034-1.
37. Christa, K., & Soral-Šmietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 26 (3), 153–162. doi:10.17221/1602-cjfs.
38. Dziedzic, K., Górecka, D., Marques, A., Rudzińska, M., & Podolska, G. (2016). Content of phytoosterols in raw and roasted buckwheat groats and by-products. *Czech Journal of Food Sciences*, 33 (5), 424–430. doi:10.17221/121/2015-cjfs.
39. Przybylski, R., Malcolmson, L., Mazza, G., Eskin, M. (2001). The Effect of Controlled Storage Conditions on Changes of Selected Components of Buckwheat. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/237783674_The_Effect_of_Controlled_Storage_Conditions_on_Changes_of_Selected_Components_of_Buckwheat.
40. Sytar, O., Brestic, M., Zivcak, M., Tran, L. S. (2016). The Contribution of Buckwheat Genetic Resources to Health and Dietary Diversity. *Curr Genomics*, 17, 193–206. doi:10.2174/1389202917666160202215425.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Калашиник О. В., Мороз С. Е., Бараболя О. В., Ремізова Н. Л. Якість крупи гречаної, що імпортується в Україну. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 28–38.

© Калашиник Олена Володимирівна, Мороз Світлана Едуардівна, Бараболя Ольга Валеріївна, Ремізова Наталія Леонідівна, 2019



original article | UDC 633.854.78:631.5 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.04

ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF THE IMPROVED ELEMENTS OF SUNFLOWER CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE RIGHT-BANK STEPPE OF UKRAINE

G. V. Pinkovsky,

ORCID ID: [0000-0002-5046-9101](https://orcid.org/0000-0002-5046-9101), E-mail: Gena10.05.1979@ukr.net,

S. P. Tanchyk,

National University of Bio-Resources and Nature Management of Ukraine, street 12, Heroiiv Oborony, building 7, Kyiv, 03041, Ukraine

The article presents the results of scientific research on economic and energy efficiency of the improved elements of sunflower cultivation technology in the Right-Bank Steppe of Ukraine. The research has shown that early sowing time determines a higher level of profitability as compared with later ones. It was also established that production costs during the first sowing period varied between 8,677–9,835 UAH/ha, during the second one – 8,793–9,951 UAH/ha, and during the third one the expenses grew to 8,909–10,067 UAH/ha because of conducting additional pre-sowing tillage during the second term and two during the third one. Taking into account the economic indicators, it is profitable to grow the LG 54.85, LG 55.82 hybrids in the first term of sowing at soil temperature of 5–6 °C. Forward and LG 56.32 sunflower hybrids ensure the highest economic indicators during the third sowing period at soil temperature of 9–10 °C. Among hybrids, it is most economically expedient to grow LG 55.82 when sown at soil temperature of 5–6 °C. The net profit resulting from this option amounted to 22,043 UAH/ha, the level of profitability – 224.1 %. Energy efficiency ratio was the highest in case of the first sowing period for the LG 55.82 hybrid and made up 4.44. Economic and energy efficiency largely depends on the morphological peculiarities of the hybrids, plant density, sowing time, and cultivation technology. It was established that the cultivation of Forward, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 hybrids is economically and energetically expedient with plant density of 60 thou/ha. High requirements of sunflower to the environmental resources do not exclude early terms of sowing, but on the contrary, confirm the relevance of the research as to their efficiency.

Key words: sunflower, hybrids, sowing time, plant density, profitability, net profit, energy costs, energy assessment, yield.

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Г. В. Пінковський, С. П. Танчик,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Героїв Оборони, 12, корпус № 7, м. Київ, 03041, Україна

У статті наведено результати наукових досліджень з економічної та енергетичної ефективності удосконалених елементів технології вирощування соняшника у Правобережному Степу України. У результаті досліджень доведено, що ранні строки сівби зумовлюють вищий рівень рентабельності порівняно з пізніми. Також встановлено, що виробничі витрати під час першого строку сівби коливалися в межах 8677–9835 грн/га, під час другого – 8793–9951 грн/га і під час третього зростали до 8909–10067 грн/га через проведення додатково передпосівної культивуації у другий строк і двох – у третій. Зважаючи на економічні показники, ефективним є вирощування гібридів LG 54.85, LG 55.82 у перший строк сівби за умови температури ґрунту 5–6 °C. Гібриди соняшника Форвард, LG 56.32 най-

вищі економічні показники забезпечують у третій строк сівби, якщо температура ґрунту 9–10 °С. Серед гібридів найбільш економічно доцільно вирощувати LG 55.82 при сівбі з температурою ґрунту 5–6 °С. Чистий прибуток на цьому варіанті становив 22043 грн/га, рівень рентабельності – 224,1 %. Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився найвищим під час першого строку сівби у гібрида LG 55.82 і становив 4,44. Значною мірою економічна та енергетична ефективність залежить від морфологічних особливостей гібридів, густоти стояння рослин, строків сівби та технології вирощування. Визначено, що вирощування гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 економічно і енергетично доцільно при густоті стояння рослин 60 тис./га. Високі вимоги соняшнику до ресурсів середовища не виключають ранні строки сівби, а навпаки, підтверджують актуальність досліджень щодо їх ефективності.

Ключові слова: соняшник, гібриди, строки сівби, густина стояння рослин, рентабельність, чистий прибуток, енергетичні витрати, енергетична оцінка, урожайність.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Г. В. Пиньковский, С. П. Танчик,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 12, корпус № 7, г. Киев, 03041, Украина

В статье приведены результаты научных исследований по экономической и энергетической эффективности усовершенствованных элементов технологии выращивания подсолнечника в Правобережной Степи Украины. В результате исследований выявлено, что ранние сроки сева обуславливают высокий уровень рентабельности по сравнению с поздними. Также установлено, что производственные затраты при первом сроке посева колебались в пределах 8677–9835 грн/га, при втором – 8793–9951 грн/га и при третьем росли до 8909–10067 грн/га путем проведения дополнительно предпосевной культивации при втором сроке и двух – при третьем. С учетом экономических показателей эффективно выращивание гибридов LG 54.85, LG 55.82 при первом сроке посева при температуре почвы 5–6 °С. Гибриды подсолнечника Форвард, LG 56.32 высокие экономические показатели обеспечивают при третьем сроке сева при температуре почвы 9–10 °С. Среди гибридов наиболее экономически целесообразно выращивать LG 55.82 при посеве при температуре почвы 5–6 °С. Чистая прибыль при таких условиях составила 22043 грн/га, уровень рентабельности – 224,1 %. Коэффициент энергетической эффективности оказался самым высоким при первом сроке сева у гибрида LG 55.82 и составил 4,44. В значительной степени экономическая и энергетическая эффективность зависит от морфологических особенностей гибридов, густоты стояния растений, сроков сева и технологии выращивания. Установлено, что выращивание гибридов Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 экономически и энергетически целесообразно при густоте стояния растений 60 тыс./га. Высокие требования подсолнечника к ресурсам среды не исключают ранние сроки сева, а наоборот, подтверждают актуальность исследований по их эффективности.

Ключевые слова: подсолнечник, гибриды, сроки сева, густина стояния растений, рентабельность, чистая прибыль, энергетические затраты, энергетическая оценка, урожайность.

Вступ

У сучасних умовах розвитку науки та технічних можливостей виробництва у світі отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур стає буденною справою. За таких умов особливо актуальним постає питання рентабельності. Тому оптимальне комбінування та розробка адаптованих до умов регіону складових технологій вирощування сільськогосподарських культур з найбільшою ефективністю виробництва дасть змогу отримувати конкурентоспроможну продукцію, що в кінцевому результаті є чинником успішного розвитку сільського господарства України [10].

Соняшник – за масштабами поширення, універсальністю використання та енергетичною цінністю – найважливіша олійна культура в Україні. Саме соняшник забезпечує найбільший вихід олії з одиниці площі, а виробництво його є рентабельним у всіх зонах вирощування [7, 8].

Економічна ефективність виробництва і переробки соняшнику залежить від складного комплексу

природно-економічних, технологічних, науково-технічних та інших факторів. Для оптимізації технології вирощування та економічної ефективності треба враховувати такі основні особливості: високий рівень вимог до умов вирощування; підвищена чутливість до гербіцидів; можливість епіфітотії збудників хвороб, що може призвести до значних втрат урожаю та погіршення якості насіння [6]. Як свідчать наукові дослідження, економічно вигідними вважаються такі технології, які передбачають менші об'єми енерговитрат на виробництво одиниці продукції при одночасному формуванні рослинами максимальної продуктивності [3, 5, 13, 15].

Досвід вирощування соняшника свідчить, що перехід виробництва на вирощування високопродуктивних гібридів та оптимізація строків сівби дає можливість істотно поліпшити прибутковість виробництва, знизити собівартість отриманого насіння і підвищити рівень рентабельності [1].

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися протягом 2016–2018 років на Кіровоградській державній сільськогосподарській дослідній станції Національної академії аграрних наук України (КДСГДС НААН, нині Інститут сільського господарства Степу НААН) з метою підвищення продуктивності завдяки удосконаленню строків сівби та густоти стояння рослин соняшника в умовах Правобережного Степу України.

У трифакторному польовому досліді досліджували: Фактор А – середньоранні гібриди соняшнику Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 5582; Фактор В – ранні строки сівби (I – температура ґрунту на глибині 10 см – 5–6 °С, II – 7–8 °С, III – 9–10 °С); Фактор С – густина стояння рослин 50 тис./га, 60 тис./га, 70 тис./га. Повторність досліду триразова, загальна площа посівної ділянки 50,4 м², облікової – 25,2 м². Попередник – ярий ячмінь.

Технологія вирощування соняшника в досліді – загальноприйнята для цієї ґрунтово-кліматичної зони, за винятком досліджуваних факторів (гібриди, строки сівби, густина стояння рослин).

Дослідження і обліки проводилися згідно із загальноприйнятими методиками [4].

Основною відміною ґрунтового покриву є чорнозем звичайний перехідний до глибокого. Гранулометричний склад – важкосуглинковий. Характеризується такими агрохімічними показниками: в орному шарі в середньому міститься гумусу 4,72 %, азоту, що легко гідролізується, – 104, рухомого фосфору – 191 та обмінного калію – 142 мг на кілограм ґрунту, рухомих форм марганцю, цинку та бору – відповідно 3,1; 0,35 та 1,76 мг на кілограм ґрунту. Реакція ґрунтового розчину рН_{сольове} – 5,8. Ґрунтові умови сприятливі для вирощування соняшнику.

Кліматичні умови Інституту СГС НААН є типовими для Правобережного Степу України з помірним континентальним кліматом. Це підтверджується добовою і річною амплітудою температури повітря, а також значними коливаннями річних погодних умов. У літній період нерідко спостерігаються суховії, в зимовий – відлиги з підвищенням температури до +10...+13 °С. Середня багаторічна сума опадів складає 499 мм за рік.

Результати досліджень та їх обговорення

Розрахунок економічної ефективності вирощування соняшника підтвердив, що ранні строки сівби зумовлюють вищий рівень рентабельності порівняно з пізніми. Економічна оцінка результатів досліджень виконана згідно із загальноприйнятими методиками [2, 11, 12]. Критеріями ступеня ефективності при цьому були: рівень собівартості продукції, розмір чистого прибутку на 1 га, розрахований як різниця між вартістю врожаю з одиниці площі та витратами на його виробництво (табл. 1).

При розрахунках вартості одержаного врожаю брали біржову ціну насіння соняшника, яка за 2016–2018 рр. складала 8280 грн/т.

Визначені за технологічною картою виробничі витрати на вирощування соняшника змінювалися залежно від вартості посівного матеріалу, рівня одержаного врожаю насіння та його собівартості. Також у витрати включали заробітну плату працівників, витрати на купівлю посівного матеріалу та паливно-мастильні матеріали.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

1. Економічна ефективність вирощування соняшника при густоті стояння 60 тис./га за різних строків сівби (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Строк сівби	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/т	Собівартість насіння, грн/т	Затрати, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Форвард (контроль, стандарт)	5–6 °С	2,94	24343	2951,3	8677	15666	180,5
	7–8 °С	2,98	24674	2950,6	8793	15881	180,6
	9–10 °С	3,09	25585	2883,1	8909	16676	187,1
LG 56.32	5–6 °С	3,30	27324	2827,8	9332	17992	192,7
	7–8 °С	3,5	28980	2699,4	9448	19532	206,7
	9–10 °С	3,62	29973	2641,9	9564	20409	213,3
LG 54.85	5–6 °С	3,64	30139	2701,0	9832	20307	206,5
	7–8 °С	3,51	29062	2834,1	9948	19114	192,1
	9–10 °С	3,61	29890	2787,8	10064	19826	196,9
LG 55.82	5–6 °С	3,85	31878	2554,5	9835	22043	224,1
	7–8 °С	3,73	30884	2667,8	9951	20933	210,3
	9–10 °С	3,64	30139	2765,6	10067	20072	199,3

Зазначимо, що виробничі витрати зростали від першого до третього строків сівби через проведення додатково передпосівної культивування під час другого строку і двох – під час третього. Також витрати визначалися і передзбиральною вологістю зерна. Витрати у перший строк сівби коливалися в межах 8677–9835 грн/га, у другий – 8793–9951 грн/га і у третій зростали до 8909–10067 грн/га. Найнижчу собівартість насіння отримано при вирощуванні гібрида LG 55.82–2554,5 грн/т під час першого строку сівби і за таких умов зафіксовано й найвищу рентабельність у досліді – 224,1 %. Серед гібридів найбільш економічно доцільно вирощувати LG 55.82 при сівбі з температурою ґрунту 5–6 °С. Чистий прибуток тут становив 22043 грн/га, рівень рентабельності – 224,1 %.

Поряд з економічною, основними критеріями якої є окупність, зростає актуальність оцінки біоенергетичної ефективності вирощування соняшника.

Енергетична оцінка технології вирощування є показником стабільним і передбачає визначення співвідношення повної кількості енергії, яка акумулюється у процесі фотосинтетичної діяльності рослин і виражена їх урожайністю, та сукупних витрат енергії, що витрачена на виробництво цього врожаю [14].

Крім економічної оцінки технології вирощування соняшника здійснювали й енергетичну оцінку за рівнем загальних енергетичних витрат (табл. 2), витрат на виробництво 1 ц насіння, виходу енергії на 1 га, а також за рівнем коефіцієнта енергетичної ефективності (Кее).

2. Енергетична оцінка вирощування соняшника при густоті стояння 60 тис./га за різних строків сівби (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Строк сівби	Урожайність, т/га	Вихід обмінної енергії, ГДж/га	Повні енерговитрати, ГДж/га	Кее
Форвард (контроль, стандарт)	5–6 °С	2,94	56,9	16,8	3,38
	7–8 °С	2,98	57,7	17,9	3,22
	9–10 °С	3,09	59,8	19,1	3,13
LG 56.32	5–6 °С	3,30	63,9	16,8	3,80
	7–8 °С	3,5	67,8	17,9	3,78
	9–10 °С	3,62	70,1	19,1	3,67
LG 54.85	5–6 °С	3,64	70,5	16,8	4,19
	7–8 °С	3,51	68,0	17,9	3,79
	9–10 °С	3,61	69,9	19,1	3,65
LG 55.82	5–6 °С	3,85	74,6	16,8	4,44
	7–8 °С	3,73	72,2	17,9	4,03
	9–10 °С	3,64	70,5	19,1	3,69

Біоенергетична оцінка ґрунтується на зіставленні (прямих і непрямих) витрат енергії з енергією, нагромадженою врожаєм. При цьому враховується структура енергетичних витрат, якість врожаю та інші фактори виробництва і його результати в енергетичних одиницях.

Енергетична оцінка агрозаходів, які вивчали в досліджах із соняшником, визначалася за технологічними картами через підрахунки витрат енергії на вирощування культури на площі 1 га і енергоємність урожаю, що виражається коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}), який визначають за співвідношенням кількості енергії, витраченої на формування врожаю та енергоємність врожаю. Такий аналіз виконується для визначення ступеня використання добрив, пестицидів, палива, різних типів автомобілів, причіпного знаряддя, природних ресурсів, ґрунтово-кліматичних умов, сонячної радіації, які впливають на родючість ґрунту та формування врожаю.

За даними Медведовського О. К. [11], коефіцієнт енергетичної ефективності повинен бути не менше 2,00. За таких показників вихід валової енергії з урожаєм перевищує витрати сукупної енергії.

Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився найвищим під час першого строку сівби і становив 3,38–4,44. Під час другого строку значення K_{ee} коливалося від 3,22 до 4,03 і третього строку від 3,13 до 3,69.

Інтенсифікація виробництва соняшнику з економічної та енергетичної точок зору має вагомим наукове й практичне значення, оскільки дає змогу оптимізувати і зменшити витрати на одиницю одержаної продукції (насіння соняшнику) та отримати максимальний рівень урожаю з одиниці посівної площі [9].

Висновки

Зважаючи на економічні показники, ефективним є вирощування гібридів LG 54.85, LG 55.82 під час першого строку сівби. Гібриди соняшника Форвард, LG 56.32 найвищі економічні показники забезпечують під час третього строку сівби. Серед гібридів найбільш економічно доцільно вирощувати LG 55.82, якщо сіяти за температури ґрунту 5–6 °С та густотою рослин – 60 тис./га. Чистий прибуток за таких умов становив 22043 грн/га, рівень рентабельності – 224,1 %. Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився найвищим під час першого строку сівби у гібрида LG 55.82 і становив 4,44. Отже, за умов сучасного господарювання економічна доцільність застосування різних технологій вирощування соняшнику забезпечується в тому разі, коли темпи підвищення врожайності цієї культури випереджають зростання виробничих витрат на 1 га її посіву.

Перспективи подальших досліджень. Високі вимоги соняшнику до ресурсів середовища не виключають ранні строки сівби, а навпаки, підтверджують актуальність досліджень щодо їх ефективності.

References

1. Andriienko, A. L. (2010). Vplyv strokiv sivy na produktyvnist hibrydiv soniashnyku v Pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*, 38, 165–170 [In Ukrainian].
2. Andriichuk, V. H. (2002). *Ekonomika ahrarnykh pidpriemstv*. Kyiv: KNEU [In Ukrainian].
3. Bazarov, E. Y. (1983). *Metodyka byoenerhetycheskoi otsenky tekhnolohyy proyzvodstva produktsyy rastenyevodstva*. Moskva [In Russian].
4. Dospikhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta*. Moskva: Ahropromyzzdat [In Russian].
5. Zbarskyi, V. K. (2011). *Ekonomika produktovoho pidkompleksu*. Kyiv: TsP «KOMPRYNT» [In Ukrainian].
6. Kovalchuk, M. I. (2002). *Ekonomichnyi analiz u silskomu hospodarstvi*. Kyiv: KNEU. [In Ukrainian].
7. Kocherha, A. A., & Butiaha, Ya. V. (2015). Vplyv strokiv sivy na urozhainist soniashnyku. *Zbirnyk tez III nauk.-prakt. internet-konf.* Poltava: PDAA [In Ukrainian].
8. Maslak, O., & Ilchenko, O. (2015). Ekonomika soniashnyku v Ukraini. *Propozytsiia*, 4, 32–39. [In Ukrainian].
9. Matsybora, V. I. (1994). *Ekonomika silskoho hospodarstva*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].
10. Mashchenko, Yu. V., Haidenko, O., & Mudrichenko, M. (2017). Yak vplyvaie udobrennia na urozhainist soniashnyku?. *Ahrobiznes sohodni*, 9, 36–40 [In Ukrainian].
11. Medvedovskiy, O. K. (1988). *Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii u silskohospodarskomu vyrobnytstvi*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
12. Mertens, V. P. (1995). *Ekonomika silskoho hospodarstva*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].

13. Tarariko, Yu. O. (2001). *Enerhetychna otsinka system zemlerobstva i tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Nora-print [In Ukrainian].

14. *Tekhnolohichni karty ta vytraty na vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur z riznym resursnym zabezpechenniam*. (2006). Kharkiv [In Ukrainian].

15. Ushkarenko, V. O. (2004). Bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia skorostyhlykh hibrydiv soniashnyku v osnovnykh ta promizhnykh posivakh pry zroshenni na Pivdni Ukrainy. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 33, 3–9. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Піньковський Г. В., Танчик С. П. Економічна та енергетична ефективність удосконалених елементів технології вирощування соняшника у Правобережному Степу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 39–44.

© Піньковський Геннадій Віталійович, Танчик Семен Петрович, 2019



original article | UDC 632.9: 633.15 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.05

SPECIES COMPOSITION OF CORN AGROCENOSIS MAIN PESTS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Yu. M. Lyaska,

ORCID ID: [0000-0002-6718-4284](https://orcid.org/0000-0002-6718-4284), E-mail: juljabug@ukr.net,

O. O. Strygun,

ORCID ID: [0000-0001-7315-1473](https://orcid.org/0000-0001-7315-1473), E-mail: strygun@meta.ua,

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences, 33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

Corn pests are one of the main factors limiting the yield increase, because they are present on the crops throughout the whole vegetation period, and damage plants at all development stages – from seeds in the soil to grain during storage, so the knowledge of the species composition of harmful corn insects, the period of their appearance and the stage of harm will enable to use the most effective measures to control the number of phytophages, which will ensure optimal phyto-sanitary condition of the sown areas and minimize the use of pesticides. Corn is damaged by almost 200 insect species on the territory of Ukraine, but 20 species among them cause great economic losses in different zones. Plants damaged by pests, have reduced productivity, low quality seeds, bad food and feed quality. That is why the purpose of our research was to establish the species composition, their population, dominance and spreading of harmful corn insects in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, to identify their harmfulness depending on abiotic and biotic factors. As a result of the research in 2017–2018, the analysis of phyto-sanitary condition of the corn field agrocenosis in the above mentioned zone was carried out. It was found that the greatest harm to corn seedlings was caused by larvae of eight species of tick beetles (Elateridae) and larvae of lamellar (Scarabaeidae). The most dangerous pests of corn generative organs in 2017–2018 were the corn worms (*Helicoverpa armigera* Hbn., Noctuidae family, Lepidoptera squad), populating corn crops up to 75 % with 67.5 corn worms per 100 plants. During the vegetation season, the following types of pests were present on plants: cereal flies (*Chloropidae*), *Rhopalosiphum padi* L. and wheat aphid (*Schizaphis graminum* Rond.), cereal striped flea (*Phyllotreta vittula* Redtenb), European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), bugs of the family (Miridae), tarnished plant bug (*Lygus*), the ground beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze.), *Oulema lichenis* Voet., leafhopper (*Macrostelus laevis* Rib.) and dark leafhopper (*Laodelphax striatella* Fall). The presence of these phytophages on corn crops did not exceed EPV. The dominating entomophages were: *Coccinella septempunctata* L., *Adonia dipunctata* L., thrips (*Aeolothrips intermedius* Bagn.), carabid beetles (*Carabidae*), *Chrysoperla larnea* St., and hover flies (*Syrphidae*).

Key words: agrocenosis, corn, monitoring, harm, phytophages, entomophages.

ВИДОВИЙ СКЛАД ОСНОВНИХ ШКІДНИКІВ АГРОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. М. Ляска, О. О. Стригун,

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна

Шкідники кукурудзи найбільше перешкоджають зростанню врожайності культури порівняно з іншими чинниками, оскільки наявні на посівах увесь вегетаційний період її вирощування, і пошкоджують рослини в усіх фазах розвитку – від насіння у ґрунті до зерна при зберіганні, тому знання

видового складу шкідливих комах кукурудзи, період їх появи і стадія шкідливості дадуть змогу дослідити та впровадити найбільш ефективні заходи регулювання чисельності фітофагів, які забезпечать оптимальний фітосанітарний стан посівів і зведуть до мінімуму застосування пестицидів. Саме тому метою наших досліджень було визначення видового складу, чисельності, домінантності і поширення шкідливих комах кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України, виявлення їх шкідливості залежно від абіотичних і біотичних чинників. У процесі досліджень 2017–2018 рр. було проаналізовано фітосанітарний стан агроценозу кукурудзяного поля в умовах Лівобережного Лісостепу України. Встановлено, що культуру пошкоджують 39 видів комах із 7 рядів та один вид кліщів. Найбільшу загрозу сходам кукурудзи завдавали личинки восьми видів коваліків (*Elateridae*) та личинки пластинчастовусих (*Scarabaeidae*). Найнебезпечнішим шкідником генеративних органів кукурудзи 2017–2018 рр. виявилася бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hbn., родина *Noctuidae*, ряд *Lepidoptera*), що заселяла посіви кукурудзи до 75 % з чисельністю 67,5 гусениць на 100 рослин. Упродовж вегетаційного періоду на рослинах були присутні такі види шкідників: злакові мухи (*Chloropidae*), черемхова (*Rhopalosiphum padi* L.) та звичайна злакова попелиця (*Schizaphis graminum* Rond.), хлібна смугаста блошка (*Phyllotreta vittula* Redtenb), кукурудзяний стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), клопи родини сліпняків (*Miridae*), польові клопи (*Lygus*), хлібна жужелиця (*Zabrus tenebrioides* Goeze.), п'явиця синя (*Oulema lichenis* Voet.), цикадка шестикрапкова (*Macrostelus laevis* Rib.) та темна (*Laodelphax striatella* Fall). Наявність цих фітофагів на посівах кукурудзи не перевищувала ЕПШ. Домінуючими ентомофагами були: сонечко 7-крапкове (*Coccinella septempunctata* L.) та двокрапкове (*Adonia bipunctata* L.); хижий трипс (*Aeolothrips intermedius* Vagn.), хижі жужелиці (*Caradidae*), золотомоочка звичайна (*Chrysoperla larnea* St.) та мухи сирфіди (*Syrphidae*).

Ключові слова: агроценоз, кукурудза, моніторинг, шкідливість, фітофаги, ентомофаги.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ АГРОЦЕНОЗА КУКУРУЗЫ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ю. Н. Ляска, А. А. Стрыгун,

Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина

В статье освещены данные (2017–2018 гг.) о результатах проведенного анализа фитосанитарного состояния агроценоза кукурузного поля в условиях Левобережной Лесостепи Украины. Установлено, что культуру повреждают 39 видов насекомых из 7 отрядов и один вид клещей. Наибольшую угрозу всходам кукурузы наносили личинки восьми видов целкунов (*Elateridae*) и личинки пластинчатоусых (*Scarabaeidae*). Самым опасным вредителем генеративных органов кукурузы в 2017–2018 гг. оказалась хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn., семейство *Noctuidae*, отряд *Lepidoptera*), заселяя посевы кукурузы до 75 % с численностью 67,5 гусениц на 100 растений. В течение вегетационного периода на растениях присутствовали такие виды вредителей: злаковые мухи (*Chloropidae*), черемуховая (*Rhopalosiphum padi* L.) и обычная злаковая тли (*Schizaphis graminum* Rond.), хлебная полосатая блошка (*Phyllotreta vittula* Redtenb), кукурузный стебельный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), клопы семейства слепняков (*Miridae*), полевые клопы (*Lygus*), хлебная жужелица (*Zabrus tenebrioides* Goeze.), пьявица синяя (*Oulema lichenis* Voet.), цикадка шеститочечная (*Macrostelus laevis* Rib.) и темная (*Laodelphax striatella* Fall). Присутствие этих фитофагов в посевах кукурузы не превышала ЭПВ.

Ключевые слова: агроценоз, кукуруза, мониторинг, вредность, фитофаги, энтомофаги.

Вступ

Нині кукурудза є другою за площею посіву сільськогосподарською культурою у структурі зернових після пшениці, що безпосередньо формує експортний потенціал аграрної галузі країни та є основою забезпечення її продовольчої і економічної безпеки. В окремі роки (2013, 2014 і 2016 рр.) кукурудза за обсягом валового виробництва стала серед усіх інших видів сільськогосподарських культур займати провідне місце, переважаючи при цьому навіть пшеницю – беззаперечного та багаторічного лідера зернової галузі.

Водночас останніми роками динаміка виробництва зерна кукурудзи значно поліпилася. Завдяки запровадженню у виробництво високопродуктивних гібридів та активізації інноваційної діяльності в

технологіях вирощування цієї культури в 2011 р. вперше в Україні одержано рекордний валовий збір її зерна – понад 22 млн т. Зокрема 2013 р. цей показник сягав 30,9 млн т, у 2014 та 2016 рр. – понад 28 млн т. Такі дані підтверджують реальні можливості нарощування обсягів виробництва цієї важливої зернофуражної культури у країні [20].

Вирощування кукурудзи на зерно в Черкаській області має перспективи як за показниками врожайності, так і ринку. Технологічні можливості, сучасні гібриди і природні умови дають змогу отримувати врожайність зерна на рівні світових показників (близько 10,5 т/га). 2018 р. посівні площі кукурудзи в Черкаській області склали 359,3 тис. га, що становить 97,6 % від прогнозу, зібрано 67 тис. т зерна при середній врожайності по області 7,7 т/га [15].

Шкідники кукурудзи є одним із головних чинників стримування зростання врожайності культури, оскільки є присутніми на посівах увесь вегетаційний період її вирощування, і пошкоджують рослини в усіх фазах розвитку – від насіння у ґрунті, до зерна при зберіганні. Видовий склад шкідливої ентомофауни кукурудзи в Черкаській області вивчений недостатньо.

Враховуючи, що одночасно на кукурудзі шкодять різні види фітофагів, часто за чисельності, що перевищує економічний поріг шкодочинності (ЕПШ), середні втрати урожаю досягають 20–25 % [17, 10]. Шкідливість полягає в пошкодженні усіх органів і тканин як зовні, так і усередині рослини, при цьому чисельність шкідників може досягати сотень на 1 м² посіву.

Комахи з сисним ротовим апаратом (попелиці, цикадки, клопи) є переносниками та розповсюджувачами вірусів, бактерій, грибів. Зерна, висіяні у ґрунт, пошкоджують личинки різних видів коваліків – дротяники та личинки пилкоідів і чорнотілок – несправжньодротяники. Гусениці підгризаючих совок, личинки пластинчастовусих жуків перегризають молоді паростки. Пошкодження цими шкідниками часто призводить до значного зрідження посівів. Сходам і молодим рослинам завдають шкоди личинки злакових мух: шведської, гессенської та зеленоочки. Пошкоджується точка росту, центральний листок, вузол кущіння, внаслідок чого рослина всихає. На листі кукурудзи живиться ряд гризучих, мінуючих і сисних шкідників: листогризучі совки, п'явиці, смугаста хлібна блішка, різні види саранових, попелиці, клопи та цикадки. Пошкодження або знищення листкової поверхні порушує нормальну фотосинтезуючу діяльність, погіршує розвиток самої рослини, що значно впливає на врожайність [6, 7, 19].

Значної шкоди рослинам кукурудзи завдають комахи, які пошкоджують внутрішні частини стебел і генеративні органи: кукурудзяний стебловий метелик та бавовникова совка. Гусениці стеблового кукурудзяного метелика пошкоджують ніжну частину листків, проникають у стебла, волоті, ніжки та обгортки качанів, спричиняють обламування стебел та качанів, що ускладнює збирання, погіршується товарна якість качанів [8]. Відомо, що розселення *Ostrinia nubilalis* у межах України більш стабільне, ніж інших фітофагів кукурудзи. Найбільша заселеність посівів кукурудзи та шкодочинність кукурудзяного метелика в період вегетації спостерігалася, за даними 1985–2000 рр., у зоні Лісостепу України [2].

Гусениці бавовникової совки обгризають нитки качана, виїдають зернівки, внаслідок чого пошкоджені зерна уражуються пліснявими грибами, знижується врожайність [18, 16, 4, 5]. Саме тому метою роботи було встановлення видового складу, чисельності, домінантності та поширення шкідливих комах кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України, виявлення їх шкідливості залежно від абіотичних і біотичних чинників. Задля досягнення мети необхідно було розв'язати наступні задачі: встановити фактичну кількість шкідливих комах у польових умовах та визначити їх видовий склад у лабораторних умовах.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися на полях Черкаської дослідної станції біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН» 2017–2018 рр. (Драбівське відділення). Клімат у зоні розміщення дослідної станції помірно континентальний.

Вирощування кукурудзи проводили відповідно до технології, рекомендованої для зони Лісостепу. В дослідженнях використовували гібрид кукурудзи Крабас (ФАО 300).

Спостереження та обліки здійснювали під час маршрутних обстежень агроценозів і прилеглих до них лісосмуг, узлісь, перелогів та інших стацій. Для встановлення видового складу комах у посівах кукурудзи проведені обстеження в усі фази розвитку культури. Були використані загальноприйняті в

ентомології та захисті рослин методи досліджень: ґрунтові розкопки, косіння ентомологічним сачком, пробні майданчики та пробні рослини, використання статевих феромонів. Видовий склад виявлених комах визначали в лабораторних умовах [3, 9, 11, 12, 13].

Математичну обробку одержаних результатів досліджень проводили за допомогою пакету дисперсійного аналізу даних програмного забезпечення «Excel» та «Statistica 7».

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті моніторингу встановлено, що формування видового складу шкідників у посівах кукурудзи відбувалося поступово протягом вегетації рослин. У різні періоди розвитку рослин комплекс фітофагів складався за рахунок видів, що мігрували з інших біотопів та тих, що зимували на полях, де розміщені посіви.

В умовах Лівобережного Лісостепу (Черкаська дослідна станція біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН» Драбівське відділення) кукурудзу пошкоджують 39 видів комах із 7 рядів та один вид кліщів.

Аналіз їх видового складу свідчить, що в систематичному відношенні найбільша кількість видів шкідників від загального числа комах-фітофагів належить до твердокрилих – 46,1 % (рис. 1). Ряд Coleoptera представлений 18-ма видами шкідливих комах, найбільша частина (44,4 %) з яких належить до родин коваликових та пластинчастовусих (22,2 %). До другої за чисельністю видів групи належать лускокрилі – 15,4 %. Ряд Lepidoptera представлений 6-ма видами фітофагів, з яких 66,6 % належать до родини совок. Представники прямокрилих і рівнокрилих займають по 10,2 % та 10,3 %, напівтвердокрилих – 7,8 %. Найменш чисельними в посівах кукурудзи виявилися двокрилі та вйчастокрилі, ці ряди займають по 5,1 %.

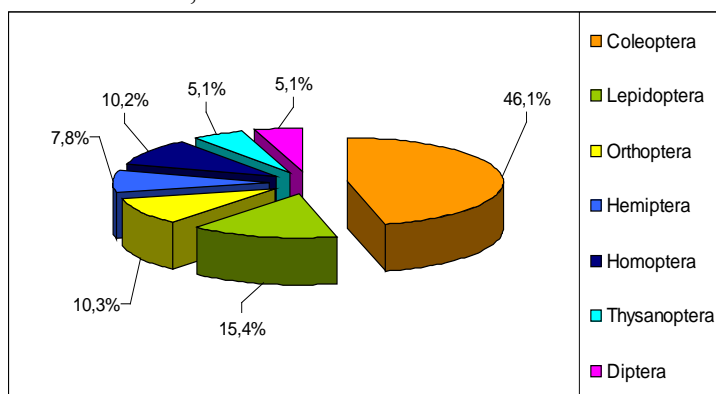


Рис. 1. Структура шкідливого ентомокомплексу посівів кукурудзи в умовах Черкаської дослідної станції біоресурсів ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2017–2018 рр.

За результатами дворічних досліджень встановлено, що найбільшу загрозу сходам кукурудзи становили личинки коваликів (*Elaterridae*) та личинки пластинчастовусих (*Scarabaeidae*) (табл.).

Щільність популяцій цих видів склала в середньому 7,3 екз./м² та 5,8 екз./м² відповідно, що перевищило ЕПШ для даних видів шкідників (3–5 екз./м²) на 30 %. У кукурудзяному агроценозі було виявлено 8 видів коваликів із 4 родів, таких як *Agriotes* Esch., *Athous* Esch., *Selatosomus* Steph., *Melanotus* Esch. За кількістю видів переважали представники роду *Agriotes* Esch. (4 види) та *Selatosomus* Steph. (2 види), личинки яких є небезпечними шкідниками польових культур.

Після фази сходів на посівах кукурудзи починають з'являтися імаго шведських мух (вівсяної – *Oscinella frit* L. та ячмінної – *O. pusilla* Meid.) щільність популяцій яких (16,5 екз./ 100 помахів) не перевищувала порогову, а заселення рослин личинками шкідника було в межах 5,5 %.

У Черкаській області рослини кукурудзи також пошкоджували попелиці (*Aphididae*), здебільшого це були два види: черемхова попелиця (*Rhopalosiphum padi* L.) та звичайна злакова попелиця (*Schizaphis graminum* Rond.). Перші колонії з'явилися у фазу стеблуння культури, відсоток заселення рослин складав 12,5 %. Попелиці найбільш інтенсивно почали заселяти кукурудзу на початку липня, відсоток заселених рослин був у межах 18,5 %, що не перевищував ЕПШ (20 %), а вже на початку серпня попелиці на посівах кукурудзи не спостерігалися. Загибель попелиць пов'язана з огрубінням тканин рослин, погіршенням живлення та діяльністю природних ворогів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Чисельність та заселеність агроценозу кукурудзи основними шкідниками в умовах Черкаської дослідної станції біоресурсів ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2017–2018 рр.

Фази розвитку	Шкідники, стадія	Облікова одиниця	Кількість	Заселення, рослин %
Навесні, перед сівбою	Личинки коваликів	Екз./м ²	7,0	–
	Личинки хрущів	Екз./м ²	6,3	–
Сходи	Личинки коваликів	Екз./м ²	7,3	–
	Личинки хрущів	Екз./м ²	5,8	–
Три листки – стеблуння	Хлібна смугаста блішка	Екз./м ²	17,0	40,7
	Шведські мухи – імаго	Екз./ 100 помахів	16,5	5,5
	Попелиці: черемхова та звичайна злакова попелиця	Екз./росл.	5,7	12,5
	Бавовникова совка	Облік на феромонні пастки 1 раз на 3 дні	0	0
	Стебловий кукурудзяний метелик,	Облік на феромонні пастки 1 раз на 3 дні	0	0
Викидання волоті–цвітіння	Стебловий кукурудзяний метелик	Облік на феромонні пастки 1 раз на 3 дні	1,7	–
		Яйцекладок на 100 рослин	8,6	4,5
	Бавовникова совка	Облік на феромонні пастки 1 раз на 3 дні	7,5	–
		Екз./ рослину	51,3	43,8
	Попелиці	Облік колоній	–	18,5
	Смугаста хлібна блішка	Екз./ рослину	5,8	63,8
Формування зерна–молочно-воскова стиглість	Стебловий кукурудзяний метелик	Екз./ 100 рослин	12,3	6,8
	Бавовникова совка	Екз./ 100 рослин	67,5	61,3
	Смугаста хлібна блішка	Екз./ росл	2,3	42,7
Повна стиглість	Бавовникова совка	Екз./ 100 рослин	9,5	7,5

Важливим шкідником кукурудзи у фазу сходів культури була хлібна смугаста блішка (*Phyllotreta vittula* Redt.) з родини *Chrysomelidae*, яка заселяла 40,7 % рослин кукурудзи зі щільністю 17,0 екз./м², що на 13 % перевищує ЕПШ (10–15 екз./м²) для цього шкідника, а от у фазу викидання волоті – цві-

тіння чисельність даного виду склала 5,8 екз./ рослину, що не перевищує ЕПШ (10–15 екз./ рослину), а заселення рослин шкідником було в межах 63,8 %.

2017–2018 рр. на посівах кукурудзи, а також на інших культурах нами відмічено появу бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hbn. ряд Lepidoptera, родина Noctuidae). У зоні Лісостепу найбільш привабливою кормовою рослиною є кукурудза, яка заселялася до 75 % рослин і більше. 2017–2018 рр. для спостереження за динамікою льоту імаго у третій декаді травня були встановлені феромонні пастки на посівах кукурудзи. Застосування синтетичних статевих феромонів комах дає можливість своєчасно отримати інформацію про їх фенологію, характер і терміни їх розселення, визначити необхідність і строки проведення захисних заходів проти шкідників.

Початок льоту перших самців у 2017 р. зафіксували 7 червня в середньому 2,5 на пастку за три дні. Максимум складав 7,3 самці на пастку за три дні, що було 14 липня. А 2018 р. початок льоту був відмічений 12 червня в середньому 3,3 самці на пастку за три дні. Максимальна кількість самців у пастці була зафіксована 8 липня – 10,3 самців на пастку за три дні. Літ метеликів бавовникової совки спостерігався до середини жовтня.

2017–2018 рр. заселення рослин гусеницями бавовникової совки збіглося з фазою цвітіння та наливання зерна кукурудзи, а це свідчить, що умови для їх живлення були сприятливими. Загалом щільність популяції гусениць *Helicoverpa armigera* Hbn. становила в середньому за два роки у фазу цвітіння 51,3 екз./100 рослин при заселенні рослин 43,8 %. Найвища щільність їх популяції була у фазу молочної стиглості зерна і становила 67,5 екз./ 100 рослин, при заселенні рослин кукурудзи 61,3 %, що перевищує ЕПШ (15 %) в 4,5 рази. У фазу повної стиглості зерна гусениці шкідника також траплялися на рослинах кукурудзи, щільність популяції була 9,5 екз./ 100 рослин при заселенні рослин 7,5 %. За даними дворічних досліджень встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу бавовникова совка на посівах кукурудзи розвилася у двох поколіннях та мала третє факультативне.

Досить поширеним і небезпечним шкідником у зоні Лісостепу є стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) ряд Lepidoptera, родина Pyraustidae.

Початок льоту імаго теж визначали за допомогою феромонних пасток. 2017 р. літ метеликів розпочався 15 липня і в середньому становив 0,3 екземпляра на пастку за три дні. Найвища чисельність була відмічена 17 липня і складала 1,7 самця на пастку за три дні.

Облік яйцекладок стеблового кукурудзяного метелика проводився у фазу викидання волоті два рази: перший на початку фази, другий – через десять днів. Пошкоджених рослин кукурудзи гусеницями стеблового кукурудзяного метелика майже не було. Спостерігалася дисперсія чисельності шкідника.

2018 р. початок льоту імаго було зафіксовано 20 липня, чисельність самців на пастку за три дні складала 1 екземпляр. Найбільше самців на пастку за три дні було 24 липня – 2,6 екземпляри.

Заселення рослин *Ostrinia nubilalis* 2018 р. було значно більшим, хоч і не перевищило ЕПШ (15 %) для цього шкідника на кукурудзі. Загалом за два роки досліджень у фазу викидання волоті – цвітіння даним фітофагом було заселено 4,5 % рослин і виявлено 8,6 яйцекладок шкідника на 100 рослин. А у фазу молочної стиглості зерна заселення кукурудзяним стебловим метеликом було в межах 6,8 % і щільністю популяції 12,3 екземплярів на 100 рослин.

У результаті обліків 2017–2018 рр. можна припустити, що для розвитку та поширення цього фітофага умови були несприятливими.

В агроценозі кукурудзяного поля в роки досліджень були наявні: клопи родини сліпняків (Miridae), польові клопи (*Lygus*), хлібна жужелиця (*Zabrus tenebrioides* Goeze.), п'явица синя (*Oulema lichenis* Voet.), цикадка шестикрапкова (*Macrostelus laevis* Rib.) та темна (*Laodelphax striatella* Fall).

Щодо західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte), то ні личинок, ні імаго в умовах Дослідної станції не виявлено.

Домінуючими ентомофагами були: сонечко 7-крапкове (*Coccinella septempunctata* L.) та двокрапкове (*Adonia dipunctata* L.); хижий трипс (*Aeolothrips intermedius* Bagn.), хижі жужелиці (Caradidae), золотоочка звичайна (*Chrysoperla larnea* St.) та мухи сирфіди (Syrphidae). Ентомофаги істотної ролі в обмеженні чисельності шкідників не відігравали.

Для кожного етапу формування рослин кукурудзи приурочений певний комплекс шкідливих видів комах (рис. 2). З даного рисунка видно, на яких етапах органогенезу рослини були більш уразливі до пошкоджень шкідниками різних видів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Група, шкідники	Фенофаза рослини									
	Перед сівбою	Паростки - сходи	3-й лист	7-й лист	Викидання волоті	Цвітіння волоті	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Воскова стиглість	Повна стиглість
Грунтові личинки: коваликів, чорнотілок		—————								
пластинчастову сих жуків		—————								
Наземні: личинки шведської мухи		—————								
імаго хлібної смугастої блішки			—————							
Черемхова та звичайна злакова попелиці			—————							
Бавовникова совка						—————				
Стебловий (кукурудзяний) метелик							—————			

Рис. 2. Період шкідливості основних фітофагів за фенофазами росту кукурудзи

Згідно з даними літератури відомо, що на території України пошкодження кукурудзи спричиняють майже 200 комах, але серед них економічне значення мають 20 видів у різних зонах. У рослини, пошкоджені шкідниками, знижується продуктивність, погіршуються посівні, харчові і кормові якості, втрати врожаю зерна кукурудзи від шкідників становлять 1,33 т/га, або 14,3 %.

Коефіцієнт шкодочинності дротяників у фазу сходи – 4 листки становить 1,03; в фазу 5–7 листків: шведської мухи – 0,79, озимої совки – 0,4; в фазу викидання волотей: попелиць – 0,98, стеблового метелика – 2,47 [1].

На території України у Запорізькій, Черкаській, Харківській областях 2011 р. гусеницями бавовникової совки пошкоджувалося до 35 %, а в Криму та Кіровоградській області до 55–60 % качанів кукурудзи. В осередках Харківської, Запорізької та Донецької областей пошкодження фітофагом сосяшнику та кукурудзи сягало 84 % [14].

Висновки

У результаті проведених дослідів встановлено видовий склад основних фітофагів, які пошкоджують кукурудзу в зоні Лівобережного Лісостепу. Більшість з них відносяться до олігофагів. Найбільш численними і небезпечними виявилися личинки коваликів (*Elateridae*) та личинки пластинчастовусих (*Scarabaeidae*). Щільність популяцій для цих видів склала в середньому 7,3 екз./м² та 5,8 екз./м² відповідно, що перевищило ЕПШ для цих видів шкідників (3–5 екз./м²) на 30 % та гусениці бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.), найвища щільність популяції була у фазу молочної стиглості зерна і становила 67,5 екз./100 рослин при заселенні рослин кукурудзи 61,3 %, що перевищує ЕПШ (15 %) в 4,5 рази. Тому уточнення видового складу та біологічних особливостей цих фітофагів і створення екологічно орієнтованої системи захисту культури в сучасних умовах є дуже актуальним.

Перспективами подальших досліджень є моніторинг агроценозу кукурудзяного поля щодо уточнення видового складу та домінантності комах-фітофагів; вивчення сезонної динаміки їх чисельності і шкідливість домінуючих видів з урахуванням абіотичних і біотичних чинників вегетаційного періоду та пошук ефективних і безпечних заходів регулювання чисельності шкідливої ентомофауни кукурудзяного поля.

References

1. Bahmut, O. O. (2007). Kompleksna shkodochinnist fitofagiv kukurudzi v umovah pivdenno-zahidnogo Lisostepu Ukrayini. *Zahist i karantin roslin*, 53, 22–28 [In Ukrainian].
2. Bahmut, O. O. (2001). Kukurudzianij metelik. Stijkist novih gibridiv i sortiv kulturi shodo jogo poshkodzhen. *Zahist roslin*, 9, 14–15 [In Ukrainian].
3. Bileckij, Ye. M., Dovgan, S. V., & Dolya, M. M. (2010). *Monitoring shkidnikov silskogospodarskih kultur*. Kiyiv: Agrarna osvita [In Ukrainian].
4. Bilyavskij, Yu. V., & Vusatij, R. O. (2008). Uvaga: bavovnikova sovka. Vpliv zmini klimatu na poshirennya ta shkidlivist fitofaga v posivah kukurudzi. *Karantin i zahist roslin*, 6, 2–4 [In Ukrainian].
5. Goncharov, O. (2017). Bavovnikova sovka: zhittya ta smert u fotografiyah *Agroexpert: praktichnij posibnik agrariya*, 7, 28–33 [In Ukrainian].
6. Gulyak, N. V. (2012). Rodina kovalikiv (Elateridae) na posivah kukurudzi (analitichnij oglyad). *Zahist i karantin roslin*, 58, 35–47 [In Ukrainian].
7. Kornijchuk, M. S., Vinnichuk, T. S., & Parminska, L. M. (2014). Zahist polovih kultur vid shkidnikov i hvorob za tehnologij organichnogo virobництва. *Zbirnik naukovih prac Nacionalnogo naukovoogo centru Institut zemlerobstva NAAN*, 1–2, 98–110 [In Ukrainian].
8. Krut, M. V. (2005). Uspih borotbi z kukurudzianim metelikom. *Propoziciya*, 4, 92 [In Ukrainian].
9. Tribel, S. O. (Ed.) (2001). *Metodiki viprobuvannya i zastosuvannya pesticidiv*. Kiyiv: Svit [In Ukrainian].
10. Neverovska, T., Grikun, O., & Bahmut, O. (2013). Shkidniki – vazhliva skladova fitosanitarnogo stanu kukurudzianogo polya. *Specproekt vidannya agrobiznesu sododni*, 36–58 [In Ukrainian].
11. Omelyuta, V. P. (Ed.) (1986). *Oblik shkidnikov i hvorob silskogospodarskih kultur*. Kiyiv: Urozhaj.
12. Polozhencev, P. A., & Kozlov, V. F. (1971). *Malyj atlas entomofagov*. Moskva: Lesnaya promyshlennost [In Russian].
13. Polyakov, I. Ya. (Ed.) (1975). *Prognoz razvitiya vreditelej selskohozyajstvennyh kultur*. Leningrad: Kolos [In Russian].
14. Prognoz fitosanitarnogo stanu agrocenoziv Ukrayini ta rekomendaciyi shodo zahistu roslin u 2012 r. (2012). *Ministerstvo agrarnoyi politiki ta prodovolstva Ukrayini. Nacionalna akademiya agrarnih nauk Ukrayini, Golovna derzhavna inspekciya zahistu roslin*. Kiyiv [In Ukrainian].
15. Ribka, V., Lyashenko, N., & Dudka, M. (2018). *Agrobiznes sododni*, 19, 12 [In Ukrainian].
16. Sekun, M. P. (2011). Najposhirenishi shkidniki kukurudzi. *Propoziciya spec. vidannya*, 3, 32 [In Ukrainian].
17. Tribel, S. O., Strigun, O. O., Bahmut, O. O., Boyko, M.G. (2009). *Shkidniki kukurudzi*. Kiyiv: Kolobig [In Ukrainian].
18. Fedorenko, V. P., Pokozij, J. T., & Krut, M. V. (2004). *Shkidniki silskogospodarskih roslin*. Kiyiv: Kolobig [In Ukrainian].
19. Chajka, V. M. (2003). Problemi prognozu masovih rozmnozhen komah. Monitoring shkidlivoyi entomofauni – osnova prognozu fitosanitarnogo stanu agrocenoziv. *Izvestiya Harkovskogo entomologicheskogo obshestva*, 10, 1–2, 148–157 [In Ukrainian].
20. Issledovaniya promyshlennyh rynkov. (2016). Retrieved from: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni> [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 25.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляска Ю. М., Стригун О. О. Видовий склад основних шкідників агроценозу кукурудзи Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 45–52.

© Ляска Юлія Миколаївна, Стригун Олександр Олександрович, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.15:631.147 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.06

THE RESISTANCE OF CORN SELF-POLLINATED LINES AND HYBRIDS TO MAJOR DISEASES AND PESTS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

O. M. Kolisnyk,

ORCID ID: [0000-0002-1769-952X](https://orcid.org/0000-0002-1769-952X), E-mail: ooov@i.ua,

Vinnitsia National Agrarian University, 3, Soniachna str., Vinnitsia, 21008, Ukraine

The purpose of the work was to study and identify self-pollinated lines for the resistance to major diseases and pests, to identify the determinants for developing the principles of selecting parental pairs in creating corn hybrids resistant to the complex of entomo- and phyto-pathogens adapted to the conditions of the Forest-Steppe of the Right-Bank Ukraine. The results of the gradation grouping show that among the self-pollinated corn lines of the collection 28.0 % had high, 50.0 % – average and 22.0 % – low yields, while 10.5 % of simple hybrids belonged to the group with high yields, 54.6 % – to the average, and 34.9 % – to low-yielding. Taking into account that among these 10.5 % hybrid combinations with the yields above 5.5 t/ha, hybrid combinations with complex resistance to diseases and pests are present on the basis of singled out by us self-pollinated donor lines resistant to entomo- and phyto-pathogens, confirms the principles formulated by us as to selecting parental pairs. Simple hybrids based on such valuable donors of complex resistance to pests and diseases, as YX 405, MA 22, YXK 409, CM 5-1-1, F 502 belong to the group of high-yielding. The most uniform distribution was recorded as to damaging by the corn moth, a high resistance to which 42.0 % of self-pollinated lines and 29.1 % of simple hybrids were characterized. A large number of self-pollinated lines had high resistance to corn smut (80.0 %) and flying smut (54.0 %). There were fewer highly resistant simple hybrid combinations to these diseases: 45.3 and 43.0 %, respectively. Thus, in order to obtain hybrids resistant to corn moth, it is necessary to choose both parental forms resistant to this pest, as evidenced by rather close correlation and the results of our previous analysis. As to inheriting the resistance to the corn moth damage, a strong link between the hybrids and the two parent forms ($r = 0.890$; 0.874) is observed, which also requires the selection of both parental forms highly resistant to damage by the above mentioned pest to obtain the identical hybrid progeny. The determined sources of stability conducted by correlation analysis confirmed their general effectiveness in hybrid combinations. The outlined self-pollinated lines that are considered to be valuable and promising as to their further using in breeding practice to create entomo- and phyto-pathogen resistant hybrids are recommended for future studying and using. The conducted research has become the basis for developing practical recommendations and improving the method of determining the resistance of corn plants to pathogens of flying and corn smut.

Keywords: corn, self-pollinated lines, corn and flying smut, assessment of resistance, group of ripeness, selection.

СТІЙКІСТЬ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ДО ОСНОВНИХ ХВОРОБ ТА ШКІДНИКІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

O. M. Колісник,

Вінницький національний аграрний університет, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

Представлено результати досліджень із вивчення самозапилених ліній та ідентифікація за стійкістю до основних хвороб та шкідників, виявлення детермінуючих ознак для розробки принципів підбору батьківських пар при створенні гібридів кукурудзи, стійких до комплексу ентомо- та фітопа-

тогенів, адаптованих до умов Правобережного Лісостепу України. За результатами дослідження рівнів урожайності самозапилених ліній кукурудзи виявлено високу врожайність ($> 2,5$ т/га) ліній – В 37, СМ 5-1-1, СО 91, СО 108, К 212, МА 22, ОН 43 Н.т., W 401, УХ 405, УХК 411, ХЛГ 42, ХЛГ 45, ХЛГ 224, ХЛГ 562 і ХЛГ 1339. Результати градаційного групування свідчать, що серед самозапилених ліній робочої колекції 28,0 % мали високий, 50,0 % – середній та 22,0 % – низький рівні врожайності. Водночас, коли прості гібриди можна схарактеризувати тим, що 10,5 % з них належали до групи із високою врожайністю, 54,6 % – до середньої, та 34,9 % – до низьковрожайної. Зважаючи, що серед цих 10,5 % гібридних комбінацій, які мають рівень урожайності вищий за 5,5 т/га, присутні гібридні комбінації з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників саме на підставі виділених нами самозапилених ліній донорів стійкості до ентомо- та фітопатогенів, що вказує на підтвердження сформульованих нами принципів підбору батьківських пар. До групи високоврожайних відносять, зокрема прості гібриди на основі таких цінних донорів комплексної стійкості до шкідників і хвороб, як УХ 405, МА 22, УХК 409, СМ 5-1-1, F 502. Найбільш рівномірний розподіл зафіксовано до пошкодження кукурудзяним метеликом, високу стійкість до якого мали 42,0 % самозапилених ліній та 29,1 % – простих гібридів. Значна кількість самозапилених ліній мала високу стійкість до ураження пухирчастою сажкою (80,0 %) та летючою сажкою (54,0 %). Високостійких гібридних комбінацій до даних хвороб було менше: 45,3 та 43,0 %, відповідно. Стосовно успадкування гібридами стійкості до ушкодження шведською мухою, то прослідковується сильний зв'язок між гібридами та обома батьківськими формами ($r = 0,890; 0,874$), що також вимагає підбору обох високостійких до пошкодження цим шкідником батьківських форм для отримання ідентичного гібридного потомства. Визначені джерела стійкості за проведеним кореляційним аналізом підтвердили свою загальну ефективність у гібридних комбінаціях. Окреслені самозапилені лінії, які віднесено до цінних та перспективних з позиції подальшого використання в селекційній практиці для створення стійких до ентомо- та фітопатогенів, будуть рекомендовані для перспективного вивчення і використання.

Ключові слова: кукурудза, самозапилені лінії, пухирчата і летюча сажка, оцінка стійкості, група стиглості, селекція.

УСТОЙЧИВОСТЬ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ КУКУРУДЫ К ОСНОВНЫМ БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

О. Н. Колесник,

Винницкий национальный аграрный университет, ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина

Изложены результаты исследований по изучению самоопыляемых линий и идентификация по устойчивости к основным болезням и вредителям, выявление детерминирующих признаков для разработки принципов подбора родительских пар при создании гибридов кукурузы, устойчивых к комплексу энтомо- и фитопатогенов, адаптированных к условиям Правобережной Лесостепи Украины. Цель исследований заключалась в следующем: определить источники устойчивости к отдельным болезням и вредителям, а также линии, которые сочетают высокую БКС по признаку устойчивости с урожайностью зерна; выявить эффекта гетерозиса в простых гибридах кукурузы по урожайности и устойчивости к болезням и вредителям; определить влияние основных болезней и вредителей в условиях Лесостепи правобережной Украины и дать экономическую оценку выращивания перспективных гибридов кукурузы. Проведенные исследования стали основанием для разработки практических рекомендаций и совершенствования методики по определению устойчивости растений кукурузы к возбудителям летучей и пузырчатой головни.

Ключевые слова: кукуруза, самоопыляемые линии, пузырчатая и летучая головня, оценка устойчивости, группа спелости, селекция.

Вступ

У селекції кукурудзи значної уваги потребує створення гібридів, які за умови високих урожайних властивостей мали би стійкість до шкідливих організмів. Впровадження таких гібридів дасть змогу значно поліпшити вирощування кукурудзи у Правобережному Лісостепу України та отримати стійкі гібриди до хвороб та шкідників [1, 2].

Кукурудза – культура, що домінує в загальному світовому зерновому виробництві. На загальній площі у 162 млн га виробляється близько 850 млн тон кукурудзи, при середній урожайності 5,2 т/га. Виробництво зерна цієї культури у світі за останній період зросло до вказаних рекордних 850 млн т, 39,0–46,2 % її збирається у США, високі валові збори також у Китаї та Бразилії [3, 4, 11, 14, 17, 18, 19].

В Україні кукурудза займає 4,5–5,0 млн га, що становить майже чверть усіх зернових культур. На зерно її вирощується 4,0–4,5 млн га, на силос і зелений корм – 0,2–0,4 млн га [5, 6, 7, 12, 15]. Впровадження у виробництво інтенсивної технології і нових високопродуктивних гібридів дозволило значно підвищити урожайність кукурудзи на великих площах. Багато кращих господарств одержують 9–10 т/га і більше, зокрема і в нових районах кукурудзосіяння (Полісся України). У деяких областях України урожай становить 5,5–6,0 т/га, але взагалі по Україні урожайність кукурудзи залишається низькою, зокрема і внаслідок енто- та фітопатогенів [8, 9, 10, 13, 16, 20].

Метою роботи була розробка та ідентифікація самозапилених ліній за стійкістю до основних хвороб та шкідників, виявлення детермінуючих ознак для розробки принципів підбору батьківських пар при створенні гібридів кукурудзи стійких до комплексу ентомо- та фітопатогенів, адаптованих до умов Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень

Польові методи для індивідуального добору в селекційному розсаднику, фенологічні спостереження та добір зразків; лабораторні – для аналізу рослин за морфологічними ознаками, генетичні – для виявлення селекційно-генетичних особливостей ліній кукурудзи при створенні гібридів різних груп стиглості, використовуючи монокультуру в поєднанні з цінними господарськими ознаками зі стійкістю до хвороб та шкідників; статистичні – для встановлення закономірностей мінливості ознак та ступеня достовірності між варіантами досліду; порівняльно-розрахункові – для визначення економічної ефективності.

На території Вінницького району, де знаходиться зона досліджень, клімат помірно теплий. Зима розпочинається у другій–третьій декадах листопада. Сніговий покрив формується в середньому у третій декаді грудня і сходить у третій декаді березня. Висота його в західних і південних частинах зони коливається в межах 13–20 см, а у східній частині – 26–35 см. Середньомісячна температура повітря в січні і лютому змінюється від –4 до –8,0 °С. Для цієї зони характерні тривалі відлиги, під час яких температура повітря в окремі роки підвищується до +12 – +14 °С.

Весна триває від 65 до 75 діб. Перехід температури повітря через +5 °С спостерігається в першій декаді квітня.

Літо відзначається високими і стійкими температурами. У липні середньомісячна температура повітря змінюється від +10 °С на заході і до –20 °С на сході. Абсолютний максимум температур сягає +39–49 °С.

Тривалість вегетаційного періоду складає 150–170 діб. При цьому нерідко спостерігаються посушливі періоди і суховії.

За середньобогаторічними даними, кукурудза в зоні досліджень проходить основні фази розвитку в такі календарні дати: сходи 20.05; 3-й листок – 26.05; поява волотей – 14.07; цвітіння качанів – 20.07; молочна стиглість зерна – 22.08; воскова стиглість зерна – 11.09 [5].

Отже, найбільш сприятливими для росту і розвитку кукурудзи за погодними показниками були два перших роки спостереження. Вони сприяли стійкості кукурудзи до ураження хворобами та шкідниками й інтенсивному росту і розвитку рослин. А на третьому році спостерігалось значне погіршення кліматичних умов через тривалий посушливий період, який припав на фази цвітіння волоті і качанів та формування зерна.

Результати досліджень та їх обговорення

Було отримано гібриди кукурудзи, які мають високу та стабільну врожайність, що залишається одним із головних завдань у селекції цієї культури.

Випробовуючи вихідний матеріал кукурудзи до хвороб та шкідників, нами було встановлено, що найбільш придатними до таких умов, є зразки, які поєднують у генотипі високу зернову продуктивність із комплексною стійкістю до шкідливих організмів.

Вивчення рівнів урожайності самозапилених ліній і простих гібридів дозволило провести їх розподіл на три групи: високо-, середньо- та низьковрожайні.

За результатами дослідження рівнів урожайності самозапилених ліній кукурудзи (табл. 1), нами було

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

встановлено, що висока врожайність (> 2,5 т/га) була в ліній – В 37, СМ 5-1-1, СО 91, СО 108, К 212, МА 22, Оh 43 Н.т., W 401, УХ 405, УХК 411, ХЛГ 42, ХЛГ 45, ХЛГ 224, ХЛГ 562 і ХЛГ 1339.

1. Групи самозапилених ліній кукурудзи за врожайністю, 2015–2017 рр.

Самозапилена лінія	Рівень урожайності, т/га	$X_{\text{сер}} \pm S_x$
В 37, СМ 5-1-1, СО 91, СО 108, К 212, МА 22, Оh 43Н.т., W 401 (81), УХ 405, УХК 411, ХЛГ 42, ХЛГ 45, ХЛГ 224, ХЛГ 562, ХЛГ 1339.	високий, >2,5	2,97±0,114
AS 77-4-1, СМ 7 (St), F 7 (81), F 502, К 210, KL 17, МА 17, МА 23С, МА 61 А37, PLS 61, S 35, S 38, УХК 372, ХЛГ 33, ХЛГ 85, ХЛГ 163, ХЛГ 189, ХЛГ 272, ХЛГ 293, ХЛГ 386, ХЛГ 489, ХЛГ 1128, ХЛГ 1216, ХЛГ 1278.	середній, 1,5–2,5	2,01±0,052
СО 113, СО 255, F 101, FS 200, KL 13, МА 11, ДК44-1, УХК 409, ХЛГ 81, ХЛГ 294, ХЛГ 998.	низький, <1,5	1,33±0,042

Низькою врожайністю зерна (< 1,5 т/га) відзначались самозапилені лінії СО 113, СО 255, F 101, FS 200, KL 13, МА 11, ДК 44-1, УХК 409, ХЛГ 81, ХЛГ 294 та ХЛГ 998, які не представляють селекційної цінності для досліджень у цьому напрямі.

Отже, вихідний матеріал, який має високий та середній рівні врожайності, найбільш доцільно використовувати за батьківські форми для селекції високоврожайних гетерозисних гібридів кукурудзи, стійких до хвороб та шкідників.

Створені на основі самозапилених ліній робочої колекції прості гібриди також відрізнялися різним рівнем урожайності (табл. 2).

З даних видно, що у групу найбільш продуктивних гібридів входять такі, які створено з участю ліній, що мають високі позитивні значення ЗКЗ за урожайністю зерна УХ 405, МА 22, СО 108 та інші.

2. Групи простих гібридів кукурудзи за врожайністю та стійкістю до хвороб та шкідників, 2016–2017 рр.

Простий гібрид	Рівень урожайності, т/га	$X_{\text{сер}} \pm S_x$
ХЛГ562 / PIS61, ХЛГ294 / ХЛГ293, УХ405 / СМ5-1-1, СО113 / AS77-4-1, AS 77-4-1 / СО 113, МА 22 / УХ 405, УХ 405 / УХК 409, СМ5-1-1 / УХ 405, УХ 405 / МА 22, В 37 / МА 61 А37, F 502 / УХ 405, Дніпровський 284МВ (st), Молдавський 291 АМВ (st).	Високий, > 5,5	5,91±0,32
F101 / FS200, ХЛГ272 / ХЛГ81, PLS61 / ХЛГ562, СО255 / УХ405, УХК411 / KL17, KL17 / МА22, СО 91 / УХК372, УХ405 / СО 255, СО 255 / СО 108, ХЛГ 1216 / ХЛГ 1278, KL 17 / F 502, УХК 409 / F502, МА22 / F502, СО108 / СО255, СО108 / СМ5-1-1, СМ5-1-1 / СО 108, УХК 409 x СМ 5-1-1, F 502 x СО 108, МА 22 x СМ 5-1-1, СМ 5-1-1 / МА 22, ХЛГ 293 / ХЛГ 294, СО 108 / F 502, ХЛГ 1339 / ХЛГ1128, СМ5-1-1 / F502, F502 / МА 22, F 502 / СМ5-1-1, УХ405 / F 502, ХЛГ 1128 / ХЛГ 1339, МА 22 / СО 108, KL 17 / СМ 5-1-1, ДК44-1 / ХЛГ 42, СО 108 / KL 17, МА 22 / KL 17, УХК 409 / KL 17, F 502 / УХК 409, F 502 / KL 17, УХ 405 / СО 108, ХЛГ42 / ДК 44-1, УХК 409 / УХ 405, KL 17 / УХ 405, KL 17 / СО 108, УХК 409 / СО108, МА 22 / УХК 409, УХ 405 / KL 17, МА 61 А37 / В 37, Дніпровський 172 МВ (St).	Середній, 4,5–5,5	4,87±0,43
F101 / МА11, МА11 / F101, FS200 / S 38, S 38 / S 35, ХЛГ 81 / ХЛГ272, СО255 / СМ5-1-1, F502 / СО255, ХЛГ1278 / ХЛГ1216, СМ5-1-1 / УХК 409, СО 255 / МА 22, СМ5-1-1 / СО 255, УХК 409 / СО255, СО255 / F 502, S 35 / S 38, МА 22 / СО255, СО255 / KL17, KL 17 / СО 255, ХЛГ 163 / ХЛГ 33, СО 108 / МА 22, УХК 372 / О 91, KL 13 / УХК 411, ХЛГ 33 / ХЛГ 163, СО 255 / УХК 409, УХК 409 / МА 22, СМ5-1-1 / KL 17, ХЛГ 85 / ХЛГ 45, KL 17 / УХК 409, СО 108 / УХ 405, СО 108 / УХК 409.	Низький, < 4,5	4,01±0,85

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

Крім того, результати градаційного групування свідчать (табл. 3), що серед самозапилених ліній робочої колекції 28,0 % мали високий, 50,0 % – середній та 22,0 % – низький рівні врожайності.

3. Результати градаційного групування

Самозапилені лінії (середнє за 2015–2017 рр.)		
Висока >2,5 т/га	Середня 1,5–2,5 т/га	Низька <1,5 т/га
28,0	50,0	22,0
Прості гібриди (середнє за 2015–2017 рр.)		
Висока >5,5 т/га	Середня 4,5–5,5 т/га	Низька <4,5 т/га
10,5	54,6	34,9

Тоді, коли прості гібриди можна схарактеризувати тим, що 10,5 % з них належали до групи із високою врожайністю, 54,6 % – до середньої, та 34,9 % – до низьковрожайної. Зважаючи, що серед цих 10,5 % гібридних комбінацій, які мають рівень врожайності вищий за 5,5 т/га, присутні гібридні комбінації з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників саме на підставі виділених нами самозапилених ліній донорів стійкості до ентомо- та фітопатогенів, що свідчить про підтвердження сформульованих нами принципів підбору батьківських пар. До групи високоврожайних відносять, зокрема прості гібриди на основі таких цінних донорів комплексної стійкості до шкідників і хвороб, як УХ 405, МА 22, УХК 409, СМ 5-1-1, F 502.

Ефективність нашої селекційної роботи з пошуку донорів комплексної стійкості підтверджується і загальною оцінкою самозапилених ліній та простих гібридів кукурудзи (табл. 4), зокрема і на підставі тих критеріїв, які було визначено в роботі, що дало змогу рекомендувати для селекційної практики найбільш цінні та, що важливо, найбільш стабільні з них.

4. Узагальнений розподіл селекційного матеріалу кукурудзи за стійкістю до шкочочинних організмів, % (2015–2017 рр.)

Шкочочинний організм	Самозапилена лінія,			Простий гібрид,		
	Висока	Середня	Низька	Висока	Середня	Низька
Шведська муха	22,0	50,0	28,0	15,1	52,3	32,6
Кукурудзяний метелик	42,0	40,0	18,0	29,1	32,6	36,0
Пухирчаста сажка	80,0	6,0	14,0	45,3	23,3	31,4
Летюча сажка	54,0	8,0	38,0	43,0	20,9	36,1

З представлених даних видно, що самозапилені лінії та прості гібриди кукурудзи мали незначний відсоток стійкості до пошкодження шведською мухою: високостійкими виявилось 22,0 та 15,1 %, відповідно.

Найбільш рівномірний розподіл зафіксовано до пошкодження кукурудзяним метеликом, високу стійкість до якого виявили 42,0 % самозапилених ліній та 29,1 % – простих гібридів.

Значна кількість самозапилених ліній мала високу стійкість до ураження пухирчастою сажкою (80,0 %) та летючою сажкою (54,0 %). Високостійких гібридних комбінацій до таких хвороб було менше: 45,3 та 43,0 %, відповідно.

Необхідно відмітити, що близько третини (31,4 та 36,1 %) простих гібридів відзначалися низькою стійкістю до цих хвороб.

Про можливість та ефективність поєднання високої урожайності та стійкості до шкідників та хвороб в одному генотипі свідчать результати кореляційного вивчення зв'язків успадкування врожайності та стійкості до шкочочинних організмів простих гібридів, залежно від їх батьківських форм (табл. 5).

Такий аналіз засвідчив, що найвищий зв'язок спостерігався між гібридним потомством та середнім значенням для материнської та батьківської форм ($r = 0,508; 0,638$). Встановлений зв'язок середньої

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

сили пояснюється значним ефектом гетерозису за даною ознакою, а отже і значним розмахом величини зернової продуктивності гібридів, порівняно з їх батьківськими формами та нижчою кореляційною залежністю.

Вивчаючи кореляційну залежність за показником стійкості до кукурудзяного метелика між гібридами та їх материнськими і батьківськими формами і середніми показниками між батьківськими компонентами, був встановлений тісний зв'язок між середніми показниками материнських і батьківських форм гібридним потомством ($r = 0,926; 0,907$) та зв'язки середньої сили між гібридами і батьківськими ($r = 0,638; 0,592$) та материнськими ($r = 0,574; 0,595$) формами.

5. Кореляційні зв'язки між успадкуванням урожайності та стійкості до патогенів у гібридів і їх батьківських форм, за 2016–2017 рр.

Показник	2016 р.			2017 р.		
	F ₁ -♀	F ₁ -♀	F ₁ $\frac{\text{♀}}{2}$ $\frac{\text{♂}}{2}$	F ₁ -♀	F ₁ -♀	F ₁ $\frac{\text{♀}}{2}$ $\frac{\text{♂}}{2}$
Урожайність	0,262*±0,131	0,404±0,124	0,508±0,117	0,463±0,120	0,373±0,126	0,638±0,104
Кукурудзяний метелик	0,574±0,111	0,638±0,104	0,926±0,051	0,595±0,109	0,592±0,109	0,907±0,051
Шведська муха	0,495±0,118	0,671±0,100	0,890±0,061	0,390±0,125	0,754±0,089	0,874±0,066
Пухирчаста сажка	0,582±0,110	0,492±0,118	0,821±0,077	0,524±0,115	0,629±0,105	0,881±0,064
Летюча сажка	0,552±0,113	0,379±0,125	0,711±0,095	0,527±0,115	0,351±0,127	0,671±0,101

Примітка: * – показано неістотний коефіцієнт кореляції.

Отже, для отримання стійких до пошкодження кукурудзяним метеликом гібридів необхідно підбрати стійкі до цього шкідника обидві батьківські форми, про що свідчить досить тісний кореляційний зв'язок та результати проведеного нами попереднього аналізу.

Стосовно успадкування гібридами стійкості до ушкодження шведською мухою, то прослідковується сильний зв'язок між гібридами та обома батьківськими формами ($r = 0,890; 0,874$), що також вимагає підбору обох високостійких до пошкодження цим шкідником батьківських форм для отримання ідентичного гібридного потомства.

Кореляційна залежність між успадкуванням стійкості гібридних комбінацій до ураження пухирчастою сажкою від їх батьківських форм показала, що найвищий зв'язок спостерігався між гібридами і обома батьківськими формами ($r = 0,821; 0,881$), а між гібридами і материнськими ($r = 0,582; 0,524$) та батьківськими формами ($r = 0,492; 0,629$) встановлені зв'язки середньої сили.

Висновки

Отже, стійкість гібридів до пухирчастої сажки залежить від кількості стійких до цієї хвороби батьківських форм. Вивчення ступеня успадкування стійкості до летючої сажки шляхом визначення кореляційної залежності стійкості між гібридами та їх батьківськими формами показало, що найвищий кореляційний зв'язок встановлений між гібридами і середнім обох батьківських форм ($r = 0,711; 0,671$), а також між гібридами і материнськими формами ($r = 0,552; 0,527$). Отримані результати вказують на тісну залежність гібридів від обох батьківських форм, а також на перевагу материнського успадкування. Для отримання гібридів кукурудзи, стійких до летючої сажки, необхідно підбирати високоврожайні та стійкі до шкідників і хвороб обидві батьківські форми, про що свідчить кореляційний зв'язок між простими гібридами і середнім значенням батьківських форм ($r = 0,508...0,926$), за відповідними ознаками. Отже, представлені результати дали можливість окреслити основні принципи підбору батьківських пар для створення високоврожайних та маючих комплексну стійкість до основних шкідників і хвороб гібридів. Визначені

джерела стійкості за проведенням кореляційним аналізом підтвердили свою загальну ефективність у гібридних комбінаціях. Окреслені самозапилені лінії, які віднесено до цінних та перспективних з позиції подальшого використання у селекційній практиці для створення стійких до ентомо- та фітопатогенів, будуть рекомендовані для перспективного вивчення і використання.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому заплановано дослідження в селекційній практиці з метою створення багатолінійних гібридів кукурудзи, які характеризуються підвищеною стійкістю (9 балів) до хвороб та шкідників.

References

1. Avramenko, S., Tsekhmeistruk, M., & Hlubokyi, O. (2011). Biologichna urozhainist prosapnykh kultur. *Agroexpert: praktychnyi posibnyk ahrariia*, 7 (36), 22–24 [In Ukrainian].
2. Azizov, S. P., Kaninskyi, P. K., Skupyi, V. M. (2001). *Orhanizatsiia vyrobnytstva i ahrarnoho biznesu v silskohospodarskykh pidpriemstvakh*. Kyiv: KAE [In Ukrainian].
3. Andriichuk, V. H. (2002). *Ekonomika ahrarnykh pidpriemstv: Pidruchnyk. 2-he vyd., dop. i pereroblene*. Kyiv: KNEU [In Ukrainian].
4. Blium, Ya. B., Heletukha, H. H., Hryhoriuk, I. P., Dubrovin, V. O., & Yemets, A. I., (2010). *Novitni tekhnolohii bioenerhokonversii: monohrafiia*. Kyiv : Ahrar Media Hrup [In Ukrainian].
5. Vovkodav, V. V. (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi)*. Kyiv [In Ukrainian].
6. Kolisnyk, O. M. (2016). Stiikist samozapylenykh liniu kukurudzy na stiikist do ustilagozeae i sphacelothecareilina. *Selektsiino-henetychna nauka i osvita: materialy mizhnarodnoi konferentsii*. Uman [In Ukrainian].
7. Kolisnyk, O. M., & Vatamanyuk, O. V. (2010). Stiykist samozapylenykh liniy kukurudzy do Ustilagozeae Beck. *Khranenyie y pererabotka zerna. Nauchno-praktycheskyi zhurnal*, 8 (134), 28–30 [In Ukrainian].
8. Lebid, Ye. M., Tsykov V. S., Pashchenko, Yu. M. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].
9. Mazur, V. A., Palamarchuk, V. D., & Polishchuk, I. S. (2017). *Novitni ahrotekhnolohii u roslynnytvi: Pidruchnyk*. Vinnytsia [In Ukrainian].
10. Mazur, V. A., & Kolisnyk, O. M. (2016). Estimation of self-pollinated lines and hybrids of corn of different vegetation period for resistance to disease and pests damage in the conditions of right-bank forest-steppe. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 4, 28–30 [In Ukrainian].
11. Palamarchuk, V. D., Klymchuk, O. V., Polishchuk, I. S., Kolisnyk, O. M., & Borivskyy, A. F. (2010). *Ekoloho-biologichni ta tekhnologichni pryntsyvy vyroshchuvannya polovykh kultur: Navch. Posibnyk*. Vinnytsya [In Ukrainian].
12. Palamarchuk, V. D., Mazur, V. A., Zozulya, O. L. (2009). Kukurudza selektsiya ta vyroshchuvannya hibrydiv: monohrafiya. Vinnytsya [In Ukrainian].
13. Pivoshenko, I. M. (1997). *Klimat Vinnytskoi oblasti*. Vinnytsia [In Ukrainian].
14. Porokhniuk, A. H., Mamalyha, V. S. (1994). *Metodychni vkazivky po ekolohichnomu obgruntuvanniu diplomnykh robit studentamy ahronomichnoho fakultetu*. Vinnytsia [In Ukrainian].
15. Rathinasabapathi, B., Liu, X., Cao, Y., & Ma, L. Q. (2018). Phosphate-Solubilizing Pseudomonads for Improving Crop Plant Nutrition and Agricultural Productivity. *Crop Improvement Through Microbial Biotechnology*, 363–372. doi:10.1016/b978-0-444-63987-5.00018-9.
16. Braunova, O. & Bernat, Y. (1980). Utilization of phosphorus from Ca₃(PO₄)₂ by soil micromycetes. *Acta fac. rerum natur. Univ. comen. Microbiol*, 8-9, 129–142.
17. Kloepper, J. W., Ryu, C.-M., & Zhang, S. (2004). Induced Systemic Resistance and Promotion of Plant Growth by Bacillus spp. *Phytopathology*, 94 (11), 1259–1266. doi:10.1094/phyto.2004.94.11.1259.
18. Hasan, M. M., Hasan, M. M., Teixeira da Silva, J. A., & Li, X. (2016). Regulation of phosphorus uptake and utilization: transitioning from current knowledge to practical strategies. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 21(10), 1–9. doi:10.1186/s11658-016-0008-y.
19. Park, J., Bolan, N., Mallavarapu, M., & Naidu, R. (2010). Enhancing the solubility of in soluble phosphorus compounds by phosphate solubilizing bacteria. *19-th World Congres of Soil Science*. Brisbane, Australia.

20. Palamarchuk, V., & Telekalo, N. (2018). The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (5), 783–790.

Стаття надійшла до редакції 27.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Колісник О. М. Стійкість самозапилених ліній та гібридів кукурудзи до основних хвороб та шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 53–60.

© Колісник Олег Миколайович, 2019



original article | UCD: 574:630.16(477.42) | doi: 10.31210/visnyk2019.02.07

THE CONTENT OF ^{137}Cs IN THE ABOVEGROUND PART OF PLANTS IN FRESH PINE WOODS OF UKRAINIAN POLISSIA

V. V. Melnyk,

ORCID ID: [0000-0002-3551-5085](https://orcid.org/0000-0002-3551-5085), E-mail: melnyk_vika91@ukr.net,

Zhytomyr State Technological University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, 10005, Ukraine

The radioactive contamination of the aboveground part of plants of pine plantations with ^{137}Cs under the conditions of fresh pine woods of Ukrainian Polissia was investigated. The research was conducted on sample plots established in the Narodychy forestry, where six samples of the aboveground parts of plant species and the corresponding samples of soil were selected. Before measuring ^{137}Cs specific activity all samples were dried to air-dry state and homogenized. The classical method of comparative ecology was taken as a basis of the researches. The average value of soil radioactive contamination within the permanent sample plots varied from 106 to 380 kBq/m² (the variation coefficient was 29 %). Significant fluctuations of the specific activity values of ^{137}Cs for all the investigated species were found. The maximal content of ^{137}Cs was found in the aboveground part of *Melampyrum pratense* (104291 Bq/kg) and the minimal one – in *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench (217 Bq/kg). While comparing the content of ^{137}Cs in the aboveground part of the Poaceae family, it was found that the *Koeleria glauca* (Spreng.) DC was characterized by considerably higher values of the investigated index than the *Festuca ovina* L. In the process of analyzing ^{137}Cs concentration in the aboveground part of *Vaccinium vitis-idaea* L. and *Calluna vulgaris* (L.) Hill, the fluctuation of the investigated parameter was found within each sample plot. Intensity indices of ^{137}Cs incoming in the aboveground part of plants of fresh pine woods for all the researched species varied considerably: the accumulation coefficient varied from 0.1 to 53.9, the transition coefficient – from 0.8 to 594 m²·kg⁻¹·10⁻³. According to the results of a single-factor analysis of variance, the aboveground parts of plants were classified into 5 groups as to their ability to accumulate ^{137}Cs . By the accumulation intensity of ^{137}Cs in fresh pine woods plants can be represented in the following order: *Melampyrum pratense* > *Calluna vulgaris* (L.) Hill. > *Vaccinium vitis-idaea* L. > *Koeleria glauca* (Spreng.) DC > *Festuca ovina* L. > *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench. The concentration values of ^{137}Cs in the studied species have a close linear relation with the value of the density of soil radioactive contamination.

Key words: radioactive contamination, ^{137}Cs , specific activity, transition coefficient, aboveground part of plant.

ВМІСТ ^{137}CS У НАЗЕМНІЙ ФІТОМАСІ РОСЛИН СВІЖИХ БОРІВ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

V. V. Мельник,

Житомирський державний технологічний університет, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005, Україна

Досліджено радіоактивне забруднення ^{137}Cs наземної фітомаси рослин соснових насаджень в умовах свіжих борів Українського Полісся. Дослідження проводилися на пробних площах, закладених у Народицькому лісництві, було відібрано зразки 6-х видів наземної фітомаси рослин та відповідні до них зразки ґрунту. Перед вимірюванням питомої активності ^{137}Cs усі зразки висушувалися до повітряно-сухого стану та гомогенізувалися. В основу досліджень покладено класичний метод порівняльної екології. Середня величина радіоактивного забруднення ґрунту в межах постійних пробних площ варіювала від 106 до 380 кБк/м² (коефіцієнт варіації становив 29 %). Виявлено значні коливання величин питомої активності ^{137}Cs для всіх досліджуваних видів. Максимальний вміст ^{137}Cs виявлено в

наземній фітомасі перестріча лучного (104291 Бк/кг), а мінімальний – у смовді гірській (217 Бк/кг). Порівнюючи вміст ^{137}Cs у наземній фітомасі родини Тонконогові з'ясовано, що кипець сизий характеризується значно вищими значеннями досліджуваного показника, ніж костриця овеча. Аналізуючи концентрацію ^{137}Cs у наземній фітомасі брусниці та вереса звичайного було виявлено коливання досліджуваного показника в межах кожної пробної площі. Показники інтенсивності надходження ^{137}Cs у наземну фітомасу рослин свіжих борів для досліджуваних видів варіювали у широких межах: коефіцієнт накопичення від 0,1 до 53,9, коефіцієнт переходу – від 0,8 до $594 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$. За результатами однофакторного дисперсійного аналізу наземну фітомасу рослин за здатністю до акумуляції ^{137}Cs було віднесено до п'яти груп. За інтенсивністю накопичення ^{137}Cs у рослинах свіжих борів маємо такий висхідний ряд: перестріч лучний > верес звичайний > брусниця > кипець сизий > костриця овеча > смовдь гірська. Значення концентрації ^{137}Cs у досліджуваних видах мають тісний лінійний зв'язок з величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, ^{137}Cs , питома активність, коефіцієнт переходу, наземна фітомаса.

СОДЕРЖАНИЕ ^{137}CS В НАЗЕМНОЙ ФИТОМАССЕ РАСТЕНИЙ СВЕЖИХ БОРОВ ЛЕСОВ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

В. В. Мельник,

Житомирский государственный технологический университет, ул. Чудновская, 103, г. Житомир, 10005, Украина

Исследовано радиоактивное загрязнение ^{137}Cs наземной фитомассы растений сосновых насаждений в условиях свежих боров Украинского Полесья. Средняя величина радиоактивного загрязнения почвы в пределах постоянных пробных площадей варьировала от 106 до 380 кБк/м² (коэффициент вариации составил 29 %). Выявлены значительные колебания величин удельной активности ^{137}Cs для всех исследуемых видов. Максимальное содержание ^{137}Cs наблюдалось в наземной фитомассе марьянника лугового (104291 Бк/кг), а минимальное – в горичнике горном (217 Бк/кг). Показатели интенсивности поступления ^{137}Cs в наземную фитомассу растений свежих боров для исследуемых видов варьировали в широких пределах: коэффициент накопления – от 0,1 до 53,9, коэффициент перехода – от 0,8 до $594 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$. По результатам однофакторного дисперсионного анализа наземную фитомассу растений по способности к аккумуляции ^{137}Cs разделено на 5 групп. Интенсивность накопления ^{137}Cs в растениях свежих боров представлена в следующем ряду: марьянник луговой > вереск обыкновенный > брусника > тонконог сизый > костра овечья > горичник горный.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, ^{137}Cs , удельная активность, коэффициент перехода, наземная фитомасса.

Вступ

У результаті аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) відбулося надходження радіонуклідів до лісових екосистем, їх подальше переміщення до ґрунту та перерозподіл у численних складових лісових біоценозах. Частина компонентів лісових екосистем широко використовується у практиці ведення лісового господарства та місцевим населенням для власного вжитку. Водночас у багатьох регіонах України введена регламентація заготівлі продукції лісового господарства внаслідок значного радіоактивного забруднення [1, 12–15, 25]. Використовуючи або споживаючи «дари лісу», місцеве населення одержить значне додаткове дозове навантаження – від 12 до 40 % у всього населення та від 50 до 95 % у критичних груп населення [6, 19]. З часу аварії на ЧАЕС відбулися суттєві зміни в радіаційній ситуації на всій території України, зокрема і у лісах. Тому такі обставини вимагають уточнення численних, встановлених раніше, положень щодо можливості використання дикорослих лісових рослин для забезпечення потреб місцевого населення.

Перші дослідження з вивчення розподілу радіоактивних елементів у компонентах лісових екосистем розпочалися в Радянському Союзі. Насамперед, дослідники зазначили значні відмінності у рівнях радіоактивного забруднення різних компонентів окремих ярусів лісової рослинності. Було виявлено, що мінімальні величини питомої активності радіонуклідів були у деревині, а максимальні – в мохах і лісовій підстилці [7, 17, 27]. Дослідники відмічали значну акумулюючу роль лісових рослин та варі-

ювання показника інтенсивності надходження ^{137}Cs до різних видів у межах одного і того самого еко-топу, широкий діапазон рівнів їхнього радіоактивного забруднення та важливу роль у перерозподілі радіонуклідів у лісових біогеоценозах [1, 7, 11, 17, 18, 20, 24, 27]. У перші 10–20 років після аварії на ЧАЕС з'явилася достатня кількість публікацій [5, 11, 20, 23, 26, 28], у яких описано основні фактори, що впливають на інтенсивність накопичення радіонуклідів рослинами: систематичне положення, життєва форма, утворення симбіозу з мікоризою грибів, глибина розміщення кореневої системи у ґрунті, тип ґрунту, мінералогічний та гранулометричний склад ґрунту, багатство (кількість мінерального азоту), вологість, кислотність (рН), вміст органічної речовини, вміст обмінних K^+ і Ca^{2+} , ізотопний склад радіоактивних випадінь, їхні фізико-хімічні властивості, форма і шлях надходження радіонуклідів до екосистеми.

Натепер основним шляхом надходження радіонуклідів у рослини є кореневий. Доведено, що інтенсивність надходження ^{137}Cs та ^{90}Sr з ґрунту в рослини різних видів прямо залежить від вертикального розподілу радіонуклідів та інтенсивності кореневої діяльності рослин по профілю ґрунту [9, 12, 14, 23]. Чим глибше розміщується коренева система рослин, тим меншим є надходження радіонуклідів до наземної фітомаси. Саме тому за будовою кореневої системи рослин дослідники представили такий ряд за збільшенням вмісту ^{137}Cs в рослинах: стрижнева коренева система < мичкувата коренева система < повзучі горизонтальні кореневища [12, 16].

Проводячи низку досліджень, білоруські дослідники [2] розділили таксони дикорослих рослин на три групи за інтенсивністю акумуляції радіонуклідів. За їхніми даними, концентраторами ^{137}Cs є рослини родин Ranunculaceae, Lythraceae, Scrophulariaceae, Iridaceae; дискримінаторами – родин Gentianaceae, Onagraceae, Ariaceae, Hypericaceae та група рослин, що характеризується значним діапазоном значень коефіцієнту накопичення – Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae.

У публікаціях інших дослідників [3–5, 10, 21, 28] було зроблено висновок, що величина коефіцієнта переходу ^{137}Cs у рослини залежить від типу лісорослинних умов. Рослини зеленомошних сосняків учені розташували в порядку зменшення коефіцієнту переходу радіонукліду з ґрунту: папороті (Polypodiophyta) – родини Scrophulariaceae (Melampyrum sp.) – Polygonaceae (Rumex sp.) – Vacciniaceae (Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea) – Hypericaceae – Asteraceae – Liliaceae – Lamiaceae – Rosaceae (Fragaria vesca) – Poaceae – Pyrolaceae, а в сосняках чорничних: папороті – Ericaceae – Vacciniaceae – Scrophulariaceae – Primulaceae – Liliaceae – Rosaceae.

Отже, значна група дослідників зробила досить подібні висновки: найбільше накопичення ^{137}Cs відмічене у папоротеподібних, а найменше – у вищих квіткових рослинах; спостерігається значна міжвидова відмінність в акумуляції ^{137}Cs в одному типі лісорослинних умов; величина коефіцієнта переходу ^{137}Cs тісно залежить від типу лісового ґрунту, розподілу корневих систем по глибині ґрунтового профілю, вмісту обмінних форм радіонуклідів у відповідних горизонтах; у гігоморфних ландшафтах накопичення ^{137}Cs на 1–2 порядки вище, ніж в автоморфних; у межах одного едотопу спостерігається 5–6-ти кратна різниця мінімальних та максимальних значень коефіцієнту переходу ^{137}Cs у наземну фітотому рослин [5, 8, 10–12, 21, 22, 27, 28].

Аналізуючи літературні джерела, у яких ідеться про радіоактивне забруднення наземної фітомаси рослин лісових екосистем, можна зробити висновок про різні ступені вивчення того чи того питання. Окремі проблеми zostалися поза увагою дослідників, деякі вивчені фрагментарно, а частина потребує більш поглибленого вивчення. Крім того, більшість публікацій написана за результатами досліджень, проведених у перші 15–20 років з часу аварії на ЧАЕС. *Мета* нашої роботи – вивчення вмісту ^{137}Cs у наземній фітотомі рослин свіжих борів Українського Полісся на сучасному етапі. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі *завдання*: дослідити і проаналізувати показники інтенсивності надходження радіонукліду до наземної фітомаси найбільш поширених видів рослин.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилося у 2016 році на постійних пробних площах (ППП), розташованих у Народицькому лісництві ДП «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» (ППП № 4–6). Постійні пробні площі (розміром 100×100 м) закладалися за стандартною методикою в соснових насадженнях свіжого бору (табл. 1). З'ясовано радіоактивне забруднення наземної фітомаси наступних видів: перестріча лучного (Melampyrum pratense), вереса звичайного (Calluna vulgaris (L.) Hill.), брусниці (Vaccinium vitis-idaea L.), смовді гірської (Peucedanum oreoselinum (L.) Moench), кипця сизого (Koeleria glauca (Spreng.) DC.) та костриці овечої (Festuca ovina L.).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Характеристика постійних пробних площ

Показники	Характеристики лісових насаджень на ППП		
	ППП № 4	ППП № 5	ППП № 6
Квартал/виділ	40/8	40/10	58/6
Тип лісорослинних умов	Свіжий бір (А ₂)		
Вік, років	60	75	100
Склад насаджень	10 Сз		
Середня висота, м	16	22	24
Середній діаметр, см	20	28	30
Клас бонітету	2	1	1
Підріст	Відсутній		
Підлісок	Поодинокий		
Проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу, %	50–55	55–60	50–55
Проективне покриття мохового ярусу, %	85–90	85–90	80–85
Грунт	дерново-середньопідзолистий піщаний		
Асоціація	сосновий ліс зеленомоховий		

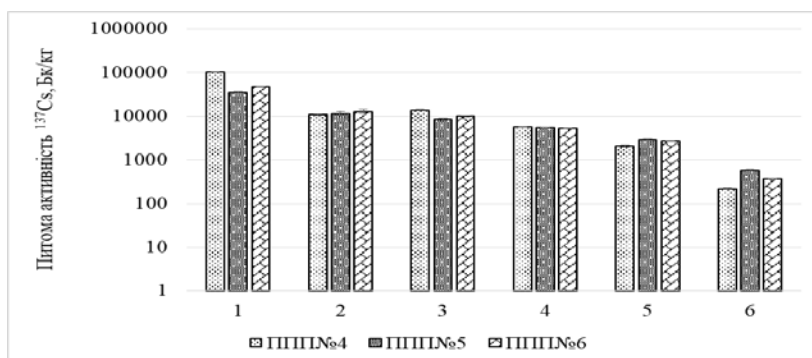
На пробних площах за допомогою сітки Л. Г. Раменського у 3–5-ти кратній повторності відбиралися наземна фітомаса досліджуваних видів. У місцях відбору рослин здійснювався відбір відповідних зразків ґрунту: за допомогою циліндричного бура діаметром 57 мм, у 5-ти точках (методом конверту), на глибину 15 см. Усі зразки висушувалися до повітряно-сухого стану, подрібнювалися та гомогенізувалися. Вимірювання питомої активності ¹³⁷Cs у зразках здійснювалося на сцинтиляційному гамма-спектрометричному приладі (GDM–20) із багатоканальним аналізатором імпульсів (АІ). Усього було проаналізовано 385 зразків, з яких – 200 зразків фітомаси рослин та 185 зразків ґрунту. Відносна похибка вимірювання питомої активності ¹³⁷Cs у зразках не перевищувала 5 %. Статистична обробка одержаних даних проводилася за загальноприйнятими методами за допомогою прикладного пакету програм Microsoft Excel та Statistica 10.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз рівнів радіоактивного забруднення ґрунту на кожній пробній площі дав змогу виявити певну варіабельність досліджуваних величин. На ППП № 4 середнє значення досліджуваного показника становить $216 \pm 4,60$ кБк/м², що у 1,3 рази менше максимального (285 кБк/м²) та у 1,5 рази більше мінімального значення (142 кБк/м²) – коефіцієнт варіації (V) становив 16 %. Подібна ситуація спостерігається і на інших пробних площах: величина щільності радіоактивного забруднення ґрунту варіювала у певних межах (V = 35 %), а середнє значення становило на ППП № 5 $202 \pm 8,72$ кБк/м²; на ППП № 6 – $196 \pm 8,85$ кБк/м². Водночас відсутність достовірної різниці між середніми значеннями щільності радіоактивного забруднення ґрунту на постійних пробних площах (ППП № 4–6) підтверджується результатами однофакторного дисперсійного аналізу: $F_{\text{факт.}} = 1,8 < F_{(2;185;0,95)} = 3,0$.

Аналізуючи величин питомої активності ¹³⁷Cs у наземній фітомасі рослин свіжого бору, встановлено значні міжвидові коливання вмісту радіонукліду. Різниця між мінімальними та максимальними значеннями сягала від 60 до 462 разів у межах усіх пробних площ (рис. 1).

На всіх пробних площах максимальний вміст ¹³⁷Cs було виявлено в рослин родини ранникових – перестріча лучного, хоча одночасно він мав суттєве коливання досліджуваного показника – від 24688 до 104291 Бк/кг. Найвища середня питома активність ¹³⁷Cs у фітомасі даного виду була відмічена на ППП № 4 і становила 100272 ± 1380 Бк/кг. На ППП № 5 порівняння середнього значення концентрації радіонукліду з мінімальним та максимальним його показником становило різницю 1,2 та 1,4 рази відповідно. На ППП № 6 середній вміст радіонукліду становив 47629 ± 1308 Бк/кг за невеликої варіації всіх значень (V = 9,9 %).



Умовні позначення:

1 – перестріч лучний;

2 – брусниця;

3 – верес звичайний;

4 – кипець сизий;

5 – костриця овеча;

6 – смовдь гірська.

Рис. 1. Середні значення величин питомої активності ¹³⁷Cs у наземній фітомасі рослин свіжого бору на ППП

Мінімальну концентрацію ¹³⁷Cs містять рослини родини зонтичних, а саме – смовдь гірська, де середні величини питомої активності такі: на ППП № 4 – 217±4,4 Бк/кг, на ППП № 5 – 573±14,1 Бк/кг та на ППП № 6 – 367±1,5 Бк/кг. Варто відмітити, що коливання величини питомої активності ¹³⁷Cs для смовді гірської в межах пробних площ були незначні. Аналізуючи вміст ¹³⁷Cs у наземній фітомасі брусниці, було виявлено коливання досліджуваного показника в межах кожної пробної площі. На ППП № 4 середня концентрація радіонукліду у фітомасі брусниці становила 10769±431 Бк/кг, що в 1,2 та 1,3 рази менше та більше максимального та мінімального значень. На ППП № 5 величини концентрації ¹³⁷Cs у пагонах брусниці мали амплітуду від 4463 до 17020 Бк/кг, а середнє значення становило 11187±1565 Бк/кг. Вміст ¹³⁷Cs у фітомасі брусниці на ППП № 6 становив 12601±1328 Бк/кг, що в 1,9 разів більше мінімальної концентрації радіонукліду та у 1,5 разів менше максимального значення. Зазначимо, що при проведенні однофакторного дисперсійного аналізу вмісту ¹³⁷Cs у наземній фітомасі брусниці на трьох пробних площах не було виявлено достовірної різниці середніх значень $F_{\text{факт.}}=0,6 < F_{(2;38;0,95)}=3,3$.

Величини питомої активності ¹³⁷Cs у фітомасі вереса звичайного на пробних площах коливалися від 5025 до 14738 Бк/кг, – одержані показники свідчать про значне коливання вмісту ¹³⁷Cs у фітомасі даного виду на пробних площах – $F_{\text{факт.}}=22,8 > F_{(2;33;0,95)}=3,3$. Середня концентрація ¹³⁷Cs у вересі звичайному на ППП № 4 становить 13577±474 Бк/кг, на ППП № 5 – 8271±713 Бк/кг та на ППП № 6 – 9901±239 Бк/кг. У межах кожної пробної площі виявлено коливання питомої активності, – на ППП № 5 середній вміст радіонукліду у 1,6 разів більше мінімального і у 1,3 рази менше максимального. На ППП № 4 величини досліджуваного показника перебувають у межах від 11592 до 14738 Бк/кг, а на ППП № 6 – від 8827 до 11257 Бк/кг, тобто спостерігається незначне коливання.

Аналіз вмісту ¹³⁷Cs у наземній фітомасі родини Тонконогові свідчить про такі закономірності: кипець сизий характеризується значно вищими значеннями досліджуваного показника, ніж костриця овеча. Коливання питомої активності між даними видами сягало 2,7 разів на ППП № 4, 1,9 разів – на ППП № 5 та 2,0 рази – на ППП № 6. Крім того, можна відмітити суттєву відмінність концентрації ¹³⁷Cs у фітомасі костриці овечої та кипця сизого на всіх пробних площах, що підтверджується результатами однофакторного дисперсійного аналізу: $F_{\text{факт.}}=20,1 > F_{(2;25;0,95)}=3,4$ та $F_{\text{факт.}}=8,9 > F_{(2;21;0,95)}=3,5$ відповідно.

На всіх пробних площах, за умови достовірної однорідності щільності радіоактивного забруднення ґрунту, коефіцієнти накопичення ¹³⁷Cs у наземній фітомасі рослин свіжого бору варіювали у широких межах – від 0,1 до 53,9 (табл. 2). Для перестріча лучного були характерні найвищі значення досліджуваного показника: мінімальна величина інтенсивності накопичення ¹³⁷Cs була відмічена на ППП № 5 і становила 20,2, що у 1,9 та 2,2 рази менше, ніж на ППП № 4 та ППП № 6 відповідно.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

2. Статистичні параметри величини коефіцієнту накопичення ^{137}Cs у наземній фітомасі рослин лісів свіжих борів Українського Полісся

Види	Статистики				
	M	m	δ	V, %	P, %
1	2	3	4	5	6
ППП № 4					
Перестріч лучний	38,7	1,7	6,2	15,9	4,4
Верес звичайний	7,8	0,7	2,6	33,7	9,4
Брусниця	4,7	0,4	1,2	26,3	7,6
Кипець сизий	2,7	0,08	0,2	8,8	3,1
Костриця овеча	1,9	0,08	0,3	13,9	4,3
Смовдь гірська	0,1	0,01	0,02	15,4	4,1
ППП № 5					
Перестріч лучний	20,2	1,1	4,6	23,0	5,4
Брусниця	6,1	0,3	1,1	18,6	5,2
Верес звичайний	5,9	0,2	0,9	14,9	4,1
Кипець сизий	2,8	0,1	0,3	9,7	4,4
Костриця овеча	1,4	0,05	0,1	10,1	3,6
Смовдь гірська	0,6	0,004	0,01	2,5	0,8
ППП № 6					
Перестріч лучний	44,7	1,4	5,2	11,7	3,2
Верес звичайний	8,6	0,1	0,5	6,2	1,8
Брусниця	7,7	0,2	0,9	11,2	3,0
Кипець сизий	4,5	0,3	1,0	23,1	7,7
Костриця овеча	1,6	0,06	0,2	9,9	3,5
Смовдь гірська	0,2	0,01	0,02	8,5	2,7

Для вереса звичайного в межах пробних площ максимальне значення даного коефіцієнта становило 10,2, а мінімальне – 4,2. Порівнюючи інтенсивність накопичення ^{137}Cs у фітомасі вереса звичайного між пробними площами можна відмітити, що для ППП № 4 середнє значення становить $7,8 \pm 0,7$, що в 1,3 рази менше максимального і 1,8 разів більше мінімального значення, на ППП № 5 таке співвідношення становить 1,4 та 1,7 разів відповідно, а на ППП № 6 – 2 та 1,2 рази. Для брусниці виявлено варіювання інтенсивності накопичення ^{137}Cs від 2,6 до 9,4, тоді як середнє значення на ППП № 4 становить 4,7, що в 1,3 та 1,6 разів менше, ніж на ППП № 5 та ППП № 6 відповідно.

Для представників родини Тонконогові вищими значеннями коефіцієнту накопичення ^{137}Cs характеризується кипець сизий, порівняно з кострицею овечою, і відповідно середні показники становлять на ППП № 4 – $2,7 \pm 0,08$ і $1,9 \pm 0,08$, на ППП № 5 – $2,8 \pm 0,12$ і $1,3 \pm 0,05$ та на ППП № 6 – $4,5 \pm 0,3$ і $1,6 \pm 0,06$. Мінімальне значення коефіцієнту накопичення на всіх пробних площах спостерігаємо у смовді гірської та перебуває в межах від 0,12 до 0,57. Найвище середнє значення цього показника відмічене на ППП № 5 ($0,55 \pm 0,004$), що у 4,2 та 2,4 рази перевищує такий показник на ППП № 4 і ППП № 6. Середні значення коефіцієнтів накопичення у наземній фітомасі рослин свіжих борів Українського Полісся на всіх пробних площах суттєво відрізнялися, що підтверджується результатами однофакторного дисперсійного аналізу: ППП № 4 – $F_{\text{факт.}}=305 > F_{(5;65;0,95)}=2,4$, ППП № 5 – $F_{\text{факт.}}=119 > F_{(5;66;0,95)}=2,4$ та ППП № 6 – $F_{\text{факт.}}=585 > F_{(5;65;0,95)}=2,4$. Крім того, нами було побудовано ряд видів за коефіцієнтом накопичення ^{137}Cs (у порядку його зменшення): перестріч лучний > верес звичайний > брусниця > кипець сизий > костриця овеча > смовдь гірська.

Для всіх пробних площ було розраховано коефіцієнт переходу ^{137}Cs в системі «грунт – наземна фітомаса» для видів, що досліджуються (рис. 2). Варто відмітити, що на всіх трьох пробних площах за результатами однофакторного дисперсійного аналізу види наземної фітомаси рослин свіжого бору були віднесені до 5-ти груп, які суттєво відрізняються інтенсивністю накопичення ^{137}Cs ($F_{\phi} >> F_{0,95}$). Розподіл за величиною коефіцієнта переходу є тотожним такому як для коефіцієнта накопичення.

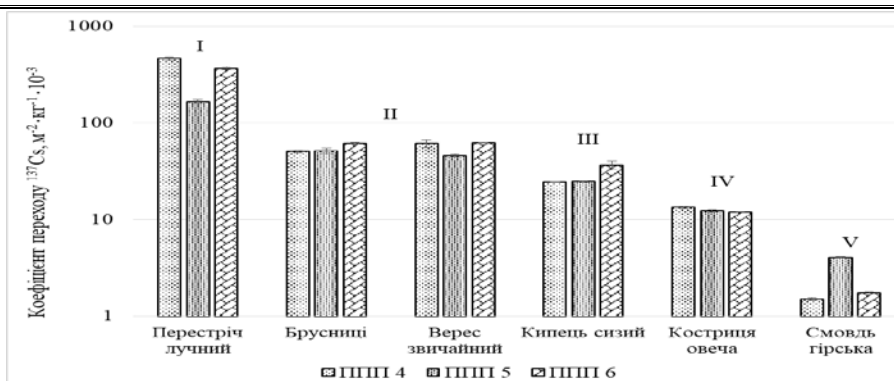


Рис. 2. Середні значення коефіцієнту переходу ¹³⁷Cs у наземну фітомасу рослин свіжого бору Українського Полісся

Аналіз одержаних результатів дозволяє зробити висновок, що максимальний коефіцієнт переходу ¹³⁷Cs (I група) відмічено у перестріча лучного ($112 - 594 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$). Другу групу представляють брусниця та верес звичайний ($F_{\text{факт.}} = 0,09 < F_{(1;72;0,95)} = 4,0$), ці представники відносяться до різних родин за систематичним положенням і характеризуються значною інтенсивністю накопичення ¹³⁷Cs ($100 > \text{КП} > 50$). У III ($20 > \text{КП} > 50$) та IV ($10 > \text{КП} > 20$) дисперсійних групах рослини родини тонконогові кипець сизий та костриця овеча, різниця середніх значень підтверджується результатами однофакторного дисперсійного аналізу $F_{\text{факт.}} = 90 > F_{(1;47;0,95)} = 4,05$. Мінімальні значення коефіцієнту переходу ¹³⁷Cs (V група) спостерігалися для смовді гірської ($0,8 - 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$), що належать до родини зонтичних ($2 > \text{КП}$). Аналіз радіоактивного забруднення наземної фітомаси рослин дозволяє побудувати висхідний ряд видів за інтенсивністю накопичення ¹³⁷Cs у свіжих борах: перестріч лучний > верес звичайний > брусниця > кипець сизий > костриця овеча > смовдь гірська.

Висновки

На основі проведених досліджень встановлено, що максимальний вміст ¹³⁷Cs спостерігається в наземній фітомасі перестріча лучного (104291 Бк/кг), а мінімальний – у смовді гірської (217 Бк/кг). Виявлено значні міжвидові відмінності у величинах питомої активності ¹³⁷Cs для представників родини тонконогові: для кипця сизого характерним є двократне перевищення величини питомої активності ¹³⁷Cs порівняно з кострицею овечею. В умовах свіжих борів Українського Полісся показники інтенсивності надходження ¹³⁷Cs у наземну фітомасу рослин коливались у широких межах: коефіцієнт накопичення – від 0,1 до 53,9, коефіцієнт переходу – від 0,8 до $594 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$. За величиною коефіцієнта переходу ¹³⁷Cs у наземну фітомасу рослини можна представити такими дисперсійними групами (у низхідному порядку): I – перестріч лучний; II – верес звичайний та брусниця; III – кипець сизий; IV – костриця овеча; V – смовдь гірська.

References

1. Bulavik, I. M., & Perevolockij, A. N. (1994). Migracija ¹³⁷Cs v lesnyh jekosistemah. *Les i Chernobyl'*, 7–42 [In Russian].
2. Demkiv, O. T. (1967). Deiaki zakonirnosti rozpodilu radioaktyvnykh izotopiv v orhanakh vysokohirnykh roslyn Karpat. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 6, 50–54 [In Ukrainian].
3. Ermakova, O. O., Kazej, A. P., & Kuz'mich, O. T. (1993). Akkumuljacija radionuklidov rastenijami zhivogo napochvennogo pokrova sosnovykh fitocenzov. *Tez. Dokl. Ch.1. Radiobiologija. Kiev, 20–25 sentjabrja 1993 g. Pushhino* [In Russian].
4. Ermakova, O. O., Kuz'mich, O. T., & Kazej, A. P. (1995). *Osobennosti nakoplenija radionuklidov razlichnymi vidami napochvennogo pokrova v lesnyh fitocenzah v zavisimosti ot urovnja radioaktivnogo zagrjaznenija pochv. V. I. Parfenova, B. I. Jakusheva (Ed.)*. Minsk: Nauka i tehnika [In Russian].
5. Ermakova, O. O. (2000). Radiojekologicheskij monitoring akkumuljacji ¹³⁷Cs v rastenijah zhivogo nadpochvennogo pokrova lesnyh cenozov. *Radioaktivnost' pri jadernykh vzryvah i avarijah 2000 god: mezhdunar. konf. 24–26 aprelja 2000 g.* Moskva: Trudy : Gidrometeoizdat [In Russian].

6. Karachov, I. I. (2006). Problemy radioaktyvnoho zabrudnennia kharchovykh produktiv lisu i vnutrishnie oprominennia naselennia. *Problemy kharchuvannia*, 1, 8–13 [In Ukrainian].
7. Krasnov, V. P. (1998). *Radioekologhii lisiv Polissia Ukrainy*. Zhytomyr: Volyn [In Ukrainian].
8. Krasnov, V. P., Kurbet, T. V., Korbut, M. B., & Boiko, O. L. (2016). Rozpodil ^{137}Cs u lisovykh ekosystemakh Polissia Ukrainy. *Ahroekologhichni zhurnal*, 1, 82–87 [In Ukrainian].
9. Kulikov, I. V., Molchanova, I. V., & Karavaeva, E. N. (1990). *Radiojekologija pochvenno-rastitel'nogo pokrova*. Sverdlovsk: UrO AN SSSR [In Russian].
10. Orlov, O. O. (2005). Akumuliatsiia ^{137}Cs vydamy traviano-chaharnykovoho yarusu lisovykh ekosystem: analitychnyi ohliad. *Problemy ekolohii lisu i lisokorystuvannia na Polissi Ukrainy*, 5 (11), 18–32 [In Ukrainian].
11. Perevolockij, A. N. (2006). *Raspredilenie ^{137}Cs i ^{90}Sr v lesnyh biogeocenozah*. Gomel' RNIUP «Institut radiojekologii» [In Russian].
12. Krasnova, V. P. (2007). *Prikladnaja radiojekologija lesa : monografiia*. Zhitomir: Polissja [In Russian].
13. *Rekomendacii po vedeniju lesnogo hozjajstva v uslovijah radioaktivnogo zagrzaznenija*. (1995). Kyiv: Agrarna nauka [In Russian].
14. *Rekomendatsii z vedennia lisovoho hospodarstva v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia*. (1998). Kyiv: Yarmarok [In Ukrainian].
15. *Rukovodstvo po vedeniju lesnogo hozjajstva v zonah radioaktivnogo zagrzaznenija*. (1995). Minsk [In Russian].
16. *Rukovodstvo po vedeniju lesnogo hozjajstva v uslovijah radioaktivnogo zagrzaznenija lesa na territorii Vostochno-Ural'skogo radioaktivnogo sleda (na period 1997–2000 gg.)*. (1997). Moskva [In Russian].
17. Tihomirov, F. A., Sanzharova, N. I., & Shpazhnikov, A. A. (1979). Migracija antropogennykh radionuklidov v sisteme pochva-rastenie v lesnom biogeocenoze. *Problemy lesnoj radiojekologii*, 38, 83–96 [In Russian].
18. Tihomirov, F. A., & Sanzharova, N. I. (1978). Postuplenie strocija-90 v travjanistye rastenija kak pokazatel' raspredelenija intensivnosti kornevoj dejatel'nosti po pochvennomu profilju. *Vestn. Moskovskogo un-ta. Ser. Pochvovedenie*, 1, 78–87 [In Russian].
19. Chobotko, H. M., Raichuk, L. A., Piskovyi, Yu. M., & Yaskovets, I. I. (2011). Formuvannia dozy vnutrishnoho oprominennia naselennia Ukrainського Polissia vnaslidok spozhyvannia kharchovykh produktiv lisovoho pokhodzhennia. *Ahroekologhichni zhurnal*, 1, 37–42 [In Ukrainian].
20. Shheglova, A. I., & Cvetnova, O. B. (2001). Rol' lesnyh jekosistem pri radioaktivnom zagrzaznenii. *Priroda*, 4, 22–32 [In Russian].
21. Burger, A. & Lichtscheidl, I. (2018). Stable and radioactive cesium: A review about distribution in the environment, uptake and translocation in plants, plant reactions and plants' potential for bioremediation. *Science of the Total Environment*, 618, 1459–1485. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.298.
22. Dubchak, S. (2017). Distribution of Caesium in Soil and its Uptake by Plants. *Impact of Cesium on Plants and the Environment*, 1–18. doi: 10.1007/978-3-319-41525-3_1.
23. Krasnov, V. P., Kurbet, T. V., Shelest, Z. M., & Boyko, A. L. (2015). ^{137}Cs distribution in sod-podzol forest soil of Ukrainian Polissia. *Nuclear Physics and Atomic Energy*, 16 (3), 247–253. doi: 10.15407/jnpae2015.03.247.
24. Kudzin, M., Zabrotski, V., & Harbaruk, D. (2016). Distribution of ^{137}Cs between the components of pine forest of chernobyl NPP exclusion zone. *Impact of Cesium on Plants and the Environment*, 1, 149–169. doi: 10.1007/978-3-319-41525-3_9.
25. Mamikhin, S. V., Tihomirov, F. A. & Shcheglov, A. I. (1997). Dynamics of ^{137}Cs in the forests of the 30-km zone around the Chernobyl nuclear power plant. *Science of the total environment*, 193 (3), 169–177. doi: 10.1016/S0048-9697(96)05329-6.
26. Perevolotskii, A. N., & Perevolotskaia, T. V. (2012). The forecasting of vertical distribution of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the forest soils of the Republic of Belarus. *Radiatsionnaia biologii, radioecologii*, 52 (6), 625–635.
27. Shcheglova, A., Tsvetnova, O. & Klyashtorin, A. (2014). Biogeochemical cycles of Chernobyl-born radionuclides in the contaminated forest ecosystems. *Long-term dynamics of the migration processes Journal of Geochemical Exploration*, 144, 260–266. doi: 10.1016/j.gexplo.2014.05.026.

28. Zheleznova, O. S., Chernykh, N. A., Grachev, V. A., Baeva, Y. I. & Tobratov, S. A. (2016). Accumulation of ^{137}Cs and ^{40}K by plants of forest ecosystems: The estimation of plant species factor. Case study: Mixed forests of the east European plain. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7 (6), 547–560.

Стаття надійшла до редакції 04.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мельник В. В. Вміст ^{137}Cs у наземній фітомасі рослин свіжих борів лісів Українського Полісся. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 61–69.

© Мельник Вікторія Вікторівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 504.4.054 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.08

THE PECULIARITIES OF ECOLOGICAL EVALUATING NATURAL-ANTHROPOGENIC IMPACT ON HYDROSPHERE WITHIN URBAN TECHNO-ECOSYSTEMS

I. N. Podrezenko,

ORCID ID: [0000-0001-5502-3515](https://orcid.org/0000-0001-5502-3515), E-mail: podrezenko.i@gmail.com,

N. S. Ostapenko,

ORCID ID: [0000-0001-5121-7160](https://orcid.org/0000-0001-5121-7160), E-mail: ianatali1978@gmail.com,

S. V. Kriuchkova,

ORCID ID: [0000-0002-0862-3363](https://orcid.org/0000-0002-0862-3363), E-mail: svetlanakriuchkova69@gmail.com,

V. A. Kirichenko,

ORCID ID: [0000-0002-6462-8206](https://orcid.org/0000-0002-6462-8206), E-mail: kirichenkov11@gmail.com,

L. V. Bondarenko,

ORCID ID: [0000-0002-4202-2959](https://orcid.org/0000-0002-4202-2959), E-mail: Larisabondarenko872@gmail.com,

Institute for Nature Management Problems & Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine,
6, Volodymyra Monomakha str., Dnipro, 49000, Ukraine

Hydrosphere ecosystems are of great importance for the functioning of urban techno-ecosystems. Their ecological condition is mostly influenced by production processes of enterprises, especially mining, which use huge amounts of resources (energy, materials, and water), and return a lot of wastes and polluted wastewater to the environment. The analysis of long-term observations shows that the most common pollutants of the Dnieper basin's rivers are nitrites, ammonium nitrogen, biogenic and organic substances, heavy metals, petroleum products, and phenols. Their concentration points to the violation of water quality standards, which have been approved for industrial-economic complexes, reservoirs for fish farming, as well as cultural and community purposes within urban techno-ecosystems. One of the main tasks of ecologically balanced environmental management must be determining the multicomponent impact of toxic emissions and wastes on the environment, especially on the hydrosphere, aimed not only at overcoming the negative consequences, but also preventing the anthropogenic impact. Methodological approaches to assessing natural-anthropogenic influence on the hydrosphere within urban techno-ecosystems are presented. In this research, it is suggested to evaluate natural-anthropogenic impact on hydrosphere by determining the pair correlation at the microelement level. The urgency of this problem is also stipulated by the fact that in recent years there has been a tendency to secondary pollution of natural waters due to the desorption of pollutants of various nature and chemical structure in the corresponding sediments. For the first time, the correlation relationships between the anthropogenic, biogenic, and hydrological characteristics of reservoirs within the urban techno-ecosystems have been investigated; pair-correlation coefficients have been determined; the systematization has been carried out and the main regularities concerning the distribution of microelements in seven groups, taking into account their quantitative content in plankton, has been conducted. As a result of the analysis of pair correlation coefficients between the microelements contained in plankton, the danger classification of these microelements has been made concerning their transfer in the "Plankton/Fish/Human" food chain.

Keywords: hydrosphere, pollution, influence, microelements, correlation.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ГІДРОСФЕРУ В МЕЖАХ МІСЬКИХ ТЕХНОЕКОСИСТЕМ

І. М. Подрезенко, Н. С. Остапенко, С. В. Крючкова, В. А. Кириченко, Л. В. Бондаренко,
Інститут проблем природокористування та екології Національної Академії наук України,
вул. Володимира Мономаха, 6, м. Дніпро, 49000, Україна

Екосистеми гідросфери мають визначальне значення для функціонування міських техноекосистем. На їх екологічний стан найбільший вплив чинять виробничі процеси підприємств, особливо гірничодобувних, які використовують величезні обсяги ресурсів (енергії, матеріалів і води), а повертають до навколишнього середовища масу відходів і забруднених стічних вод. Аналіз багаторічних спостережень показує, що найбільш поширеними забруднювачами річок басейну Дніпра є нітрити, азот амонійний, біогенні та органічні речовини, важкі метали, нафтопродукти і феноли. Концентрація їх свідчить про порушення якісних нормативів води, які затверджені для промислово-господарських комплексів, водойм для розведення риб, а також культурно-побутового призначення в межах міських техноекосистем. З метою не тільки подолання негативних наслідків, а й запобігання техногенного впливу, одним з головних завдань екологічно збалансованого природокористування повинно бути визначення полікомпонентного впливу токсичних викидів і відходів на навколишнє середовище, особливо на гідросферу. Представлено методологічні підходи до оцінки природно-техногенного впливу на гідросферу в межах міських техноекосистем. У цьому дослідженні пропонується оцінювати природно-техногенний вплив на гідросферу шляхом визначення на мікроелементному рівні парного корелювання. Актуальність цієї проблеми обумовлена ще й тим, що в останні роки простежується тенденція вторинного забруднення природних вод унаслідок десорбції забруднювачів різної природи та хімічної структури у відповідних донних відкладеннях. Уперше були досліджені кореляційні взаємозв'язки між техногенними, біогенними та гідрологічними характеристиками водойм у межах міських техноекосистем; визначені коефіцієнти парної кореляції; виконана систематизація та визначено основні закономірності, які стосуються розподілу мікроелементів у семи групах, з урахуванням їх кількісного вмісту в планктоні. В результаті аналізу коефіцієнтів парної кореляції між мікроелементами, що містяться у планктоні, була складена класифікація небезпеки цих мікроелементів щодо перенесення їх в харчовому ланцюзі «Планктон/Риба/Людина».

Ключові слова: гідросфера, забруднення, вплив, мікроелементи, кореляція.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ГИДРОСФЕРУ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДСКИХ ТЕХНОЭКОСИСТЕМ

И. Н. Подрезенко, Н. С. Остапенко, С. В. Крючкова, В. А. Кириченко, Л. В. Бондаренко,
Институт проблем природопользования и экологии Национальной Академии наук Украины,
ул. Владимира Мономаха, 6, г. Днепр, 49000, Украина

В данном исследовании предложено оценивать природно-техногенное воздействие на гидросферу путем определения на микроэлементном уровне парной корреляции. Актуальность этой проблемы обусловлена еще и тем, что в последние годы прослеживается тенденция вторичного загрязнения природных вод вследствие десорбции загрязнителей различной природы и химической структуры в соответствующих донных отложениях. В результате анализа коэффициентов парной корреляции между микроэлементами, содержащимися в планктоне, была составлена классификация опасности этих микроэлементов при переносе их в пищевой цепи «Планктон/Рыба/Человек».

Ключевые слова: гидросфера, загрязнения, влияние, микроэлементы, корреляция.

Вступ

Потужним антропогенним фактором, який кардинально перетворює ландшафти, земельні та водні ресурси, є урбанізація з прискореним зростанням щільності населення. Майже всі великі міста виростили у крупні промислові центри, розташовані, як правило, поблизу водойм або річок, і вони представляють складні міські техноекосистеми, взаємопов'язані з гідробіосферними екосистемами. В Україні широкомасштабне перетворення природних екосистем, залучення значних обсягів водних і земель-

них ресурсів у господарський обіг, забруднення і зміна умов функціонування ландшафтів порушили природну рівновагу, зокрема погіршили якість водно-ресурсного потенціалу та призвели до втрати здатності водних екосистем до самоочищення [5, 19–20]. Екосистеми гідросфери мають визначальне значення для функціонування міських техноекосистем. На їх екологічний стан найбільше впливають технологічні процеси підприємств, особливо гірничодобувних, які використовують величезні обсяги ресурсів (енергії, матеріалів, земельних територій та води), а повертають до навколишнього середовища масу відходів і забруднених стічних вод [5, 9]. Річні обсяги складання розкритих порід гірничодобувних підприємств України досягають 70 млн м³, маса відходів збагачення і порожніх порід – майже 52 млн тон; порушено понад 33 тис. га земель, з яких рекультивуються тільки близько 100 га на рік. За результатами сучасної господарської діяльності гірничорудних підприємств у відвалах закладовано більше 2,2 млрд м³ порожніх порід, у хвостосховищах накопичено 2,6 млрд тон відходів збагачення [5, 12]. У ріку Дніпро та водосховища із різними стоками щорічно потрапляє близько 50 тис. т азотних сполук, 40 тис. т фосфорних, 20 тис. т калійних, 1 тис. т заліза, 40 т нікелю, 2 т цинку, 1 т міді, 0,5 т хрому. До того ж поетапне будівництво ГЕС на річці Дніпро з шестиразовим перекриттям його русла греблями і створенням каскаду водосховищ послужило причиною докорінних змін в основних гідродинамічних і гідравлічних зв'язках з першим водоносним горизонтом [7, 13]. У Дніпропетровській області через це щорічно близько п'ятої частини її території виявляється підтопленою. Оскільки техногенні забруднювачі водою є одночасно найбільшими споживачами води, то проблема оцінювання техногенного впливу на гідросферу набуває щонайпершої вагомості при впровадженні сталого природокористування в межах міських техноекосистем. За обсягами водокористування найбільшим споживачем в Україні станом на 2015 р. є промисловість, доля якої в загальному споживанні свіжої води складає 63,1 % і щорічно на потреби основних її галузей із Дніпра витрачається майже 15 млрд м³ води [7, 16, 20].

З огляду на високу мобільність водних систем, які зв'язують всі сфери природного середовища, а також їх значимість для життєдіяльності людини, визначення *особливостей оцінки природно-техногенного впливу на гідробіосферні екосистеми є актуальною науковою проблемою.*

На сьогодні в Україні і на державному рівні, і в наукових колах досить активно розробляють шляхи вирішення проблем негативного впливу техногенезу й відходності на складові довкілля та населення. В Інституті проблем природокористування та екології Національної Академії наук України (ІППЕ НАНУ) ґрунтовно займаються такими основними питаннями: моніторингу і розробки техногенних родовищ та дезактивації їх токсичного впливу на прилеглі екосистеми довкілля; визначення екообґрунтованих стратегій природокористування в межах міських техноекосистем; реабілітації порушених техногенним впливом та воєнними діями земель; обґрунтування показників екологічної безпеки життєдіяльності на підставі оцінки шкідливого впливу кислотоутворюючих викидів від стаціонарних джерел (на прикладі гірничо-металургійних комбінатів) [6, 9, 10, 15, 17, 19, 21]. Доведено, що одну з найбільших небезпек як для природи, так і для суспільства, створюють численні викиди в атмосферу оксидів сірки, азоту та вуглецю, які спричиняють кислотні опади, а з ними – небезпечні зміни біотичної складової міських техноекосистем. Тільки на території одного з глибоких (280 м) залізрудних кар'єрів Південного гірничопромислового комбінату загальні щорічні викиди кислотоутворюючих речовин складають: CO – $60 \cdot 10^3$ т, NO_x – $19 \cdot 10^3$ т, SO_2 – понад $46 \cdot 10^3$ т [5]. У промислово розвинених країнах (ЄС, США) екологічні проблеми від техногенного впливу були вирішені значною мірою за рахунок або закриття старих гірничо-металургійних підприємств (частково через виснаження корисних копалин), або винесення їхніх виробництв у малорозвинені країни поблизу нових розробок мінерально-сировинних ресурсів. Такій державі, як Україна, доводиться шукати свої особливі шляхи щодо вирішення довкільних негараздів, зважаючи на складну економічно-політичну ситуацію, ведення бойових дій та нестачу коштів; те ж стосується і наукових установ, зокрема ІППЕ НАНУ, чий дослідження націлені на пошук нестандартних методів і підходів до екозбалансованого природокористування. Вивчення міжнародних науково-інформаційних джерел щодо виявлення забруднень важкими металами водою та ґрунтів (методами синхротронної рентгенівської техніки) [3, 13, 23–27], дало змогу сформуванню нетрадиційне розв'язання проблеми забруднення довкілля накопиченими техногенними відходами через створення каскадних технологій із застосуванням штучних мінералогічних бар'єрів. Також ґрунтовно вивчаються проблеми щодо покращення екостану перекритої шістьма греблями ріки Дніпро (включаючи аналіз можливостей поетапного зменшення рівня водосховищ), малих річок у його басейні та прибережних територій морських акваторій [4, 10, 13, 19–

20]. Аналіз багаторічних спостережень показує, що найбільш поширеними забруднювачами річок басейну Дніпра є нітрити, азот амонійний, біогенні й органічні речовини, важкі метали, нафтопродукти та феноли [7, 10, 20]. Унаслідок зарегулювання і незворотного вилучення річкового стоку, евтрофікації, терміфікації та токсифікації водні екосистеми України істотно змінилися. Під впливом міських техноекосистем порушується збалансованість екологічних зв'язків і залежностей між компонентами водного середовища в басейнах річок та підземних водах.

Мета досліджень полягала у визначенні особливостей оцінки природно-техногенного впливу на гідробіосферні екосистеми в межах функціонування міських техноекосистем; основним завданням при цьому є вивчення процесів деградаційних змін у гідробіосферних екосистемах та їх компонентах з урахуванням взаємозв'язків на мікроелементному рівні.

Матеріали і методи досліджень

Дані гідромоніторингу, на основі яких проводились дослідження, визначалися в межах міської техноекосистеми впродовж 2013–2014 рр. для гідросфери Дніпровського водосховища, у якому акумулюються промислові та муніципальні стоки міста Дніпро і прилеглих сільськогосподарських територій. Проби води відбиралися двічі на місяць з 12.03.2013 р. по 12.03.2014 р. у чотирьох встановлених пунктах відбору: біля Кайдацького та Південного мостів, Монастирського острову і гирла річки Самара (притоки ріки Дніпро); а також у трьох колодязях і в одній річковій стариці (на приміських територіях, менш регулярно). Більше 110 проб води досліджувались у Вимірвальній хіміко-аналітичній лабораторії ІППЕ НАНУ щодо визначення основних показників (колір, запах, каламутність, водневий показник, загальна лужність, бікарбонати, сухий залишок, жорсткість, кальцій, магній, натрій, калій, нітрати, біхроматна окисленість та перманганатна окисленість, нітрити, амоній, загальний фосфор) за стандартними методиками [3, 14, 18, 22]. Використано: графічно-аналітичні методи і різновиди хімічних аналізів проб води та її компонентів; декомпозиційний, класифікаційний і кореляційний аналізи еколого-моніторингових даних [3, 10, 11, 22]. Отримано більше 70 графічних парних кореляцій з визначеними гідрохімічними та органолептичними показниками і проаналізовано взаємозв'язки на мікроелементному рівні [4, 10, 13].

Результати досліджень та їх обговорення

Процеси десорбції і акумуляції забруднювачів є визначальними факторами формування хімічного складу водойм, на які необхідно зважати, оцінюючи якість води [2, 8, 14, 18, 22] в межах міських техноекосистем. Експериментально доведено, що внаслідок багаторічних скидів у гідросферу неочищених стоків відбувається десорбція забруднювачів з донних відкладень у воду. Накопичений (у 2013–2014 рр.) у процесі гідромоніторингу матеріал досліджувався на предмет динаміки близько 20 гідрохімічних і органолептичних показників, а також визначення та синергетичного аналізу коефіцієнтів парної кореляції на мікроелементному рівні [10, 13]. Результати отриманих аналізів свідчать про наявність самоочищення вод Дніпровського водосховища. Самоочищення відбувається через винос речовин у Чорне море, а з іншого боку – осадження речовини у мулах. Шкідливі компоненти, що потрапили у мул, продовжують брати участь у кругообігу «вода → мул → вода», по-перше, за рахунок обмінних реакцій, адсорбції й десорбції, по-друге, за рахунок участі флори й фауни (особливо тварин, що живляться мулом), по-третє, за рахунок безпосередньої сорбції шкідливих речовин з води водними організмами. Остаточо із тваринними організмами (найбільше рибою) шкідливі речовини акумулюються в людині. Той факт, що отримані кореляційні зв'язки мають важливе значення при вивченні впливу техногенезу на гідробіосферні екосистеми, підтверджується прикладами і в інших наукових розробках [2, 3, 7, 15, 16]. Зважаючи на всі розглянуті наукові результати, були системно проаналізовані процеси взаємодії як техногенних, так і біогенних елементів у тканинах водних тварин. Значний вміст у м'язах різних риб складають такі елементи (*в мг/кг сухої ваги*): **K** – 8730–1590; **Ca** – 740–13100; **S** – 6182–11100; **P** – 2500–9977; **Na** – 2600–6184; **Cl** – 2074–3492; **Mg** – 820–2750. У тканинах кожного живого організму є обов'язкові елементи як їхні складові частини. Серед цих елементів виділяється кремній, який має високі кореляційні зв'язки з усіма досліджуваними компонентами, що можна пояснити його високою біофільністю: за низької температури й відсутності нагрівання водної маси «цвітіння» водойм відбувається в результаті розвитку діатомових водоростей. Між біогенними компонентами визначено значимі коефіцієнти кореляції, які вказують на певні закономірності. Виявляється «класична» позитивна залежність кількості біогенних елементів і органічної речовини від бі-

омаси фітопланктону. Форми *N* зв'язані генетично, тому визначається кореляція. Зв'язок між вмістом органічного вуглецю (*Сорг*) і аміаком (NH_4^+) визначається в результаті того, що NH_4^+ надходить у воду на початковій фазі розкладання залишків білка. Фактично кореляційні зв'язки між біогенними компонентами свідчать про процеси деструкції органічних речовин, про біохімічне розкладання в поверхневому і придонному шарах водойм.

Позитивна кореляція в межах окремих груп відображає генетичний зв'язок і головних іонів, і біогенних компонентів. Надходження в гідросферу мікроелементів відображає фізико-хімічні процеси розчинення порід, що містять воду; а надходження у водойми біогенних компонентів пов'язано з життєдіяльністю гідробіонтів, а також із процесами розкладання залишків рослин. *Негативна кореляція* головних іонів з *Сорг* і біогенними компонентами відображає біологічні процеси зі зниженням їх концентрації. Тут, імовірно, відображаються два незалежних процеси: фізико-хімічний та біохімічний. Фітопланктон є початковою ланкою більшості харчових ланцюгів у водоймі [3, 15]. Запропоновано *систематизацію мікроелементів*, що включає сім груп, які дуже відрізняються за кількістю їх вмісту у планктоні, та охарактеризовано їх небезпечний вплив на гідробіосферні екосистеми. Визначено групу мікроелементів із найбільшим вмістом у планктоні (*в % від 1 кг сухої ваги*): **1** – *P*(0,37–0,96); *Na*(0,29–0,34). Далі в порядку зменшення за кількістю їх вмісту в планктоні, визначено такі угруповання мікроелементів (*в мг/кг сухої ваги*): **2** – *Cu*(3934–90530), *Fe*(472,9–965,1); **3** – *Si*(33,8–123,9), *Sr*(7,5–61,4), *Zn*(30,8–34,2); **4** – *Rb*(5,6–8,4), *Br*(1,3–4,4), *Ni*(1,4–2,8); **5** – *Ca*(0,567–1,130), *K*(0,262–0,526), *S*(0,206–0,491); **6** – *Mg*(0,141–0,184), *Cl*(0,131–0,165); **7** – *Al*(0,000369–0,000973), *Mn*(0,0000344–0,0000791).

При цьому встановлено таку *особливість* визначеної систематизації: елементи з однаковим вмістом їх у планктоні не мають значних коефіцієнтів кореляції, тільки в групі **4** між *Rb-Br* коефіцієнт парної кореляції досягає 0,84.

У результаті аналізу коефіцієнтів парної кореляції між мікроелементами, що містяться в планктоні, була складена *класифікація небезпеки* (табл.) цих мікроелементів щодо перенесення їх у харчовому ланцюгу «Планктон/Риба/Людина».

Класифікація небезпеки мікроелементів щодо перенесення їх у харчовому ланцюгу «Планктон/Риба/Людина»

Елементи (атомний номер)	Значення коефіцієнтів парної кореляції	Характер переносу елементів планктоном	Небезпека
<i>Na</i> (11); <i>Mg</i> (12); <i>Al</i> (13); <i>Si</i> (14); <i>P</i> (15); <i>S</i> (16); <i>Cl</i> (17); <i>K</i> (19); <i>Ca</i> (20)	Близькі до 1	Переносяться в комплексі органічних сполук планктону	Нетоксичні
<i>Mn</i> (25); <i>Fe</i> (26)	В середньому 0,70	Переносяться переважно в комплексі органічних сполук планктону, частково як сорбційні елементи	Мала
<i>Zn</i> (30); <i>Br</i> (35); <i>Rb</i> (37); <i>Sr</i> (38)	В середньому 0,54	Майже в рівних кількостях переносяться в комплексі органічних сполук та як сорбційні елементи	Помірна
<i>Ni</i> (28); <i>Cu</i> (29)	Кореляційний зв'язок відсутній	Переносяться як сорбційні елементи	Висока

Висновки

У цілях не тільки подолання негативних наслідків, але й запобігання небезпечного впливу на гідросферу, на основі аналізу даних моніторингу були досліджені кореляційні взаємозв'язки між техногенними, біогенними та гідрологічними характеристиками водойм у межах міських техноекосистем; визначено основні закономірності, які стосуються розподілу мікроелементів у семи групах, враховуючи їх кількісний вміст у планктоні. Збільшення перенесення мікроелементів у сорбційному стані в харчовому ланцюгу «Планктон/Риба/Людина» відповідає зменшенню значень коефіцієнтів парної кореляції, а також зростанню їх небезпеки для живих організмів.

Отже, мікроелементи, які потрапляють в організм шляхом сорбції, є найбільш небезпечними за біологічним впливом. Крім того мікроелементи в планктоні, які були систематизовані за величиною коефіцієнтів

парної кореляції, відповідають певному їх положенню в Періодичній системі. Це відображає глибину природної взаємодії мікроелементів в усіх семи групах запропонованої систематизації.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати мають важливе практичне значення для продовження досліджень щодо мікроелементного характеру поведінки відходів і стоків на рівні трансграничних зон природних сфер, а також взаємодії техногенних і біогенних елементів. Важливим продовженням цих досліджень, крім цього, має бути розв'язання завдання щодо забезпечення екологічних стандартів технологій природокористування в межах технооекосистем.

Reference

1. Verner, I. Ie. (Ed.) (2017). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2016 rik*. Kyiv: Derzhstat [In Ukrainian].
2. Dmitrieva, E.L., Shevchenko, T.V., & Vernichenko-Cvetkov, D.Yu. (2006). Ocenka vliyaniya fitoplanktona na ekologicheskoe sostoyanie verhovya Dneprodzerzhinskogo vodohranilisha. *Ekotehnologii i resursosberezhenie*, 1, 57–65 [In Russian].
3. Karnauhova, G. A. (2008). Gidrohimiya Angary i vodohranilish Angarskogo kaskada. *Vodnye resursy*. 35 (1), 72–80 [In Russian].
4. Kirichenko, V. A., Kryuchkova, S. V., & Ostapenko, N. S. (2013). K voprosu ocenki tehnogenogo vozdeystviya na ekologicheskoe sostoyanie pribrezhnoj zony morskoy akvatorii. *Hidroakustychnyi zhurnal (Problemy, metody ta zasoby doslidzhen Svitovoho okeanu)*, 10, 118–126 [In Russian].
5. Kopach, P. I., Shapar, A. G., & Shvarcman, V. M. (2006). *Tehnogenez i kislotnye dozhdі*. Kiev: Naukova dumka [In Russian].
6. Logvin, V. N., & Pigulevskij, P. I. (2016). Analiz transformacij ishodnyh polej dlya formalizovannogo okonturivaniya ih istochnikov. *Geoinformatika: teoreticheskie i prikladnye aspekty: mater. XV Mezhd. konf.* Kiev. Retrieved from: <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=84578> [In Ukrainian].
7. Moiseenko, T. I. (2009). *Vodnaya toksikologiya: Teoreticheskie i prikladnye aspekty*. Moskva : Nauka [In Russian].
8. Osadchyi, V. I., Nabyvanets, B. I., Osadcha, N. M., & Nabyvanets, Yu. B. (2008). *Hidrokhimichnyi dovidnyk: Poverkhnevi vody Ukrainy. Hidrokhimichni rozrakhunky. Metody analizu*. Kyiv: Nika-Tsentr.
9. Ostapenko, N. S., Bondarenko, L. V., Kirichenko, V. A. (2018). Operativnaya ekologo-radiogeohimicheskaya ocenka rajonov ugledobychi Ukrainy na primere zapadnogo Donbassa. *Podzemnaya ugledobycha XXI vek - AO «SUEK-Kuzbass»: materialy Mezhd. nauch.-prakt. konf.* Kemerovo: IPKON RAN. doi: 10.25018/0236-1493-2018-11-49-535-543. [In Russian].
10. Pigulevskij, P. I., Tyapkin, O. K., & Podrezenko, I. N. (2016). K voprosu ocenki negativnyh ekologo-ekonomicheskikh posledstvij prirodno-tehnogenogo vliyaniya na gidrosferu. *Kompleksnye problemy tehnosfernoj bezopasnosti: mater. Mezhd. nauch.-prakt. konf.* Voronezh: FGBOU VO «VGTU» [In Russian].
11. Pigulevskiy, P., Svistun, V., Slobodyaniuk, S., & Kyryliuk, A. (2016). Vyvchennia suchasnoho pidtoplennia pıvdenno-zakhidnoi chastyny Kryvbasu heofizychnymy metodamy. *Geoinformatika: teoreticheskie i prikladnye aspekty: mater. XV Mezhd. konf.* doi:10.3997/2214-4609.201600477 [In Ukrainian].
12. Podrezenko, I. M., Ostapenko, N. S., Kriuchkova, S. V., & Kyrychenko, V. A. (2013). Vyznachennia imitatsiino-modelnykh pidkhodiv do znyzhennia vidkhodnosti u metalurhiinomu kompleksi z pozytsii ekoobgruntovanoho pryrodokorystuvannia. *Povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini: zakonodavstvo, ekonomika, tekhnolohii: materialy Natsionalnoho forumu*. Kyiv-Luhansk [In Ukrainian].
13. Podrezenko, I. M., Ostapenko, N. S., Tiapkin, O. K., Kriuchkova, S. V., Kyrychenko, V. A., Dzhzhulei, O. V., & Yaroshenko, N. A. (2015). Osoblyvosti vrakhuvannia biotychnoi skladovoi pry formuvanni intehralnoi otsinky stanu vodnykh ekosystem v umovakh tekhnogennoho vplyvu. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 2(1), 78–87. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2015_2%281%29__1310 [In Ukrainian].
14. Romanenko, V. D. (2004). *Osnovy gidroekologii*. Kiev: Geneza [In Russian].
15. Rudneva, N. A. (2001). *Tyazhelye metally i mikroelementy v gidrobiontah Bajkalskogo regiona*. Ulan-Ude: BNC SO RAN [In Russian].

16. Sakevych, O. I., Usenko, O. M., & Balanda, O. V. (2009). *Biokhimichniy analiz vodiannykh rosllyn*. Kyiv: Lohos [In Ukrainian].
17. Skripnik, O. A. (2018). Reabilitaciya narushennykh zemel ugolnykh predpriyatij Zapadnogo Donbassa putem sozdaniya tehnogennykh landshaftnykh zakaznikov. *Podzemnaya ugledobycha XXI vek – AO «SUEK-Kuzbass»: materialy Mezhd. nauch.-prakt. konf.* Kemerovo: IPKON RAN. doi:10.25018/0236-1493-2018-11-49-551-559 [In Russian].
18. Timchenko, V. M. (2006). *Ekologicheskaya gidrologiya vodoemov Ukrainy*. Kiev: Naukova dumka [In Russian].
19. Shapar, A. H. (2014). Vplyv ekostanu hidrosfery na funktsionuvannya zhyvoi pryrody i bezpeku zhyttiediialnosti naseleння. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannya: zbirnyk nauk. prats IPPE NAN Ukrainy*, 18, 11–19 [In Ukrainian].
20. Shapar, A. H., Skrypnyk, O. O., & Smetana, S. M. (2011). Ekoloho-ekonomichni problemy perevodu ekosystemy richky Dnipro do rezhymu staloho funktsionuvannya. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannya: zbirnyk nauk. prats IPPE NAN Ukrainy*, 14, 26–48 [In Ukrainian].
21. Shapar, A. H., Skrypnyk, O. O., Pihulevskyi, P. H. (2014). Zahostrennia problem ekolohichnoi skladovoi natsionalnoi bezpeky u tekhnohenno navantazhenykh rehionakh Ukrainy. *Naukovyi visnyk NA SB Ukrainy*, 53, 70–76 [In Ukrainian].
22. Yatsyk, A. V., Zhukynskyi, V. M., Cherniavska, A. P. (2006). *Dosvid vykorystannia «Metodyky ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyy katehoriiamy»*. Kyiv: Oriiany [In Ukrainian].
23. Goldberg, S., Johnston, C.T. (2001). Mechanisms of arsenic adsorption on amorphous oxides evaluated using macroscopic measurements, vibrational spectroscopy, and surface complexation modeling. *J. Colloid Inter. Sci.*, 234, 204–216.
24. Lien, H.-L., & Wilkin, R. T. (2005). High-level arsenite removal from groundwater by zero-valent iron. *Chemosphere*, 59 (3), 377–386. doi:10.1016/j.chemosphere.2004.10.055.
25. Manceau, A., Lanson, M., & Geoffroy, N. (2007). Natural speciation of Ni, Zn, Ba, and As in ferromanganese coatings on quartz using X-ray fluorescence, absorption, and diffraction. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71 (1), 95–128. doi:10.1016/j.gca.2006.08.036.
26. Sherman, D. M., & Randall, S. R. (2003). Surface complexation of arsenic(V) to iron(III) (hydr)oxides: structural mechanism from ab initio molecular geometries and EXAFS spectroscopy. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67 (22), 4223–4230. doi:10.1016/s0016-7037(03)00237-0.
27. Wilkin, R. T., Su, C., Ford, R. G., & Paul, C. J. (2005). Chromium-Removal Processes during Groundwater Remediation by a Zerovalent Iron Permeable Reactive Barrier. *Environmental Science & Technology*, 39 (12), 4599–4605. doi:10.1021/es050157x.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Подрезенко І. М., Остапенко Н. С., Крючкова С. В., Кириченко В. А., Бондаренко Л. В. Особливості екологічної оцінки природно-техногенного впливу на гідросферу в межах міських техноекосистем. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 70–76.

© Подрезенко Ігор Миколайович, Остапенко Наталія Сергіївна, Крючкова Світлана Вікторівна, Кириченко Вікторія Анатоліївна, Бондаренко Лариса Володимирівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 504.06 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.09

THE ESTIMATION OF PHYTOTOXIC ACTION OF WASTEWATER IN WASTE DISPOSAL SITES ON *TRITICUM AESTIVUM* RESISTANCE

P. V. Pysarenko,

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

M. S. Samoilik,

ORCID ID: [0000-0003-2410-865X](https://orcid.org/0000-0003-2410-865X), E-mail: kaf.ekol.pdaa@ukr.net,

O. Yu. Dychenko,

ORCID ID: [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998), E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net,

O. P. Korchahin, A. V. Molchanova,

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

*Anthropogenic pollution of the environment results in the degradation of ecological systems, global climatic and geochemical changes as well as regional and local ecological crises and disasters. So, we have chosen to investigate specific characteristics of the toxic impact of sewage water in waste disposal sites on the resistance of *Triticum aestivum* and to develop the methods of polluted soil reclamation in hazardous waste dumps to return the soil into economic circulation. As a result of our research, the assessment of the impact of waste disposal sites on biota was made by determining the phytotoxic influence of the polluted soil and sewage water on the germination, vegetation and the root system of *Triticum aestivum*. It was found out that in the soil, collected on a solid domestic waste landfill, the germination of sprouted plants is 16 % less, in comparison with the control (clean soil); the aerial part of plant length is 22 % less, the average length of roots is 44 % less. The stalk weight and the root system weight of plants in the soil taken from the dump are 52 % and 43 % smaller respectively. It was determined that after adding the “Sviteco-PBG” probiotic (10 % solution) to contaminated soil, the germination of sprouted plants was 5.2 % better than in the contaminated soil without adding the probiotic, the stem length increased by 11.6 % and the average root length increased by 40.2 %, respectively; the weight of the aerial part and the weight of the plant root system were bigger by 14 % and 16.5 % as compared with the contaminated soil without adding the probiotic. Thus, using probiotics can significantly improve the soil quality and reduce its phyto-toxicity, in particular, if the impact on the root system of contaminated soil was characterized as higher than the average value of toxicity and after using probiotics the toxicity was either absent (weak) concerning the root length or average concerning the root weight. It was established that in case of adding “Sviteco-PBG” probiotic (10 % solution) and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ into wastewater in the solid domestic waste dump at pH 10, the purification of this wastewater from heavy metals reached their maximum. At the same time, phytotoxic effect of the polluted filtrate without purification was higher than the average value of toxicity. Thus, the using of probiotics can significantly improve the effectiveness of soil purification from heavy metals, which gives the opportunity of returning the contaminated land to tillage in the future. The use of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and the “Sviteco-PBG” probiotic (10 % solution) at pH 10 can significantly improve the quality of contaminated soils as a result of anthropogenic impact as well as reduce the toxic effects on biota and increase the effectiveness of sewage water purification in waste disposal sites.*

Key words: *sewage water, domestic wastes, probiotic, soil, phytotoxic effect, dump.*

ОЦІНКА ФІТОТОКСИЧНОЇ ДІЇ СТІЧНИХ ВОД МІСЦЬ ЗАХОРОНЕННЯ ВІДХОДІВ НА СТІЙКІСТЬ *TRITICUM AESTIVUM*

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, О. П. Корчагін, А. В. Молчанова,
Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Техногенне забруднення навколишнього природного середовища призводить до деградації екологічних систем, глобальних кліматичних і геохімічних змін, до регіональних і локальних екологічних криз та катастроф, що потребує подальшого дослідження. Тому мета цієї розвідки – вивчення особливостей токсичного впливу стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum* та розроблення методів відновлення забруднених земель у районі розташування звалища відходів з метою повернення їх у господарський обіг. У результаті досліджень проведена оцінка впливу місць захоронення відходів на біоту через визначення фітотоксичного впливу забрудненого ґрунту та стічних вод звалища на сходи, зростання і кореневу систему рослин *Triticum aestivum*. Встановлено, що в ґрунті, який набрали в районі звалища твердих побутових відходів, сходи пророслих рослин на 16 % менші порівняно з еталоном (чистим ґрунтом), довжина наземної частини менша на 22 %, середня довжина коренів менша на 44 %. Маса надземної частини і маса кореневої системи рослин у ґрунті зі звалища менша на 52 % і 43 % відповідно. Визначено, що при додаванні пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) в забруднений ґрунт, сходи пророслих рослин на 5,2 % краці порівняно з забрудненим ґрунтом без додавання пробіотика, довжина наземної частини – на 11,6 %, середня довжина коренів – на 40,2 % відповідно; маса наземної частини і маса кореневої системи рослин більша на 14 % і 16,5 % порівняно з забрудненим ґрунтом без додавання пробіотика. Отже, використання пробіотиків дає змогу значно покращити якість ґрунту й знизити його фітотоксичність, зокрема якщо вплив на кореневу систему забрудненого ґрунту характеризувався як вище за середнє значення токсичний, то після використання пробіотиків – як відсутня (слабка) токсичність по довжині коренів та середня токсичність – по масі коренів. Встановлено, що при додаванні пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) і $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у стічні води звалища ТПВ при рН 10 досягається їх максимальне очищення від важких металів. Фітотоксичний ефект при цьому забрудненого фільтрату без очищення вище середньої токсичності. Отже, використання пробіотиків дозволяє значно підвищити ефективність очищення ґрунту від важких металів, що в перспективі дає можливість повернути забруднені землі в господарський обіг. Використання $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) при рН 10 дозволяє значно поліпшити якість техногенно забрудненого ґрунту, знизити токсичний вплив на біоту і підвищити ефективність очищення стічних вод місць захоронення відходів.

Ключові слова: стічні води, побутові відходи, пробіотик, ґрунт, фітотоксичний вплив, звалище.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ *TRITICUM AESTIVUM*

П. В. Писаренко, М. С. Самойлик, О. Ю. Дыченко, О. П. Корчагин, А. В. Молчанова,
Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, Украина

Техногенное загрязнение окружающей среды приводит к деградации экологических систем, глобальных климатических и геохимических изменений, до региональных и локальных экологических кризисов и катастроф, что требует дальнейшего исследования. В статье проведена оценка влияния мест захоронения отходов на биоту через определение фитотоксичного влияния загрязненной почвы и сточных вод свалки на всходы, рост и корневую систему растений *Triticum aestivum*. Проведённые исследования показали, что добавление пробиотика «Sviteco-PBG» в загрязнённую почву позволяет значительно улучшить ее качество и снизить фитотоксичность, что в перспективе дает возможность вернуть ее в хозяйственный оборот. Обосновано, что использование данного пробиотика («Sviteco-PBG») и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ способствует максимальной очистке сточных вод свалки от тяжелых металлов, а фитотоксический эффект указывает на слабую токсичность.

Ключевые слова: сточные воды, бытовые отходы, пробиотик, почва, фитотоксическое влияние, свалка.

Вступ

Техногенне забруднення навколишнього природного середовища призводить до деградації екологічних систем, глобальних кліматичних і геохімічних змін, до регіональних і локальних екологічних криз і катастроф. Величезне навантаження в результаті діяльності людини отримує саме літосфера. Поверхневі накопичувачі твердих відходів, зокрема стічні води звалищ твердих побутових відходів (ТПВ), у результаті недотримання правил їх складування і захоронення завдають шкоди флорі та фауні, здоров'ю населення, а також впливають на динамічну рівновагу біосфери. Накопичення токсичних речовин призводить до поступової зміни хімічного складу ґрунтів, порушення цілісності геохімічного середовища і живих організмів. Будь-яке забруднення літосфери твердими побутовими відходами може спричинити забруднення поверхневих і підземних вод та атмосфери. Незважаючи на це, найпоширенішим способом поводження з відходами в багатьох країнах світу, зокрема й Україні, залишається їх поховання. Під звалища відходів відчужуються цінні в сільськогосподарському відношенні земельні ресурси [6, 7, 11].

Проблемі вивчення удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами присвячені праці відомих вітчизняних та зарубіжних дослідників [1, 2, 8–10]. Але питання скорочення площі забруднених земель, утворення яких обумовлене місцями поховання відходів, а також їх відновлення і повернення в господарський обіг недостатньо відпрацьовані та залишаються актуальними для наукового пошуку [12, 13].

Тому метою наших досліджень було виявити особливості токсичного впливу стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum*. Головним завданням досліджень стала розробка рекомендацій щодо вдосконалення методів очищення стічних вод у районі розташування звалищ відходів.

Матеріали і методи досліджень

На першому етапі в окремі ємності з різними видами ґрунтів було висіяне насіння *Triticum aestivum* (по 100 шт.). Закладено чотири дослідні ділянки з чотириразовим повторенням:

- 1) контроль – ділянка чистого ґрунту та поливом чистою дистильованою водою;
- 2) ділянка чистого ґрунту та поливом дистильованою водою з пробіотиком «Sviteco-PBG» (10 % розведення);
- 3) ділянка ґрунту зі звалища ТПВ та поливом дистильованою водою без додавання пробіотика;
- 4) ділянка ґрунту зі звалища ТПВ та поливом дистильованою водою з пробіотиком «Sviteco-PBG» (10 % розведення).

Ґрунт відібрано з території звалища твердих побутових відходів за загальноприйнятими методиками, розташованої в 750 м на південний схід від с. Макухівка (Полтавський район, Полтавська область, Україна). Площа звалища становить 17,4 га, відсоток заповнення – 105 %. Місце поховання відходів невпорядковане, повністю використані його можливості з прийому та знешкодженню відходів. Фільтрат накопичується з північного боку звалища ТПВ. Потенційний обсяг фільтрату, що утворюється на звалищі, становить 51975,2 м³/рік [3]. Для визначення фітотоксичності фільтрату користувалися шкалою А. І. Горової [4]. Досвід проводився 14 діб, після чого визначали: кількість пророслого насіння; довжину надземної частини рослини; довжину коренів (після сушіння) та їх масу (зважування в чашці Петрі).

На другому етапі досліджували фітотоксичний вплив фільтрату звалища після його очищення Ca(OH)₂ (гашеним вапном) і пробіотиком «Sviteco-PBG» (10% розведення) на ріст рослин та розвиток кореневої системи *Triticum aestivum*. В окремі ємності з ґрунтом зі звалища ТПВ висаджували насіння *Triticum aestivum* по 100 шт. Усього було закладено вісім дослідних ділянок з чотириразовим повторенням:

- 1) ділянка з поливом питною водою з місцевої свердловини із додаванням Ca(OH)₂ при рН 9,0;
- 2) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca(OH)₂ при рН 8,4;
- 3) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca(OH)₂ при рН 9,3;
- 4) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca(OH)₂ при рН 10,0;
- 5) ділянка з поливом питною водою з місцевої свердловини із додаванням Ca(OH)₂ при рН 9,45 й пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення);
- 6) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca(OH)₂ при рН 8,35 і пробіотика

«Sviteco-PBG» (10 % розведення);

7) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca (OH)₂ при рН 9,31 й пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення);

8) ділянка з поливом фільтратом зі звалища ТПВ та додаванням Ca (OH)₂ при рН 10,0 й пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення).

Досліди проводилися протягом одного місяця, після чого визначалися наступні показники: кількість пророслого насіння; довжина надземної частини рослини; довжина коренів (після сушіння) та їх маса (зважування в чашці Петрі). Повторюваність у дослідах була чотириразова, закладка одночасна. Для оцінювання достовірності різниці після перевірки нормальності розподілу між статистичними характеристиками двох альтернативних сукупностей даних, обраховували коефіцієнт Ст'юдента [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Проведене нами дослідження є комплексним аналізом впливу звалища твердих побутових відходів на схожість, ріст і кореневу систему посіяного насіння *Triticum aestivum* із застосуванням пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) на першому етапі та додаванням пробіотика і Ca (OH)₂ при різних рН на другому.

Визначення фітотоксичного впливу ґрунтового середовища на ріст і кореневу систему *Triticum aestivum* здійснювали на підставі розрахунку за формулою [4]:

$$ФЕ = [(M_o - M_k) / M_o] \times 100 \%,$$

де M_o – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком ґрунту;

M_k – маса або ростові показники рослин у ґрунті, що досліджується.

Результати першого етапу експерименту дозволили встановити наступне: на сьомий день схожість рослин на ділянці № 1 (контроль) становила 95 %, на ділянці № 2 (чистий ґрунт і полив води з пробіотиком) – 97 %, на ділянці № 3 (забруднений ґрунт і полив води без додавання пробіотика) – 69 %, на ділянці № 4 (забруднений ґрунт і полив води з пробіотиком) – 85 %. Досвід проводився 14 діб, після чого визначали: кількість пророслого насіння; довжину надземної частини рослини; довжину коренів (після сушіння) та їх масу.

Отримані результати досліду дозволили зробити висновок, що у ґрунті, набраному в районі звалища твердих побутових відходів, схожість пророслих рослин на 16 % менша порівняно з контролем, довжина наземної частини менша на 22 %, середня довжина коренів менша на 44 %. Маса наземної частини та маса кореневої системи рослин *Triticum aestivum* у ґрунті зі звалища менша на 52 % та 43 % відповідно. У разі додавання пробіотика в контрольний (еталонний) та забруднений ґрунт отримані такі результати:

- у контрольному зразку ґрунту при додаванні пробіотика схожість пророслих рослин краща на 1,5 %, у ґрунті зі звалища на 5,2 % відповідно;

- довжина надземної частини в контрольному ґрунті при додаванні пробіотика більша на 9,4 %, у ґрунті зі звалища на 11,6 % відповідно;

- середня довжина коренів у контрольному зразку ґрунту в разі додавання пробіотика більша на 11,7 %, у ґрунті зі звалища на 40,2 % відповідно;

- маса наземної частини та маса кореневої системи рослин у контрольному ґрунті при додаванні пробіотика більша на 5,6 % та 11,5 %, у ґрунті зі звалища – на 14 % та 16,5 % відповідно.

На основі проведеного нами дослідження було здійснено розрахунок фітотоксичності ґрунту щодо довжини та маси наземної й кореневої частини рослини *Triticum aestivum* (табл. 1).

Отже, використання пробіотика дозволяє значно покращити якість ґрунту та знизити його фітотоксичність, зокрема якщо токсичний вплив на кореневу систему забрудненого ґрунту характеризувався як вище за середнє значення токсичний, то після використання пробіотика як відсутня (слабка) токсичність за показниками рівнів пригніченості ростових процесів.

На другому етапі досліджено фітотоксичний вплив фільтрату звалища твердих побутових відходів після його очищення Ca(OH)₂ та пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) на схожість, ріст і кореневу систему *Triticum aestivum* (табл. 2). Дослід проводився протягом одного місяця.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Результати оцінювання фітотоксичного ефекту ґрунту звалища твердих побутових відходів на основі вирощування рослин *Triticum aestivum*

Зразки	Рівні пригніченості ростових процесів (фітотоксичний ефект, %)			
	По довжині наземної частини	По середній довжині коренів	По масі наземної частини рослини	По масі кореневої системи рослини
Ділянка № 3 (ґрунт зі звалища твердих побутових відходів)	22,53 Середня токсичність	44,3 Вища за середню токсичність	52,6 Вища за середню токсичність	43,16 Вища за середню токсичність
Ділянка № 4 (ґрунт зі звалища твердих побутових відходів з додаванням пробіотика)	12,3 Відсутня (слабка) токсичність	6,8 Відсутня (слабка) токсичність	44,9 Вища за середню токсичність	32,1 Середня

2. Результати оцінювання фітотоксичного ефекту забрудненого ґрунту зі звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Triticum aestivum* при різних методах його чистки

№ ділянки	pH ділянки	Частка пророслих насінин, % (середній показник)	Довжина проростання, см (середній показник)	Довжина коренів, см (середній показник)	Маса кореневої системи рослин, г (середній показник)	Маса наземної частини рослин, г (середній показник)	Середній показник маси кореня однієї насінини, г
1	9,0	94,6	26,7	11,3	2,34	4,27	0,025
2	8,4	81,3	12,0	6,5	1,45	2,36	0,0178
3	9,3	90,0	18,0	8,1	1,73	2,87	0,0192
4	10,0	84,0	16,0	7,0	1,65	2,73	0,0196
6	8,35	92,0	18,4	8,4	1,79	2,92	0,0195
7	9,31	84,0	13,0	6,8	1,53	2,56	0,018
8	10,0	93,0	22,0	10,9	2,34	4,26	0,025

Доведено, що при додаванні $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) при pH 10 досягається максимальне очищення стічних вод звалища твердих побутових відходів. Зокрема:

- по відсотку пророслого насіння (табл. 3): схожість рослин становила 98,3 % порівняно з контрольним зразком (чистим ґрунтом, відсоток пророслого насіння прийнятий за 100 %), тоді як просте вапнування при різних pH дає 85,9–94,0 %, без очищення – 72,0 %; додавання лише одного пробіотика – 89,0 %, пробіотика і вапна при інших pH – 88,0–95,0 % схожість насіння;

- по відносній довжині проростання надземної частини: 83,0 % спостерігається на ділянці № 2 порівняно з контрольним зразком, тоді як просте вапнування при різних pH дає 44,0–66,0 % проти контрольного зразка, а додавання пробіотика при інших pH – до 67,0 %.

Аналогічні результати отримані за результатами розрахунку по відносній довжині коренів, відносній масі кореневої системи, відносній масі наземної частини рослин, середнього показника маси кореня одного зерна (рис.).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

3. Результати оцінювання фітотоксичного ефекту фільтрату звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Triticum aestivum*

Зразки	Рівні пригніченості ростових процесів (фітотоксичний ефект, %)			
	По довжині наземної частини	По середній довжині коренів	По масі наземної частини рослини	По масі кореневої системи рослини
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ , рН 8,4	55,06 Вища за середню токсичність	42,48 Вища за середню токсичність	38,03 Середня токсичність	44,73 Вища за середню токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ , рН 9,3	32,58 Середня токсичність	28,32 Середня токсичність	26,07 Середня токсичність	32,79 Середня токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ , рН 10,0	40,11 Вища за середню токсичність	38,05 Середня токсичність	29,49 Середня токсичність	36,07 Середня токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ і пробіотика «Svitoco-PBG» (10 % розведення), рН 8,35	31,09 Середня токсичність	25,66 Середня токсичність	23,50 Середня токсичність	31,62 Середня токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ і пробіотика «Svitoco-PBG» (10 % розведення), рН 9,31	51,31 Вища за середню токсичність	39,82 Середня токсичність	34,62 Середня токсичність	40,15 Вища за середню токсичність
Ділянка з поливом фільтратом та додаванням Са(ОН) ₂ і пробіотика «Svitoco-PBG» (10 % розведення), рН 10	17,60 Відсутня (слабка) токсичність	3,54 Відсутня (слабка) токсичність	0,00 Відсутня токсичність	0,23 Відсутня токсичність

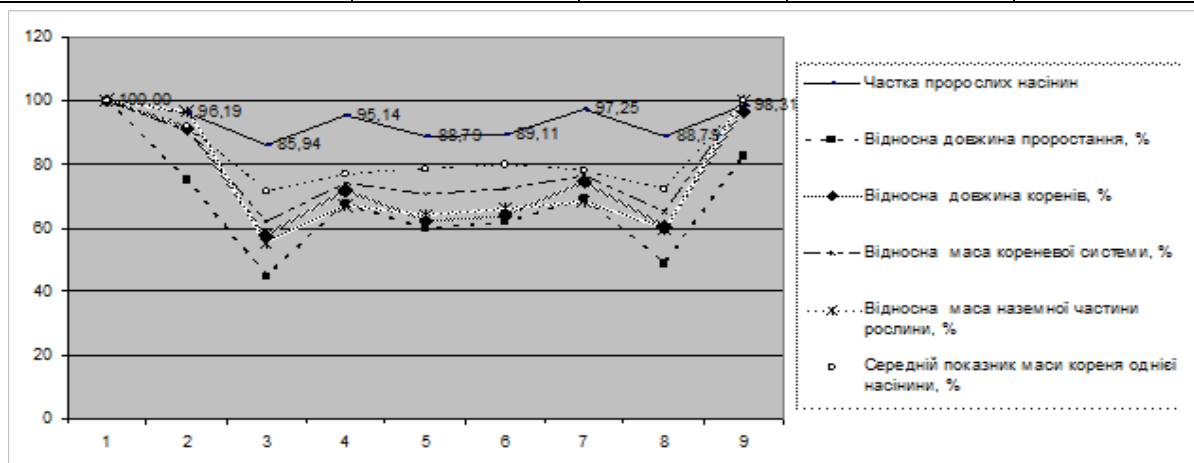


Рис. Результати впливу фільтрату звалища ТПВ на ріст та кореневу систему насіння *Triticum aestivum* (відносні показники)

З даних рисунка видно, що при додаванні $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пробіотика «Sviteco-PBG» при рН 10 досягається максимальна очистка ґрунту від важких металів. Зокрема по частці пророслих насінин схожість насіння становить 98 % порівняно з контрольним зразком (чистим ґрунтом, частка пророслих рослин прийнята як 100 %).

Висновки

Отримані результати експериментів дали змогу оцінити фітотоксичний ефект фільтрату звалища ТПВ на основі вирощування рослин *Triticum aestivum* та надати рекомендації щодо методів очищення стічних вод місць видалення відходів:

1. *Оцінка фітотоксичного ефекту звалища ТПВ.* У ґрунті, набраному в районі звалища ТПВ, схожість пророслих рослин на 16 % менша порівняно з еталоном (чистим ґрунтом), довжина наземної частини менша на 22 %, середня довжина коренів менша на 44 %. Маса наземної частини та маса кореневої системи рослин у ґрунті зі звалища менша на 52 % та 43 % відповідно. Такий вплив на біоту характеризується як вище за середню токсичний.

2. *При додаванні пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) в забруднений ґрунт:* схожість пророслих рослин на 5,2 % краща порівняно із забрудненим ґрунтом без додавання пробіотика, довжина наземної частини – на 11,6 % відповідно; середня довжина коренів на 40,2 % відповідно; маса наземної частини та маса кореневої системи рослин більша на 14 % та 16,5 % відповідно. Отже, використання пробіотиків дає змогу значно поліпшити якість ґрунту та знизити його фітотоксичність, зокрема, якщо вплив на кореневу систему забрудненого ґрунту характеризувався як вище за середнє значення токсичний, то після використання пробіотиків як середня токсичність по масі коренів та відсутня (слабка) токсичність по довжині коренів.

3. *За умови додавання пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) і $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у стічні води звалища ТПВ:* при рН 10 досягається їх максимальне очищення від важких металів, фітотоксичний ефект оцінюється як слабка токсичність (по довжині наземної частини за середньою довжиною коренів) та відсутня токсичність (за масою наземної частини рослини та за масою кореневої системи рослини). Фітотоксичний ефект забрудненого фільтрату при цьому без очищення складає вище середньої токсичності.

Отже, використання $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) при рН 10 дозволяє значно поліпшити якість техногенно забрудненого ґрунту, знизити токсичний вплив на біоту і підвищити ефективність очищення стічних вод звалища ТПВ.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження є основою для розробки технології очистки фільтрату на звалищах та полігонах твердих побутових відходів з використанням біологічних методів, що сприятиме вирішенню першочергових проблем, а саме: як діяти з відходами.

References

1. Burkinskij, B. V., Stepanov, V. N., & Harichkov, S. K. (2005). *Ekonomiko-ekologicheskie osnovy regionalnogo prirodopolzovaniya i razvitiya*. Odessa: IPREEI NAN [In Russian].
2. Vagin, V. S. (2004). *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym ciklom TBO v regione: ponyatijno-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy koncepcii*. Rostov na Donu: SKNCVSh [In Russian].
3. Golik, Yu. S. (2014). *Dovkillya Poltavshini: monografiya*. Poltava: Kopicentr [In Ukrainian].
4. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kiyiv:
5. Cikunov, A.E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
6. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., & Dychenko, O. Yu. (2018). Vykorystannia riznykh tekhnolohichnykh rishen u sferi povodzhennia z tverdymy vidkhodamy pry otsintsi ryzykiv shchodo zdorovia naselennia. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (4), 111–116. doi:10.31210/visnyk2018.04.16
7. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Sego, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi:10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.
8. Forrester, Jay W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems: Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge*. U.S.A., Massachusetts.
9. Gerding, J., Kirshy, M., Moran, J. W., Bialek, R., Lamers, V., & Sarisky, J. (2016). A Performance Management Initiative for Local Health Department Vector Control Programs. *Environmental Health*

Insights, 10, EHI.S39805. doi:10.4137/ehi.s39805.

10. Han, I., Wee, G. N., No, J. H., & Lee, T. K. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874. doi:10.1016/j.envpol.2018.05.025.

11. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating Potential Methane Emission from Municipal Solid Waste and a Site Suitability Analysis of Existing Landfills in Delhi, India. *Technologies*, 5 (4), 62–68. doi:10.3390/technologies5040062.

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

13. Yunjiang, Y., Ziling, Y., Peng, S., & Bigui, L. (2018). Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*, 236, 382–390. doi:10.1016/j.envpol.2017.12.094.

Стаття надійшла до редакції 25.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Корчагін О. П., Молчанова А. В. Оцінка фітотоксичної дії стічних вод місць захоронення відходів на стійкість *Triticum aestivum*. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 77–84.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Корчагін Олександр Павлович, Молчанова Анна Вікторівна, 2019


original article | UDC 616-093/098:614.31 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.10

THE INFLUENCE OF VITAMIN AND MINERAL COMPLEX ON MILK PRODUCTION AND HEMATOLOGIC INDICATORS OF COWS
Yu. Yu. Dovhiy,

 ORCID ID: [0000-0002-9927-0646](https://orcid.org/0000-0002-9927-0646), E-mail: yuriydovgiy.vet@gmail.com,

V. Yu. Senichenko,

 ORCID ID: [0000-0002-3164-850X](https://orcid.org/0000-0002-3164-850X), E-mail: vitaliy07gm@gmail.com,

D. V. Feshchenko,

 ORCID ID: [0000-0002-4811-2488](https://orcid.org/0000-0002-4811-2488), E-mail: dolly-d@i.ua,

I. V. Chala,

 ORCID ID: [0000-0001-9073-2851](https://orcid.org/0000-0001-9073-2851), E-mail: innachala312@ukr.net,

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10008, Ukraine

Using feed supplements of the natural and artificial origin in the ration of cattle is a common and effective way to raise animal productivity and improve their health. The opportunity to enrich the rations of milking cows with vitamins and minerals available to most national owners deserves particular attention. The purpose of this scientific work was researching the impact of the complex of vitamins, macro- and microelements on milk productivity, morphological and biochemical indices of cows' blood. The novelty of the research is using the vitamin preparation "Solvimin Selen" together with the complex of mineral microelements which provides the activation of the main metabolic routes of lactating cows under the conditions of intensive farming. Two cow groups were created: the control and experimental ones based on the principle of analogues. Blood was taken from 5 cows of each group for laboratory testing on the 1st, 30th and 90th day of the experiment. Cows of the control group were held on typical nutrition, while special trace element salts (copper sulfate, zinc sulfate, cobalt chloride, potassium iodide) were added to the ration of the experimental cow group together with the preparation "Solvimin Selen" in the amount of 6 gram per cow during 7 days. On the 90th day of the experiment it resulted in increasing milk productivity by 18.1 % and improving the morphological indices of cow blood (the number of erythrocytes, leukocytes, segmental-nuclear neutrophils), which was the evidence of stimulating hematopoiesis and the factors of nonspecific immunity. The changes in biochemical blood indices of cows, especially on the 90th day after adding vitamin-mineral supplements in the ration, testified to the improved regulation of protein, lipid and carbohydrate metabolism chains. In particular, the raising of such indices, as total protein, albumin, total bilirubin, urea, total carotene, inorganic phosphorus, aspartate transaminase, cholesterol, and glucose was noticed. Such indices as kreatinine, globulin didn't change much. Everyday using of vitamins and minerals in cows' feeds during 30 days allowed to maintain the clinical condition of animals, resume the physiological course of metabolic processes in the body of animals and increase milk productivity. The using of vitamin- mineral supplement also contributed to the stabilization of the digestive system and prevented the hypotension of the rumen.

Key words: microelements, vitamins, milk, blood, blood serum, cattle.

ВПЛИВ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ
Ю. Ю. Довгій, В. Ю. Сеніченко, Д. В. Фещенко, І. В. Чала,

Житомирський національний агроекологічний університет, Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10002, Україна

Застосування кормових добавок природного та штучного походження в раціоні великої рогатої худоби – це поширений та ефективний спосіб підвищити продуктивність тварин і зміцнити їхнє здоров'я. На особливу увагу заслуговує можливість збагачення раціонів дійних корів вітамінно-

мінеральними препаратами, доступними для більшості вітчизняних власників. Метою цієї наукової роботи було дослідження впливу комплексу вітамінів, макро- та мікроелементів на молочну продуктивність, морфологічні та біохімічні показники крові корів. Новизною досліджень є поєднання вітамінного препарату «Солвімін Селен» з комплексом мінеральних елементів, що забезпечує активізацію основних метаболічних шляхів у лактуючих корів. За принципом аналогів було створено контрольну та дослідну групи корів. У п'яти тварин з кожної групи на 1, 30 та 90 добу експерименту відбирали кров для лабораторних досліджень. Корови контрольної групи утримувались на типовому раціоні. Тваринам дослідної групи до раціону щоденно додавали мінеральні солі (міді сульфат, цинку сульфат, кобальту хлорид, калію йодид) та препарат «Солвімін Селен» у кількості 6 г на голову упродовж 7 діб. На 90-ту добу від початку експерименту спостерігали збільшення молочної продуктивності на 18,1 % та покращення морфологічних показників крові корів (кількості еритроцитів, лейкоцитів, сегментоядерних нейтрофілів), що свідчило про стимуляцію гемопоезу та факторів неспецифічного імунітету. Зміна біохімічних показників крові корів, особливо на 90-ту добу після застосування вітамінно-мінеральних добавок, свідчила про покращення регуляції білкової, ліпідної та вуглеводної ланок обміну речовин. Зокрема у дослідних тварин відмічали підвищення вмісту загального білку, альбуміну, білірубіну загального, сечовини, каротину загального, холестерину та глюкози. Також застосування вітамінно-мінеральної добавки сприяло стабілізації функції харчотравної системи і профілаксувало гіпотонію передшлунків.

Ключові слова: мікроелементи, вітаміни, молоко, кров, сироватка, велика рогата худоба.

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРОВ

Ю. Ю. Довгий, В. Ю. Сениченко, Д. В. Феценко, І. В. Чалая,

Житомирский национальный агроэкологический университет, Старый бульвар, 7, г. Житомир, 10002, Украина

Целью научной работы было исследование влияния оральных форм витаминного комплекса, макро- и микроэлементов на молочную продуктивность, морфологические и биохимические показатели крови коров. Новизной исследования является соединение витаминного препарата «Солвимин Селен» с минеральными солями (меди сульфата, цинка сульфата, кобальта хлорида, калия йодида) для активизации основных метаболических процессов у лактирующих коров. По принципу аналогов были созданы интактная контрольная и опытная группы животных. После применения витаминно-минерального комплекса у коров на 90 сутки эксперимента наблюдали увеличение молочной продуктивности и улучшение морфологических и биохимических показателей. Это свидетельствует о стимуляции гемопоеза и улучшении регуляции белкового, липидного и углеводного обмена веществ в организме подопытных коров.

Ключевые слова: микроэлементы, витамины, молоко, кровь, сыворотка, крупный рогатый скот.

Вступ

Нестача мінеральних елементів та вітамінів в раціонах корів – гостра проблема для великої рогатої худоби [2, 12]. У молодих тварин аліментарний дефіцит макро- та мікроелементів викликає затримку в рості та розвитку, а в особливо гострих формах перебігу патологічного процесу призводить до незворотних змін в будові організму телят. Для корів захворювання становить небезпеку в період вагітності, коли тварина особливо потребує мінерально-вітамінного живлення [1, 7]. Відомо, що в утворенні молока та нарощуванні м'язової маси мінеральні елементи та вітаміни відіграють провідну роль. Також забезпеченість раціону тварин нутрієнтами відображаються на складі крові, оскільки онтогенетичні гематологічні зміни тісно пов'язані з фактором годівлі, утримання та стану здоров'я організму [3, 4].

Однак, збалансувати раціони дійних корів за вітамінами та макро-, мікроелементами за рахунок концентрованих кормів практично неможливо. Це змушує власників худоби мобілізувати всі можливі кормові ресурси.

В останні роки кормовий стіл великої рогатої худоби все активніше збагачується мінеральними комплексами природного та штучного походження [5, 9].

Проблемі забезпечення корів мінеральними елементами та вітамінами приділяється значна увага у наукових дослідженнях. Зокрема, Yattoo et al. (2013) показали, що при інтенсивному веденні молочно-

го скотарства зростає активність окислювального стресу, який призводить до накопичення перекисних сполук [12]. Це в свою чергу, спричиняє цитоліз, послаблює систему імунного захисту та зменшує продуктивність корів. Введення в організм мікроелементів Cu, Zn, Se, які є коферментами ферментів антиоксидантної системи, дозволяє знешкодити активні форми кисню і перекисні сполуки [1].

Також важлива роль мікроелементів у розвитку процесів запалення. Відомо, що концентрація Цинку та Феруму зменшується на стадії гострого запалення, тоді як концентрація Купруму – зростає за рахунок збільшення церулоплазміну, котрий є білком гострої фази запального процесу [1]. Мікроелемент Цинк входить до складу ферментів синтезу білків і разом з вітаміном А бере участь у процесах керагінзації, за його дефіциту зростає ризик розвитку метритів та маститів [1, 2]. Біологічна роль Кобальту, в першу чергу, обумовлюється його включенням до складу вітаміну В₁₂, який є коферментом ензимів, що каталізують обмін метильних груп у синтезі пропіонової кислоти, котра необхідна для утворення ліпідів молока [3, 4, 12].

Грунтовно досліджена роль жиророзчинних вітамінів. У першу чергу це стосується функції вітаміну А та каротинів у процесах окислювального фосфорилування, синтезу АТФ, імунної відповіді, розвитку статевих рефлексів [5, 9]. Вітамін Е разом з мікроелементом Селеном впливають на сперматогенез та ембріогенез. Також Se і α -токоферол відіграють важливу роль у процесах засвоєння Нітрогену мікрофлорою передшлунків, зокрема за рахунок зменшення дії кисню на анаеробну мікрофлору [8, 10, 11]. В результаті зменшується виділення Нітрогену з калом та сечею і збільшується інтенсивність синтезу мікробного білка [5, 7, 9].

Важлива роль у сучасних наукових дослідженнях приділяється формі введення мікроелементів. Так, одні дослідники вважають, що ефект застосування мікроелементів у вигляді сульфатів і в органічній формі однаковий [3]. Інші займають позицію, що введення мікроелементів у органічній формі має вищий біологічний ефект [4].

Таким чином, огляд джерел літератури показує важливість введення комплексу вітамінів і мікроелементів для покращення метаболізму та збільшення молочної продуктивності корів. Отже, цей напрямок наукових досліджень є актуальним і має не тільки теоретичне, а й практичне значення.

У зв'язку з вищенаведеним *метою* роботи було вивчити вплив вітамінно-мінеральних комплексів (ВМК) на молочну продуктивність та гематологічні показники корів. *Завданнями* наукових досліджень було встановити вплив ВМК на молочну продуктивність корів і порівняти клініко-гематологічний статус корів до та через 90 діб після застосування препаратів.

Матеріали і методи досліджень

Наукові дослідження проводили на базі господарства СТОВ «Хлібороб» с. Зозулинці Козятинського, району Вінницької області. Дослідження проводили упродовж 2018 року. На початку досліджень були відібрані контрольна та дослідна групи корів, чорно-рябої породи, віком 3–4 роки, масою тіла 550–600 кг, в кількості 80 голів.

У господарстві з 2007 р. використовується молочний комплекс типу «Карусель». Корови утримуються цілорічно стійлово. В приміщеннях встановлені системи бокової вентиляції, гумове покриття для підлоги підвищеної комфортності, автопоїлки, автоматична система гноєвидалення.

Склад типового раціону в СТОВ «Хлібороб»: кукурудзяний силос (29,0 кг), корнаж (7 кг), сінаж різнотравний (6,0 кг), люцерна свіжа (6,0 кг), листя буряка (4,0 кг), жмих соєвий (1,7 кг), шрот соняшниковий (1,0 кг), Avamix in Alens 80 (0,6 кг), вапняк (0,1 кг), Avavit Buffer (0,1 кг), сіль (0,05 кг).

Домішки солей мікроелементів додавали до концкормів у кількості: CuSO₄ – 40 мг, ZnSO₄ – 1200 мг, MnSO₄ – 1300 мг, CoCl₂ – 30 мг, KI – 15 мг на голову в день упродовж 30 діб. Окрім солей мікроелементів згодовували вітамінний препарат «Солвімін Селен», який містить жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К), вітаміни групи В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂), вітамін С та мікроелемент Селен. Цей ВМК у сукупності з мікроелементами використовувався вперше. «Солвімін Селен» вводили з питною водою у дозах, рекомендованих виробником (6 г на голову) упродовж 7 діб.

Процес підготовки мінеральних комплексів до згодовування тваринам включав в себе наступні етапи: у 120 кг кухонної солі додавали зазначені мінеральні солі, готову суміш вручну вводили в раціон кожної корови щоденно впродовж 30 діб.

Перед початком досліджень, щоб виключити у дослідних корів наявність інфекційних і неінфекційних патологій, у них були відібрані проби крові та фекалії для наступних лабораторних досліджень. За результатами проведених аналізів всі тварини були визнані клінічно здоровими.

Кров у корів (n=10) для досліджень відбирали з яремної вени на 1-шу, 3-ту та 90-ту добу експерименту. Морфологічні показники крові визначали загальноприйнятими методами (Кондрахін І. П.,

1985). Біохімічні показники сироватки крові визначали за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора Rayto-1904с (Китай) закритого типу з проточною кюветою.

Розрахунок за закуплене молоко відповідно до вимог ГОСТ 13264-70 здійснювали з урахуванням сортності та базисної жирності, яка в Україні встановлена на рівні 3,4 %. З цією метою фактично реалізоване молоко перераховували у молоко базисної жирності за наступною формулою,

$$M_{бж} = (M_{фж} \times Ж_{мф}) / Ж_{мб},$$

де $M_{бж}$ – молоко базисної жирності, кг;

$M_{фж}$ – маса реалізованого молока, кг;

$Ж_{мф}$ – фактична жирність молока, %;

$Ж_{мб}$ – базисна жирність молока (3,4 %).

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Згодовування мінеральних добавок лактуючим коровам у суміші з концентрованими кормами, поєднане з вітамінізацією організму особливо важливо для літнього періоду, який співпадає з терміном максимальної очікуваної продуктивності.

Згідно анамнезу та результатів клінічного огляду на початку експерименту у всіх дослідних корів відзначено порушення фізіології шлунково-кишкового тракту. Для них був характерний погіршений апетит, гіпотонія передшлунків, послаблена перистальтика кишечника. Температура тіла знаходилась у межах норми – 37,5–38,5 °С.

Після згодовування ВМК молочна продуктивність у корів на 90-ту добу вірогідно збільшилась на 18,1 % у перерахунку на базисну жирність порівняно з початковим значенням. При чому покращилась якість молока – вміст жиру за 90 дів експерименту підвищився на 5,7 % (табл. 1).

1. Молочна продуктивність корів після застосування ВМК (n=5)

Показник	Контрольна група	Дослідна група, доба		
		1-ша	30-та	90-та
Добовий надій на корову, кг	28,78±0,34	29,44±0,79	30,4±0,49*	32,88±0,61*
У перерахунку на базисну жирність, кг	30,05±0,35	30,31±0,82	31,74±0,51	35,78±0,66*
Вміст жиру, %	3,55	3,5	3,55	3,7

Примітка: * – p<0,05, порівняно з даними контрольної групи.

Отже, можемо стверджувати, що додавання до раціону дійних корів ВМК здійснює позитивний вплив на молочну продуктивність корів.

Результати досліджень морфологічних показників крові корів свідчать, що кількість еритроцитів на початку досліджень знаходилась біля нижньої межі референтних значень, що свідчить про певну напруженість еритропоезу (табл. 2). На 30-ту добу вказаний показник у дослідних тварин зростав на 28,7 % порівняно до контролю і залишався практично сталим на 90-ту добу.

Визначення фракційного складу лейкоцитів показало незначну нейтрофілію з деяким зсувом ядра вправо. Лімфоцитоз, що спочатку відмічався у корів дослідної групи, упродовж експерименту поступово вірогідно зменшувався: до 11,2 % на 30-ту добу і 17,7 % на 90-ту добу. Ці результати можуть свідчити про позитивний вплив мікроелементів і вітамінів на функціональну активність імунотентних клітин.

На думку деяких авторів, такі мікроелементи, як Цинк, Купрум збільшують фагоцитарну активність нейтрофілів, покращуючи ефективність імунної відповіді [3]. При цьому дещо зменшується інтенсивність утворення нових клітин мієлоїдного ряду і зростає частка сегментоядерних нейтрофілів.

Як вже відзначалось, вітаміни та мікроелементи відіграють виключно важливу роль у метаболічних процесах, тому одним з наших завдань було оцінити вплив ВМК на окремі показники метаболізму дійних корів (табл. 3).

Так, застосування дійним коровам ВМК спричинило підвищення у їх крові вмісту гемоглобіну (Hb), що було ще одним доказом дії нутрієнтів на процеси еритро- та гемопоєзу.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Динаміка морфологічних показників крові корів упродовж застосування ВМК ($M \pm m$, $n=5$)

Показник		Контрольна група	Дослідна група, доба			
			1-ша	30-та	90-та	
Еритроцити, Т/л		5,36±0,15	6,0±1,28	6,9±1,29	6,9±1,29	
Лейкоцити, Г/л		5,8±1,24	6,9±1,33	6,9±1,33	6,9±1,33	
Лейкограма, %	Базофіли	1,0±0,06	1,0±0,06	1,0±0,06	1,0±0,06	
	Еозинофіли	4,5±1,21	4,6±1,21	5,0±1,24	5,0±1,24	
	Нейтрофіли	Юні	0	0	0	0
		Паличкоядерні	3,6±1,1	4,8±1,8	4,8±1,8	6,2±2,9
		Сегментоядерні	29,0±1,16	34,0±1,2*	34,0±1,2*	36,0±1,22*
	Лімфоцити		57,7±1,84	55,4±1,74	49,2±1,58*	45,6±1,48*
Моноцити		5,2±0,21	5,4±0,21	6,0±0,27	6,2±0,29*	

Примітка: * – $p < 0,05$, порівняно з даними контрольної групи.

3. Динаміка біохімічних показників крові корів упродовж застосування ВМК ($M \pm m$, $n=5$)

Показник	Контрольна група	Дослідна група, доба		
		1-ша	30-та	90-та
Нь, г/л	115,0±2,3	113,0±2,3	121,0±2,4	120,5±2,4
Загальний білок, г/л	45,0±9,1	48,0±8,9	47,8±8,9	54,2±9,3
Альбуміни, %	43,0±1,8	42,0±1,8	46,0±1,9	51,1±2,1*
Білірубін загальний, мкмоль/л	5,1±0,75	6,1±0,93	3,0±0,22*	2,4±0,18*
Загальний Кальцій, ммоль/л	2,2±0,07	2,1±0,07	2,4±0,09	2,85±0,12*
Фосфор неорганічний, ммоль/л	1,2±0,06	1,3±0,07	2,17±0,1*	2,18±0,1*
Креатинін, мкмоль/л	76,0±2,9	78,0±2,9	90,0±3,7*	93,0±3,8*
АсАТ, Од/л	43,0±5,8	42,0±5,8	45,0±3,9	57,4±4,08*
Сечовина, ммоль/л	4,0±0,42	4,1±0,42	5,1±0,48	2,63±0,28*
Холестерол загальний, ммоль/л	3,8±0,48	4,8±0,49	4,8±0,61	4,0±0,49
Каротин, мкмоль/л	0,36±0,18	0,38±0,18	0,86±0,29	0,89±0,3

Примітка: * – $p < 0,05$, порівняно з даними контрольної групи.

Вміст загального білка сироватки крові дослідних тварин за місяць спостережень практично не змінювався. Однак, на 90-ту добу він збільшився на 13 % порівняно до першої доби досліджень. Загальний білок може зростати за рахунок фракції альбумінів (активація білоксинтезувальної функції печінки) або глобулінів (наслідок напруженості імунних реакцій). Частка альбумінів упродовж експерименту зростала і становила на 30-ту і 90-ту добу відповідно 9,5 і 22 %.

Важливим є порівняння динаміки вмісту загального білка, альбумінів та сечовини, яка включає кінцеві продукти білкового обміну. У дослідних тварин на 30-ту добу концентрація сечовини збільшилась на 24 % порівняно до першої доби досліджень, а на 90-ту добу навпаки вірогідно зменшилась на 36 %. Така динаміка може бути обумовлена збільшенням інтенсивності оновлення білків у м'язах і тканинах організму. На 90-ту добу відбулось більш ефективне засвоєння Нітрогену та насичення тканин азотомісними сполуками. Вказана гіпотеза підтверджується збільшенням частки альбумінів у цей період експерименту. Таким чином, ВМК сприяв ефективному використанню Нітрогену і включенню його до складу білків організму.

Ще одним метаболітом білкового обміну є креатинін. Вірогідне збільшення його концентрації у крові тварин після застосування ВМК може інтерпретуватися як зростання інтенсивності енергетичного обміну м'язів або порушення фільтраційної здатності нирок. Як відомо, креатинін утворюється при неферментативному окисненні креатину, що утворився при розпаді креатинфосфату – найважливішого макроергу м'язової тканини. Збільшення мікроелементів та вітамінів у раціоні тварин дослід-

ної групи прискорило інтенсивність білкового обміну і оновлення м'язових білків, що привело до зростання синтезу креатиніну та сечовини.

Разом з тим, прискорення метаболізму в цілому могло позначитись на функціональній активності нирок. Креатинін характеризує фільтраційну здатність нирок, тому збільшення його концентрації у крові може оцінюватись як ознака напруженості функцій гломерулярного апарату.

Одним з показників, що підтверджує вище викладену гіпотезу, є активність АсАТ. Цей фермент належить до класу трансаміназ і є індикатором цитолізу. Активність АсАТ у крові корів дослідної групи упродовж періоду експерименту поступово зростала, хоча і знаходилась у фізіологічних межах. Такі зміни можуть бути результатом інтенсифікації метаболізму або наслідком стрімкого оновлення клітин.

Ще одним важливим показником є вміст у крові тварин каротину (провітаміну ретинолу), який синтезується мікрофлорою передшлунків і надходить з кормами. Упродовж досліджень виявляли збільшення концентрації каротину у крові дослідних корів на 30-ту добу – у 2,26 рази і на 90-ту добу – у 2,34 рази порівняно з початковими даними. Одержані результати є наслідком впливу ВМК на розвиток рубцевої мікрофлори і синтезу каротину, а також покращенням засвоєння кормового каротину.

Найбільш важливим для дійних корів є підтримання рівня двох макроелементів – Кальцію та Фосфору, які необхідні для підтримання гомеостазу організму тварини та синтезу компонентів молока. Основним джерелом вказаних елементів були корми, у тому числі вапняк. Незначна частина Кальцію надходила з пантотенатом кальцію, що є компонентом «Солвімін Селен». На 90 добу досліджень концентрація Кальцію у крові дослідних корів вірогідно зросла на 35,7 %, а Фосфору – на 68 %. Це вплинуло на співвідношення між Кальцієм і Фосфором у бік збільшення неорганічного фосфору. Це могло виникати не лише за рахунок підвищення засвоєння Фосфору, а й утворення ендогенних фосфатів унаслідок розщеплення таких сполук, як креатинфосфат. Ще однією причиною є можливі зміни у фільтраційній здатності нирок і накопиченні фосфатів у крові.

Щодо вмісту холестеролу у крові, то на перший день досліджень у тварин дослідної групи він був незначно вищим верхньої межі фізіологічних значень, така ж ситуація реєструвалась на 30-ту добу досліджень. На 90-ту добу вміст даного показника знижувався на 20 % порівняно до першої та 30-ї доби. Таким чином, зменшення вмісту холестеролу у крові корів, які отримували ВМК, може бути обумовлене покращенням засвоєння нейтральних ліпідів та зменшенням синтезу ендогенного холестеролу, необхідного для транспорту тригліцеридів.

Слід зазначити, що стан харчотравної системи у корів після застосування ВМК стабілізувався: за дослідний період розладів травлення, в т. ч. гіпотонії передшлунків не спостерігалось. Таким чином, можемо засвідчити, що мінеральні речовини, введені в раціон великої рогатої худоби впливають не лише на регуляцію фізіологічних і біохімічних процесів, але й беруть участь в синтезі травних ферментів.

Отже, введення до раціону дійних корів ВМК вплинуло на різні ланки метаболізму, причому на окремих етапах дослідження спостерігалась різна динаміка змін обміну речовин.

Висновки

Щоденне згодовування дійним коровам Купруму, Кобальту, Цинку, Мангану, Йоду та препарату «Солвімін Селен» у складі раціону впродовж 30 діб приводить до покращення функціонального стану шлунково-кишкового тракту та збільшення добового надою (з $29,44 \pm 0,79$ до $32,88 \pm 0,61$ кг за базисною жирністю) при підвищенні вмісту жиру в молоці (з 3,5 до 3,7 %).

Введення ВМК дійним коровам обумовило певні гематологічні зміни: зростання концентрації гемоглобіну та кількості еритроцитів, зменшення частки лімфоцитів. Застосування ВМК обумовило зростання концентрації сечовини та холестеролу на 30-ту добу спостережень, на 90-ту добу значення цих показників зменшувались. На 90-ту добу після введення ВМК було встановлено збільшення концентрації загального білка сироватки крові, частки альбумінів, Кальцію, Фосфору, креатиніну та каротину, що свідчить про пролонгований ефект введення ВМК.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі подальших досліджень будуть розроблятися рецепти інших ВМК та вивчатися їх вплив на імунний стан організму та молочну продуктивність корів.

References

1. Kulyk, M. F., Tuchykh, A. V., Obertiukh, Yu. V., & Kurnaiev, O. M. (2012). Vplyv vitaminno-mineralnykh premiksiv na molochnu produktyvnist i zhyrnokyslotnyi sklad moloka koriv. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 22–26 [In Ukrainian].

2. Hnoievyi, V. I., Holovko, V. O., Trishyn, O. K., & Hnoievyi, I. V. (2009). *Hodivlia vysokoproduktyvnykh koriv: posibnyk*. Kharkiv: Prapor [In Ukrainian].
3. Kozlovski, Ya. (2013). Znachennia makro- ta mikroelementiv dlia zdorovia koriv. *Veterynarna praktyka*, 5, 38–40. [In Ukrainian].
4. Rusak, V. S., Chala, I. V. (2016). *Klinichna otsinka biokhimichnykh, morfolohichnykh pokaznykiv krovi ta sechi tvaryn: navch. posib*. Zhytomyr: Polissia [In Ukrainian].
5. De Frain, 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.
6. Hackbart, K. S., Ferreira, R. M., Dietsche, A. A., Socha, M. T., Shaver, R. D., Wiltbank, M. C., & Fricke, P. M. (2010). Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *Journal of Animal Science*, 88 (12), 3856–3870. doi:10.2527/jas.2010-3055.
7. Nocek, J. E., Socha, M. T., & Tomlinson, D. J. (2006). The Effect of Trace Mineral Fortification Level and Source on Performance of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 89 (7), 2679–2693. doi:10.3168/jds.s0022-0302(06)72344-x.
8. Sivertsen, T., Øvernes, G., Østerås, O., Nymo, U., & Lunder, T. (2005). Plasma Vitamin E and Blood Selenium Concentrations in Norwegian Dairy Cows: Regional Differences and Relations to Feeding and Health. *Acta Vet. Scandinavica*, 46 (4), 177–191. doi:10.1186/1751-0147-46-177.
9. Stanton, T. L., Whittier, J. C., Geary, T. W., Kimberling, C. V., & Johnson, A. B. (2000). Effects of Trace Mineral Supplementation on Cow-Calf Performance, Reproduction, and Immune Function. *The Professional Animal Scientist*, 16 (2), 121–127. doi:10.15232/s1080-7446(15)31674-0.
10. Wei, C., Lin, S., Wu, J., Zhao, G., Zhang, T., & Zheng, W. (2016). Supplementing Vitamin E to the Ration of Beef Cattle Increased the Utilization Efficiency of Dietary Nitrogen. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29 (3), 372–377. doi:10.5713/ajas.15.0322.
11. Weiss, W. P. (1998). Requirements of Fat-soluble Vitamins for Dairy Cows: A Review. *Journal of Dairy Science*, 81 (9), 2493–2501. doi:10.3168/jds.s0022-0302(98)70141-9.
12. Yattoo, M. I., Saxena, A., Deepa, P. M., Habeab, B. P., Devi, S., Jatav, R. S., & Dimri, U. (2013). Role of trace elements in animals: a review. *Veterinary World*, 6 (12), 963–967. doi:10.14202/vetworld.2013.963-967.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Довгий Ю. Ю., Сеніченко В. Ю., Феценко Д. В., Чала І. В. Вплив вітамінно-мінеральних комплексів на молочну продуктивність та гематологічні показники корів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 85–91.

© Довгий Юрій Юрійович, Сеніченко Віталій Юрійович,
Феценко Діана Валеріївна, Чала Інна Валентинівна, 2019

original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.11

PECULIARITIES OF THE COURSE OF PEROXIDE OXIDATION PROCESSES IN GILTS DEPENDING ON THEIR PHYSIOLOGICAL STATE

S. O. Usenko,

ORCID ID: [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625), E-mail: sveta_usenko@ukr.net,

A. M. Shostya,

ORCID ID: [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364), E-mail: shostay@ukr.net,

V. G. Slynko,

ORCID ID: [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840), E-mail: victorpd72@i.ua,

O. M. Bondarenko,

ORCID ID: [0000-0002-0409-8581](https://orcid.org/0000-0002-0409-8581), E-mail: boelni160@gmail.com,

V. I. Bereznytskyi,

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

B. S. Shaferivskyi,

ORCID ID: [0000-0001-5742-5016](https://orcid.org/0000-0001-5742-5016), E-mail: bogdan.shaferivskyi@pdaa.edu.ua,

Ye. V. Chukhlib,

ORCID ID: [0000-0001-5547-1692](https://orcid.org/0000-0001-5547-1692), E-mail: ievgenii.chukhlib@pdaa.edu.ua,

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

Experimental data presented by many scientists indicate at the leading importance of peroxide oxidation processes in providing mobility, sperm survival, oocyte maturation, and impregnation. Being pregnant, the organism of gilts is under the impact of oxidative stress, which may be accompanied by violating the processes of placenta, fetal development, and premature delivery. This requires the development of antioxidant nutrition programs based on a deep understanding of the mechanism of their specific effect. The purpose of the research was to determine the peculiarities of the processes of peroxidation oxidation in gilts depending on their physiological state. 5 clinically healthy pigs of the Ukrainian Steppe White breed 8 months of age and the body weight of 125–130 kg were used in experiments based on the principle of analogues. Blood samples were taken at different stages of the reproductive cycle: luteal phase, estrus, on the 15th, 20th, 30th, 60th, 90th, 104th, 113th days of pregnancy and in 12 hours after farrowing. The intensity of the processes of peroxidation in the blood was studied by the activity of xanthine oxidase, the concentration of diene conjugates, and the content of TBA-reactive compounds. The level of antioxidant protection was evaluated by the activity of superoxide dismutase, catalase activity, the content of reduced glutathione, ascorbic and dehydroascorbic acids, vitamins A and E. It was established that during estrus period the processes of peroxide oxidation in blood accelerated: the activity of xanthine oxidase grew, the content of diene conjugates increased by 1.6 times and the TBA-reactive compounds – by 1.9 times ($p < 0.05$). These changes were accompanied by decreasing the erythrocytes resistance to peroxide hemolysis by 64 % and increasing the level of antioxidant protection – the activity of superoxide dismutase, the amount of vitamins A ($p < 0.05$) and E. It was established that before farrowing, there was peroxidation intensification in gilts because of increasing the activity of xanthine oxidase, superoxide dismutase, and reducing catalase. These changes took place on the background of accelerating the process of peroxide oxidation – increasing the concentration of diene conjugates ($p < 0.05$), TBA-reactive compounds ($p < 0.01$), and decreasing the amount of low molecular weight antioxidants: reduced glutathione, vitamins A and E ($p < 0.01$). The peculiarities of the course of peroxide oxidation processes in the gilts' blood are determined by the periods of sexual cycle and pregnancy.

Key words: gilts, sexual cycle, blood, peroxide oxidation, antioxidants, pregnancy.

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ У СВИНОК ЗАЛЕЖНО ВІД ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ

С. О. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Слинько, О. М. Бондаренко, В. І. Березницький, Б. С. Шаферівський, Є. В. Чухліб,

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

Експериментальні дані багатьох учених свідчать про провідне значення процесів пероксидного окиснення в забезпеченні рухливості, виживаності спермій, дозрівання яйцеклітин та заплідненні. Це вимагає розроблення програм антиоксидантного живлення відповідно до фізіологічного стану тварин на основі глибокого розуміння механізму їх специфічної дії. Метою досліджень було встановити особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану. У дослідях за принципом аналогів використано 5 клінічно здорових свинок української степової білої породи. Кров відбирали в різні періоди відтворювального циклу: лютеальна фаза, еструс, на 15, 20, 30, 60, 90, 104, 113 доби вагітності та через 12 годин після опоросу. Інтенсивність перебігу процесів пероксидації у крові досліджували за активністю ксантиноксидази, концентрацією дієнових кон'югатів, вмістом ТБК-активних сполук. Оцінювали рівень антиоксидантного захисту за активністю супероксиддисмутази, активністю каталази, вмістом відновленого глутатіону, аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, вітаміну А та вітаміну Е. Встановлено, що у свинок у період еструсу в крові пришивиджуються процеси пероксидного окиснення: зростає активність ксантиноксидази, підвищується вміст дієнових кон'югатів в 1,6 раза та ТБК-активних сполук в 1,9 раза ($p < 0,05$). Ці зміни супроводжуються зниженням резистентності еритроцитів до пероксидного гемолізу на 64 % та зростанням рівня антиоксидантного захисту – активності супероксиддисмутази, кількості вітаміну А ($p < 0,05$) і вітаміну Е. Встановлено, що у свинок перед пологами спостерігалась інтенсифікація пероксидації, за рахунок збільшення активності ензимів та зменшення каталази. Ці зміни відбуваються на тлі прискорення процесу пероксидного окиснення – збільшення концентрації дієнових кон'югатів ($p < 0,05$), ТБК-активних комплексів ($p < 0,01$) та зниженням кількості відновленого глутатіону, вітаміну А та вітаміну Е ($p < 0,01$). Особливості перебігу процесів пероксидації у крові свинок визначається періодами статевого циклу та поросністю.

Ключові слова: свинки, статевий цикл, кров, пероксидне окиснення, антиоксиданти, поросність.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРОКСИДНОГО ГОМЕОСТАЗА У СВИНОК В ТЕЧЕНИИ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ЦИКЛА

С. А. Усенко, А. М. Шостя, В. Г. Слинько, Е. Н. Бондаренко, В. И. Березницький, Б. С. Шаферивский, Е. В. Чухлеб,

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

Представлены результаты исследований об особенностях протекания процессов пероксидации у свинок. Выявлено, что в крови свинок в период эструса ускоряются процессы перекисного окисления: увеличивается активность ксантиноксидазы, содержание диеновых конъюгатов и ТБК-активных соединений. Эти изменения сопровождаются снижением резистентности эритроцитов к перекисному гемолизу и ростом уровня антиоксидантной защиты – активности супероксиддисмутазы, витамина А и витамина Е. Установлено, что у свинок перед опоросом наблюдается интенсификация пероксидации, а именно за счет увеличения активности ксантиноксидазы, супероксиддисмутазы и уменьшения каталазы. Эти изменения происходят на фоне ускорения процесса перекисного окисления – увеличение концентрации диеновых конъюгатов ($p < 0,05$), ТБК-активных комплексов ($p < 0,01$) и снижением количества восстановленного глутатиона, витамина А и витамина Е ($p < 0,01$). Динамика особенности формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в крови свинок определяется периодами полового цикла и беременности.

Ключевые слова: свинки, половой цикл, кровь, перекисное окисление, антиоксиданты, супоросность.

Вступ

Внутрішньоутробний розвиток тварин є одним із важливих періодів в їх існуванні. Фізіологічні перебудови в організмі матері, пов'язані з вагітністю, вимагають значних змін метаболічних процесів. Надходжен-

ня поживних речовин до ембріону великою мірою залежить як від його біологічної цінності, так і ступеня зв'язку між ним і матір'ю, особливо після імплантації і плацентациї. Утворення повноцінної плаценти дає змогу забезпечувати необхідні умови для розвитку плода в материнському організмі.

Останнім часом як модельних тварин для дослідження процесів репродукції використовують організм свині через істотну подібність до людського за багатьма анатомо-фізіологічними параметрами [19]. Зокрема наявність гістотрофного типу живлення в ембріонів, що на ранніх стадіях вагітності притаманне людині та тварин із різним геномом, зберігається у свиней майже до кінця ембріогенезу. Тому, пізнаючи зміни, які відбуваються у крові та слизовій оболонці рогів матки протягом вагітності, можна судити про рівень метаболізму і характер взаємозв'язку в системі «мати-плацента-плід» [13]. Це дозволяє виявити загальні закономірності в системі «мати-плацента-плід».

Доведено, що у критичні періоди ембріонального розвитку процеси перекисації посилюються, в результаті чутливість зародка до пошкоджень факторами підвищується, а захисні можливості його знижуються [16]. Незважаючи на те, що в кожного виду організмів існують лише їм властиві критичні періоди, все ж для всіх хребетних, і свині зокрема, вони є загальними. Вивчення таких закономірностей можна успішно використовувати в експериментальній біології і, ґрунтуючись на цьому, розробити і практично реалізувати ефективні методи зниження ембріональної смертності. При цьому однією з важливих характерних особливостей перебігу вагітності в організмі самок різних видів тварин і людини є посилення метаболічних процесів перед пологами, що вказує на важливість дослідження процесів перекисації і корекції їх в цей період [8].

Численними експериментами доведено, що більшість фізіологічних функцій в організмі тварин відбуваються за участі активних форм кисню, кількість яких перебуває під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Саме радикалам кисню належить провідна роль у забезпеченні нормальної роботи клітинних мембран, міоцитів судин, відповідного рівня імунітету, розвитку стресу, старіння та настання апоптозу [14, 17].

Найбільш чутливими до інтенсивності перебігу процесів перекисації в організмі тварин є яйцеклітини і спермії [18]. Саме активним формам кисню належить провідна роль у забезпеченні формування і дозрівання цих гамет шляхом ушкодження ДНК – однієї з основних причин загибелі зигот, ембріонів та потомства [10, 11].

Експериментальні дані свідчать, що після настання вагітності материнський організм перебуває під впливом оксидативного стресу, що може супроводжуватися порушенням процесів розвитку плаценти, плодів та передчасними пологами [5, 7, 15]. Це вимагає розроблення програм антиоксидантного живлення на основі глибокого розуміння механізму і їх специфічної дії [12].

У цьому напрямі перспективними є дослідження процесів перекисації ліпідів у критичні періоди ембріонального розвитку, що дозволить глибше зрозуміти важливі процеси репродукції в людини і тварин для розроблення методів регуляції їх відтворювальної здатності. Це й зумовлює науково-практичну актуальність проведення цих досліджень.

Метою досліджень було встановити особливості перебігу перекисного окиснення прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свинок залежно від фізіологічного стану.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі *завдання*: визначити інтенсивність перебігу процесів перекисації ліпідів у свинок у різні періоди статевого циклу і поросності; визначити силу системи антиоксидантного захисту у свинок залежно від фізіологічного стану.

Матеріал і методи досліджень

У дослідях за принципом аналогів використано 5 клінічно здорових свинок української степової білої 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 доби вагітності та через 12 годин після опоросу. Інтенсивність перебігу процесів перекисації ліпідів у крові досліджували за активністю ксантиноксидази (КСО) [2], концентрацію дієнових кон'югатів (ДК) [6], вмістом ТБК-активних сполук [6]. Оцінювали рівень антиоксидантного захисту за активністю супероксиддисмутази (СОД) [6], активністю каталази (КТ) [1], вмістом відновленого глутатіону [6], аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот (АК) [6], вмістом вітаміну А та концентрацією вітаміну Е [4].

Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту свідчать, що у крові циклюючих свинок у фазі еструса порівняно із лютеальною, спостерігається істотна перебудова метаболічних процесів у напрямі прискорення перебігу перекисного окиснення. Це підтверджується підвищенням активності прооксидантного ензиму – КСО

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

на 14,3 %, що істотно прискорило гемоліз еритроцитів на 63,9 %. Такі зміни супроводжуються збільшенням вмісту ДК у 1,6 та ТБК-активних комплексів 1,9 ($p < 0,05$) раза (табл). При цьому спостерігалось прискорення функціональної активності антиоксидантних ензимів: СОД на 31,3 % та зниження КТ – 55,3 %.

Стан ПАГ у крові свинок української степової білої породи впродовж відтворювального циклу, $M \pm m$ ($n=10$)

Показники ПАГ	Фази відтворювального циклу								Через 12 годин після положів
	Лютеаль-на	Еструс	Доби вагітності						
			15-а	30-а	60-а	90-а	104-а	113-а	
Перекисна резистентність еритроцитів, %	7,08 ±1,43	11,61 ±2,38	10,52 ±2,09	9,32 ±2,42	8,14 ±1,51	7,41 ±1,49	12,19 ±2,43	14,28 ±3,12	13,94* ±2,64
Ксантинооксидаза, мккат /сек·л	29,11 ±3,504	33,28 ±3,493	37,84 ±3,891	34,13 ±2,852	31,13 ±4,577	33,49 ±4,603	38,12 ±4,573	44,38 ±5,901	35,56 ±4,853
Супероксид-дисмутаза, од.акт/мл	0,48 ±0,11	0,63 ±0,13	0,56 ±0,12	0,72 ±0,15	0,49 ±0,11	0,34 ±0,08	0,69 ±0,14	0,85 ±0,28	0,72 ±0,15
Каталаза, H_2O_2 /хв·л	1,876 ±0,342	0,839 ±0,072	2,155 ±0,101	1,538 ±0,13	1,621 ±0,17	1,811 ±0,094	1,98 ±0,091	1,28 ±0,112	1,964 ±0,135
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	0,475 ±0,1	0,396 ±0,068	0,349 ±0,077	0,369 ±0,088	0,324 ±0,07	0,279 ±0,075	0,245 ±0,067	0,233 ±0,064	0,351 ±0,083
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	11,35 ±1,91	14,54 ±2,52	9,17 ±1,72	8,51 ±1,57	12,24 ±2,03	14,43± 2,11	8,13 ±1,69	7,67 ±1,29	6,61 ±1,24
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	9,33 ±1,64	18,26* ±2,26	13,83± 1,79	9,26 ±1,77	13,85 ±2,35	12,14 ±1,91	9,87 ±1,58	14,11± 2,17	9,86 ±1,77
Вітамін А, мкмоль/л	1,05 ±0,19	1,84* ±0,28	1,37 ±0,23	1,09 ±0,26	1,94* ±0,29	2,86** ±0,38	1,32 ±0,25	1,21 ±0,36	0,85 ±0,19
Вітамін Е, мкмоль/л	1,38 ±0,22	2,16 ±0,29	1,54 ±0,27	0,96 ±0,19	0,77 ±0,13	0,62* ±0,11	0,442** ±0,09	0,399** ±0,09	0,278*** ±0,07
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,03 ±0,19	1,68 ±0,27	2,37 ±0,39	2,55 ±0,43	2,08 ±0,52	2,21 ±0,48	1,87 ±0,23	2,63* ±0,31	2,84* ±0,39
ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	6,83 ±1,434	13,2* ±2,427	11,28 ±2,811	14,36* ±2,344	9,61 ±1,711	10,86 ±1,77	14,92 ±3,42	16,68**± 2,19	12,78 ±1,87
ТБК-активні комплекси після інкубації, мкмоль/л	10,8 ±2,787	15,08 ±3,117	13,17 ±2,95	17,18 ±3,165	13,25 ±2,767	14,86 ±2,71	16,67 ±2,75	18,17 ±2,95	13,97 ±2,145

Примітка: *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з показниками лютеальної фази.

Саме в цей період виявлено суттєве використання відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти, а також надходження у кров вітаміну А та вітаміну Е.

Перші 15 діб розвитку вагітності характеризувалися подальшим напруженим перебігом процесів пероксидного окиснення, що проявлялось в активізації ензимів: КСО – 29,9 % і СОД – 16,8 %, збільшенні концентрації ДК – 130,1 %, ТБК-активних комплексів на 65,1%, а також прискорені використання низькомолекулярних антиоксидантів – зниженні вмісту відновленого глутатіону та аскорбінової кислоти відповідно на 26,5 % та 19,2 % порівняно із лютеальною фазою.

По закінченні першого місяця вагітності інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення досягає найбільшої інтенсивності, що підтверджується високим рівнем функціональної активності прооксидантного ензиму, генератора активних форм кисню – КСО та максимальним вмістом вторинних продуктів пероксидації – ТБК – активних комплексів ($p < 0,05$). Це супроводжується подальшим зростанням рівня СОД

та сталим зниженням вмісту відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти, вітамінів А та вітаміну Е. Ця особливість перебігу процесів пероксидації підтверджується дослідженнями [9].

Упродовж другого місяця вагітності в організмі свинок спостерігалось зниження інтенсивності пероксидації ліпідів – зменшення активності КСО на 8,8 %, вмісту ДК – 18,4 і ТБК-комплексів – 33,1 %, а також підвищення стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу – 12,7 %. У результаті встановлено підвищення ємності системи антиоксидантного захисту за рахунок зростання активності КТ на 5,4 %, та вітаміну А – 77,9 % ($p < 0,05$).

По закінченні 90-ї доби поросності свинок відбувалося незначне підвищення активності КСО, каталази та кількості аскорбінової кислоти. При цьому виявлено істотне зниження вітаміну Е – 1,2 ($p < 0,05$) та підвищення вітаміну А в 1,5 раза ($p < 0,01$), що очевидно пов'язано із зростанням депонуючої функції печінки плодів до цих речовин.

У свинок перед пологами спостерігалась інтенсифікація пероксидації ліпідів за рахунок збільшення активності КСО і СОД, що супроводжувалось накопиченням вмісту дегідроаскорбінової кислоти, дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів ($p < 0,01$), а також зниженням концентрації низькомолекулярних антиоксидантів: відновленого глутатіону та вітаміну Е ($p < 0,01$) відносно лютеальної фази. Очевидно, такі метаболічні зміни спричинили зниження рівня стійкості еритроцитів до пероксидного гемолізу.

У післяпологовий період відмічено зміну індикативних показників інтенсивності пероксидації ліпідів: підвищення ДК у 1,1 ($p < 0,05$) і зниження ТБК-активних комплексів у 1,3 раза. Встановлено підвищення рівня функціональної активності КТ на 53,4 %. Такі зміни відбувались на тлі зменшення концентрації вітаміну А на 29,7 % та вітаміну Е – 30,3 % ($p < 0,001$), що є свідченням їх провідної ролі в забезпеченні адаптаційних процесів у післяпологовий період для свиноматок та поросят.

Отримані матеріали досліджень свідчать про те, що у крові свинок протягом відтворювального циклу найбільш лабільними серед ензимів є КСО і СОД, де максимальні значення виявлено перед пологами, а також низькомолекулярні антиоксиданти вітамін А та вітамін Е у післяпологовий період порівняно із лютеальною фазою.

Встановлені особливості перебігу процесів пероксидації і формування системи антиоксидантного захисту у крові свинок загалом мають близьку динаміку до виявлених у міометрії пероксидації в міометрії та ендометрії вагітних свиноматок [3]. Розкриті закономірності прискорення цих процесів збігаються із провідною роллю активних форм оксигену у забезпечення запліднення, імплантації і плацентації ембріонів, захистом плодів від окислювального стресу, підготовкою та проведенням пологів.

Виявлені зміни в інтенсивності протікання процесів пероксидації у свинок залежно від періоду відтворювального циклу цілком підтверджують гіпотезу про циклічну лабільність гомеостазу метаболічних процесів у їх організмі, а саме певними періодичними коливаннями, що зумовлені зміною їх фізіологічного стану, які спрямовані на підтримання фізіологічної норми перебігу процесів пероксидації [5].

Висновки

Отже, за результатами досліджень встановлено, що у крові свинок у період еструсу прискорюються процеси пероксидного окиснення: зростає активність ксантинооксидази, підвищується вміст дієнових кон'югатів та ТБК-активних сполук ($p < 0,05$). Ці зміни супроводжуються зниженням резистентності еритроцитів до пероксидного гемолізу на 63,9 % та зростанням рівня антиоксидантного захисту ($p < 0,05$) – активності супероксиддисмутази на 31,3 %, вітаміну А – 75,2 % і вітаміну Е – 56,5 %. З'ясовано, що у свинок перед пологами спостерігалась інтенсифікація процесів пероксидації, а саме за рахунок збільшення активності КСО і СОД, а також збільшення концентрації дієнових кон'югатів ($p < 0,05$) та ТБК-активних комплексів ($p < 0,01$), та зниження вмісту вітаміну Е ($p < 0,01$).

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні ефективного методу регуляції статевого циклу та програм направленої живлення свинок, залежно від фізіологічного стану для оптимізації росту і розвитку ембріонів у критичні періоди.

References

1. Velychko, A. K., Solovev, V. B., & Henhyn, T. (2009). Metody laboratornogo opredeleniya obshej perekisnoj razrushayushej aktivnosti fermentov rastenij. *Vestnik. Penzenskogo gos. ped. Universiteta*, 14 (18), 44–48 [in Russian].
2. Kiselova, I. K., Maidaniuk, A. V., & Imedadze, S. P. (2005). Vyznachennia aktyvnosti ksantynoksydaznoi aktyvnosti reaktsii tymusa shchuriv. *Visnyk KNU im. Tarasa Shevchenka*, (45–46), 28 [in Ukrainian].

3. Kuzmenko, L. M., Polishchuk, A. A., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskii, V. G., Karpovskii, V. I., & Bilash, S. M. (2018). Prooksydantno-antioksidantnyi Hgomeostaz u tkaninakh matky zalezno vid periodyv vidtvoruvalnogo tsiklu. *Svit medicyny i biology*, 14 (64), 198–203. doi:10.26724/2079-8334-2018-2-64-198-203 [in Ukrainian].
4. Rybalko, V. P. (Ed.). (2005). *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [in Ukrainian].
5. Kovalenko, V. F. (2012). *Fiziologicheskie aspekty metabolizma v sisteme mat-placenta-plod svini: monografiya*. Poltava [in Russian].
6. Shabunyn, S. V. (2010). *Metodycheskye polozheniya po yzucheniiu protsessov svobodnoradykalnoho oksyleniya y systemu antyoksydantnoi zashchyty orhanyzma*. Voronezh [in Russian].
7. 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.
8. Atiba, A. S., Niran-Atiba, T. A., Akindele, R. A., Jimoh, A. K., Oparinde, D. P., Dudyemi, B. M., & Ghazali, M. S. (2013). Effect of Weight Gained In Pregnancy on Lipid Peroxidation Product. *Journal of Asian Scientific Research*, 3 (2), 122–127.
9. Bassi, R., Kaur, M., & Sharma, S. (2011). Study of Changes in Lipid Profile, Lipid Peroxidation and Superoxide Dismutase during Normal Pregnancy. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 1 (3), 249–254.
10. Chen, H., Liao, S.-B., Cheung, M. P. L., Chow, P. H., Cheung, A. L. M., & Wai, S. O. (2012). Effects of sperm DNA damage on the levels of RAD51 and p53 proteins in zygotes and 2-cell embryos sired by golden hamsters without the major accessory sex glands. *Free Radical Biology and Medicine*, 53 (4), 885–892. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.007.
11. Domínguez-Perles, R., Gil-Izquierdo, A., Ferreres, F., & Medina, S. (2019). Update on oxidative stress and inflammation in pregnant women, unborn children (nasciturus), and newborns – Nutritional and dietary effects. *Free Radical Biology and Medicine*. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2019.03.013.
12. 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.
13. Lunney, J. K. (2007). Advances in Swine Biomedical Model Genomics. *International Journal of Biological Sciences*, 179–184. doi:10.7150/ijbs.3.179.
14. Marchetti, P., & Marchetti, C. (2009). Apoptose des spermatozoïdes : mythe ou réalité ? *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*, 37 (6), 562–569. doi:10.1016/j.gyobfe.2009.04.007.
15. Ogbodo, S., Okaka, A., & Nwagha, U. (2014). Parity may determine levels of some antioxidant minerals in pregnancy: An experience from rural South-Eastern Nigeria. *Journal of Basic and Clinical Reproductive Sciences*, 3 (1), 27. doi:10.4103/2278-960x.129275.
16. Patil, S. B., Kodliwadmth, M. V., & Kodliwadmth, S. M. (2006). Lipid peroxidation and nonenzymatic antioxidants in normal pregnancy. *J Obstet Gynecol India*, 5, 399–401.
17. Pomatto, L. C. D., & Davies, K. J. A. (2018). Adaptive homeostasis and the free radical theory of ageing. *Free Radical Biology and Medicine*, 124, 420–430. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2018.06.016.
18. Purdey, M. S., Connaughton, H. S., Whiting, S., Schartner, E. P., Monro, T. M., Thompson, J. G., 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.
19. Swindle, M. M., Makin, A., Herron, A. J., Clubb, F. J., & Frazier, K. S. (2011). Swine as models in biomedical research and toxicology testing. *Veterinary Pathology*, 49 (2), 344–356. doi:10.1177/0300985811402846.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усенко С. О., Шостя А. М., Слинко В. Г., Бондаренко О. М., Березницький В. І., Шаферівський Б. С., Чухліб Є. В. Особливості перебігу процесів пероксидного окиснення у свинок залежно від фізіологічного стану. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 92–97.

© Усенко Світлана Олексіївна, Шостя Анатолій Михайлович, Слинко Віктор Григорович, Бондаренко Олена Миколаївна, Березницький Віктор Іванович, Шаферівський Богдан Сергійович, Чухліб Євген Володимирович, 2019



original article | UDC 636.2.034.082 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.12

INBREEDING ESTIMATION AT DIFFERENT STAGES OF RAISING UKRAINIAN RED DAIRY BREED OF CATTLE

T. V. Pidpala,

ORCID ID: [0000-0002-4072-7576](https://orcid.org/0000-0002-4072-7576), E-mail: pidpala@mnau.edu.ua,

N. P. Shevchuk,

ORCID ID: [0000-0002-5845-2582](https://orcid.org/0000-0002-5845-2582), E-mail: shev4uk.n@ukr.net,

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

Investigating the effectiveness of using inbreeding is important at different stages of raising the Ukrainian Red dairy breed of cattle. Generally accepted zoo-technical methods (individual milk production recording), laboratory (determining milk quality composition), retrospective analysis (indices for the entire period of animal using), variation-statistical method (determining sign parameters) were used during the research. As a result of studying related breeding, milk productivity of inbred cows was analyzed at different levels and outbred cows during three stages of raising the Ukrainian Red dairy breed. It was found that related breeding was used most intensively during the first two stages: the proportion of inbred cows was 21.4 % and 40.4 %. It is explained by the purpose of breeding, i.e. the creation of a stable heredity in animals concerning butterfat content owing to the use of the Angler's breed gene pool. The primary influence on the level of milk productivity in cows of close and distant inbreeding degrees during the first and second lactations was determined. The consolidating effect of related selection is manifested by the signs of fat content in milk. Its high value (3.89–4.10 %) is observed in cows during the first two stages of breeding. Some decrease of butterfat content in animals during the third stage is explained by the involvement of the Holstein breed gene pool in the breeding process. As to the manifestation of milk productivity, inbred cows are not inferior to outbred ones, and even sometimes dominate them, indicating the absence of inbred depression. Theoretical and practical statements on the effectiveness of using inbreeding of various levels during the creation and consolidation of the Ukrainian Red dairy breed of cattle were further developed. The obtained results should be taken into account while selecting the Ukrainian Red dairy breed at the stage of its consolidation and improvement.

Key words: *the Ukrainian Red dairy breed, level of inbreeding, breeding sign, milk productivity.*

ОЦІНКА ІНБРИДИНГУ В РІЗНІ ЕТАПИ ВИВЕДЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЧЕРВОНОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Т. В. Підпала, Н. П. Шевчук,

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

Дослідження ефективності використання інбридингу має актуальне значення на різних етапах виведення української червоної молочної породи великої рогатої худоби. У процесі дослідження використані загальноприйняті зоотехнічні методи (індивідуальний облік молочної продуктивності), лабораторні (визначення якісного складу молока), ретроспективний аналіз (показники за весь період використання тварин), варіаційно-статистичний метод (визначення параметрів ознак). У результаті вивчення спорідненого розведення проаналізовано молочну продуктивність інбредних у різному ступені та аутбредних корів за три етапи виведення української червоної молочної породи. Встановлено, що найбільш інтенсивно споріднене розведення застосовувалося протягом перших двох етапів, питома вага інбредних корів становила 21,4 % і 40,4 %. Це пояснюється спрямованістю селекції – створення стійкої спадковості у тварин за жирномолочністю завдяки використанню генофонду англєрської породи. Визначено переважаючий вплив на рівень молочної продуктивності корів близького та віддаленого ступенів інбридингу за першу і другу лактації. Консолідуєча дія спорідненого

підбору проявляється за ознакою вміст жиру в молоці. У корів спостерігається високий його вміст (3,89–4,10 %) протягом перших двох етапів виведення породи. Деяке зниження жирномолочності у тварин III етапу пояснюється залученням до породотворного процесу генофонду голштинської породи. За проявом молочної продуктивності інбредні корови не поступаються аутбредним, а навіть децю переважають їх, що свідчить про відсутність інбредної депресії. Набули подальшого розвитку теоретичні та практичні положення щодо ефективності використання інбридингу різних ступенів при створенні та консолідації української червоної молочної породи великої рогатої худоби. На отримані результати необхідно зважати під час селекції української червоної молочної породи на етапі її консолідації та удосконалення.

Ключові слова: українська червона молочна порода, ступінь інбридингу, селекційна ознака, молочно продуктивність.

ОЦЕНКА ИНБРИДИНГА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ВЫВЕДЕНИЯ УКРАИНСКОЙ КРАСНОЙ МОЛОЧНОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Т. В. Подпала, Н. П. Шевчук,

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

Исследование эффективности использования инбридинга имеет актуальное значение на разных этапах выведения украинской красной молочной породы крупного рогатого скота. В результате изучения родственного разведения проанализировано молочную продуктивность инбредных в разной степени и аутбредных коров за три этапа выведения украинской красной молочной породы. Установлено, что наиболее интенсивно родственное разведение использовалось в течении первых двух этапов, удельный вес инбредных коров составил 21,4 % и 40,4 %. За проявлением молочной продуктивности инбредные коровы не уступают аутбредным, а даже несколько превосходят их, что свидетельствует об отсутствии инбредной депрессии. Полученные результаты следует учитывать во время селекции украинской красной молочной породы на этапе ее консолидации и усовершенствования.

Ключевые слова: украинская красная молочная порода, степень инбридинга, селекционный признак, молочная продуктивность.

Вступ

У період виведення нових порід великої рогатої худоби та їх консолідації доцільність використання інбридингу значно зростає. Актуальність такого методу підбору пояснюється його біологічною сутністю. Це не лише закріплення спадковості, а й зміна її, і особливо при щільних ступенях інбридингу, що має значення у створенні нових порід або докорінному перетворенню існуючих. Поєднання спорідненого розведення з жорстким добором сприяє виведенню препотентних тварин, які здатні стійко передавати високий розвиток продуктивних ознак потомству [13, 16]. Водночас наявний рівень знань про біологічну та генетичну природу інбридингу хоча й не дає вичерпного пояснення його сутності, але забезпечує можливість цілеспрямованого використання спорідненого розведення для вирішення проблем селекції молочної худоби [8].

Про ефективність застосування інбридингу як селекційного методу при створенні нових порід, типів, ліній повідомляють І. П. Петренко та ін. [15], І. П. Петренко та ін. [1], Т. В. Підпала [6, 7, 9]. У результаті досліджень ефективності застосування різних варіантів інбридингів на тваринах українських чорно-рябій та червоно-рябій молочних і голштинській породах встановлено, що дуже тісний та близький інбридинги негативно впливають на рівень молочної продуктивності корів за найвищу лактацію, а за умови помірних та віддалених інбридингів такого впливу не виявлено [5].

За даними видатних вчених [3, 17, 18, 19, 20] інбридинг на етапі селекційно-племінної роботи з червоною молочною породою набуває актуальності, але його застосування повинно контролюватися ступенем спорідненості між вихідними батьківськими формами.

Особливістю застосування інбридингу при виведенні української червоної молочної породи є підвищення рівня надою у тварин зі зміною поколінь. Перевага за надоєм у корів шостого покоління становила 1216 кг ($P > 0,99$) порівняно з тваринами першого покоління [8]. Встановлено підвищення мінливості надою у інбредних дочок порівняно з їхніми матерями у племзаводі «Малинівка» та з матерями і аутбредними ровесницями у племзаводі ПОК «Зоря» [7].

Про збільшення мінливості селекційних ознак у інбредних тварин повідомляють й інші автори. Результати досліджень М. М. Передрія [4] свідчать про вищу мінливість окремих продуктивних ознак

у тварин, отриманих внаслідок інбридингу, причому її найвищий рівень характерний для первісток від спорідненого парування у помірному ступені.

Інбридинг є одним із важливих породоутворюючих факторів, який сприяє не лише консолідації спадковості, а може навіть розхитувати її, тим самим створюючи можливості для успішної селекції [12].

Мета роботи полягала в оцінці ефективності використання інбридингу на різних етапах виведення української червоної молочної породи великої рогатої худоби. Зазначена мета виконувалася через такі *завдання*: визначити розвиток продуктивних ознак у корів в умовах різного ступеня інбридингу, встановити прояв селекційних ознак у тварин, що походять від споріднених та неспоріднених паруваль.

Матеріали і методи досліджень

Для виконання дослідження використали дані племінного обліку стада великої рогатої худоби української червоної молочної породи племзаводу ПОК «Зоря» Херсонської області за 1970–1999 роки (період виведення української червоної молочної породи). Цей племінний завод був одним із базових господарств, де здійснювалися породоперетворювальні процеси в популяції червоної степової худоби. Зазначений період умовно розподілили на декілька етапів, протягом яких відбувалося створення української червоної молочної породи (УЧМ), зокрема: I етап – 1965–1975 роки, II етап – 1976–1985 роки і III етап – 1985–1995 роки. Для ретроспективного аналізу було відібрано 637 тварин, зокрема по етапам: I – n=248 корів, II – n=255 корів і III – n=134 корів. За даними родоводів кожної корови встановлювали наявність спільних предків. Ступінь інбридингу визначали за методом Пуша та Шапоружа, а коефіцієнт (F_x) за формулою С. Райта в модифікації Д. А. Кисловського [13]:

$$F_x = \sum \left[\frac{1}{2}^{n+n_1-1} \times (1 + f_a) \right] \times 100.$$

Результативність спорідненого розведення та різних ступенів інбридингу оцінювали за молочною продуктивністю корів, що продукували в різні періоди виведення української червоної молочної породи великої рогатої худоби.

Для дослідження використовували методи ретроспективного аналізу і варіаційної статистики [10, 14]. Матеріали досліджень опрацьовані з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Проаналізовано молочну продуктивність інбредних у різному ступені та аутбредних корів за три етапи виведення української червоної молочної породи (табл. 1).

Насамперед необхідно відмітити різну інтенсивність використання спорідненого розведення протягом породоперетворювального процесу. Найбільша питома вага інбредних корів (21,4 % і 40,4 %) отримана під час першого і другого етапів виведення УЧМ, що пояснюється спрямованістю селекції – створення стійкої спадковості у тварин за жирномолочністю завдяки використанню генофонду англєрської породи. Менш інтенсивно застосовується інбридинг у третьому етапі виведення породи, частка інбредних тварин становила лише 15,7 %.

Вплив різних ступенів інбридингу оцінено за рівнем молочної продуктивності корів за першу лактацію. Встановлено, що за величиною надою перевагу мали тварини, які виведені в результаті близького та віддаленого (II етап) і помірного та віддаленого (III етап) інбридингу. Різниця за величиною надою становила 521 кг ($P>0,99$) та 534 кг ($P>0,99$) і 529 кг ($P>0,95$) та 785 кг ($P>0,99$) порівняно з коровами аналогічного ступеня інбридингу I етапу.

Щодо ознаки вміст жиру в молоці, то у корів спостерігається високе його значення протягом перших двох етапів виведення породи (3,89–4,10 %), тобто проявляється консолідуєча дія спорідненого підбору. Проте, відмічаємо деяке зниження жирномолочності у тварин III етапу. Це пояснюється залученням до породотворного процесу генофонду голштинської породи.

Переважаючий вплив близького (II етап) і віддаленого (II та III етап) інбридингу встановлено за кількістю молочного жиру. Різниця з аналогічними ступенями інбридингу I етапу становила 20,6 кг ($P>0,99$) і 23,2 кг ($P>0,99$) та 28,6 кг ($P>0,99$) відповідно.

Аналогічні дані встановлено у другий період лактації (табл. 2). Встановлено, що за величиною надою і кількістю молочного жиру переважали корови, які виведені від близького та віддаленого інбридингу (II етап). Порівняно з аналогічними ступенями інбридингу I етапу різниця становила 603 кг ($P>0,95$) та 568 кг ($P>0,95$) і 29,3 кг ($P>0,95$) та 22,6 кг відповідно. За вмістом жиру в молоці проявляється подібна тенденція, тобто зменшення його значення у тварин, виведених у результаті спорідненого розведення протягом III етапу виведення української червоної молочної породи.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Молочна продуктивність інбредних в різному ступені та аутбредних корів-первісток української червоної молочної породи, $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$

Етап	Ступінь інбридингу	$F_x, \%$	n	Продуктивність за 305 днів		
				надій, кг	молочний жир	
					%	кг
I	Щільний	12,50–25,00	4	3225±222,8	4,05±0,104	123,8±9,86
	Близький	3,12–12,49	21	3680±126,9	3,93±0,063	145,5±5,85
	Помірний	0,78–3,11	18	3993±160,4	4,10±0,111	164,2±6,94
	Віддалений	0,10–0,77	10	3899±173,7	3,89±0,110	151,5±7,67
	Середнє		53	3699±170,9	3,99±0,097	146,3±7,58
	Аутбредні		195	3551±47,2	3,95±0,021	140,2±1,94
II	Щільний	12,50–25,00	1	4755	3,86	183,8
	Близький	3,12–12,49	22	4201±121,5**	3,98±0,064	166,1±4,57**
	Помірний	0,78–3,11	33	4102±160,5	4,10±0,050	167,8±6,06
	Віддалений	0,10–0,77	47	4433±95,2**	3,99±0,041*	174,7±3,48**
	Середнє		103	4373±125,7**	3,98±0,052	173,1±4,70**
	Аутбредні		152	4291±63,1***	4,03±0,022**	172,9±2,54***
III	Щільний	12,50–25,00	-	-	-	-
	Близький	3,12–12,49	4	4183±301,3	4,02±0,062	167,9±10,67
	Помірний	0,78–3,11	5	4522±185,4*	3,88±0,050	174,9±6,66
	Віддалений	0,10–0,77	12	4684±193,9**	3,86±0,039	180,1±6,38**
	Середнє		21	4463±226,9**	3,92±0,050	174,3±7,90**
	Аутбредні		113	4432±67,9***	3,86±0,011***	172,5±2,82***

Примітки: * – $P > 0,95$; ** – $P > 0,99$; *** – $P > 0,999$ у порівнянні з I етапом.

2. Молочна продуктивність інбредних у різному ступені та аутбредних корів за другу лактацію,

$$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$$

Етап	Ступінь інбридингу	$F_x, \%$	n	Продуктивність за 305 днів		
				надій, кг	молочний жир	
					%	Кг
I	Щільний	12,50–25,00	4	4031±231,4	4,03±0,058	162,8±10,28
	Близький	3,12–12,49	21	4257±145,0	3,90±0,091	165,7±6,33
	Помірний	0,78–3,11	18	4463±131,4	4,08±0,122	182,4±7,11
	Віддалений	0,10–0,77	9	4433±208,6	4,02±0,109	179,8±12,62
	Середнє		52	4296±179,1	4,01±0,095	172,7±9,08
	Аутбредні		194	4055±52,1	3,96±0,023	161,0±2,15
II	Щільний	12,50–25,00	1	5462	3,70	200,4
	Близький	3,12–12,49	22	4860±260,6*	4,02±0,065	195,0±10,46*
	Помірний	0,78–3,11	33	4719±130,2	4,07±0,047	192,0±5,26
	Віддалений	0,10–0,77	46	5001±123,8*	3,99±0,041	202,4±5,16
	Середнє		102	5010±171,5**	3,94±0,051	197,4±6,95*
	Аутбредні		149	4856±81,5***	4,01±0,023	193,4±2,97***

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

III	Щільний	12,50–25,00	-	-	-	-
	Близький	3,12–12,49	2	5090±786,0	3,79±0,010	193,4±28,60
	Помірний	0,78–3,11	5	4353±444,3	3,87±0,049	168,4±16,59
	Віддалений	0,10–0,77	12	4586±253,5	3,93±0,039	180,6±10,24
	Середнє		19	4676±497,9	3,86±0,033	180,8±18,48
	Аутбредні		106	4516±92,0***	3,83±0,013***	172,8±3,35***

Примітки: *– P>0,95; ***– P>0,99; ***– P>0,999 порівняно з I етапом.

Досліджуючи рівень продуктивності інбредних тварин за третю лактацію, не виявили зниження надою в II етапі порівняно з I етапом, що свідчить про відсутність інбредної депресії за молочністю (табл. 3).

У результаті порівняльного аналізу продуктивності інбредних тварин III етапу з I етапом виявили зниження надою в корів, виведених від помірного та віддаленого ступенів інбридингу. Різниця відповідно становила 302 кг і 427 кг, але була не вірогідною і перебувала в межах помилки середньоарифметичної величини.

Встановлена тенденція зниження жирномолочності у інбредних тварин III етапу виведення української червоної молочної породи проявляється і в третю лактацію. Вміст жиру в молоці коливається в межах 3,76–3,91 %, а порівняно з I етапом це 3,89–4,10 %.

За проявом молочної продуктивності інбредні корови не поступаються аутбредним, а навіть дещо переважають їх. Тому на підставі одержаних даних можна підтверджувати доцільність використання спорідненого розведення для консолідації спадковості під час виведення породи.

3. Молочна продуктивність інбредних у різному ступені та аутбредних корів за третю лактацію, $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

Етап	Ступінь інбридингу	F_x , %	n	Продуктивність за 305 днів		
				надій, кг	молочний жир	
					%	кг
I	Щільний	12,50–25,00	3	4454±217,7	3,89±0,071	173,4±7,16
	Близький	3,12–12,49	20	4625±174,4	3,93±0,105	181,4±7,08
	Помірний	0,78–3,11	18	4757±209,0	4,10±0,104	193,7±7,83
	Віддалений	0,10–0,77	9	4890±200,7	3,94±0,131	182,3±11,98
	Середнє		50	4681±200,4	3,96±0,103	182,7±8,51
	Аутбредні		190	4526±61,8	3,92±0,023	177,5±2,48
II	Щільний	12,50–25,00	1	3949	4,15	163,8
	Близький	3,12–12,49	21	5263±179,4*	3,93±0,050	208,2±8,10*
	Помірний	0,78–3,11	33	4926±132,0	4,02±0,041	197,9±5,35
	Віддалений	0,10–0,77	44	5264±115,4	3,99±0,032	211,2±4,29*
	Середнє		99	4850±142,3	3,98±0,041	195,3±6,04
	Аутбредні		141	5006±75,1***	3,97±0,018	199,2±2,93***
III	Щільний	12,50–25,00	-	-	-	-
	Близький	3,12–12,49	2	5445±719,0	3,76±0,015	204,4±26,05
	Помірний	0,78–3,11	4	4455±499,8	3,91±0,008	175,3±19,71
	Віддалений	0,10–0,77	11	4463±339,7	3,87±0,040	172,4±12,30
	Середнє		17	4787±519,5	3,85±0,021	184,0±19,35
	Аутбредні		98	4624±104,0	3,79±0,014***	175,9±3,80

Примітки: *– P>0,95; ***– P>0,99; ***– P>0,999 порівняно з I етапом.

Проте Ю. П. Полупан [11], досліджуючи спадкову зумовленість у тварин різного ступеня спорідненості (кровозмішування чи аутбредні) встановив, що за високого ступеня інбридингу (I-II, $f_x = 25\%$) проявляється інбредна депресія і, найперше, у зниженні тривалості господарського використання і довічної продуктивності корів.

Висновки

У результаті досліджень встановлено, що під час виведення української червоної молочної породи використовувалося споріднене розведення, яке найбільш інтенсивно застосовувалося протягом перших двох етапів. Визначено переважаючий вплив на рівень молочної продуктивності корів близького та віддаленого ступенів інбридингу під час першої і другої лактації. Консолідує дія спорідненого підбору проявляється за ознакою вміст жиру в молоці. У корів спостерігається високе його значення (3,89–4,10 %) протягом перших двох етапів виведення породи. Деяке зниження жирномолочності виявлено у тварин III етапу, що пояснюється залученням до породотворного процесу генофонду голштинської породи. За проявом молочної продуктивності інбредні корови не поступаються аутбредним, а навіть дещо переважають їх, що свідчить про відсутність інбредної депресії.

Перспективи подальших досліджень. На перспективу передбачається дослідити вплив спорідненого розведення на тривалість господарського використання та позитивну продуктивність тварин у процесі виведення та удосконалення української червоної молочної породи великої рогатої худоби.

Referenses

1. Petrenko, I. P. (Ed.). (1997). *Henetyko-populiatsiini protsesy pry rozvedenni tvaryn*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
2. Kislovs'kij, D. A. (1965). *Problemy porody i ee uluchshenie. Izbrannye sochinenija*. Moskva: Kolos [In Russian].
3. Kuznetsov V. M. (2000). *Ynbrydynh v zhyvotnovodstve: metodu otsenky u prohnoza*. Kyrov: Zonalnuy NYYSKh Severo-vostoka [In Russian].
4. Peredrii, M. M. (2017). Vidtvorna zdatsnist koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru. *Visnyk Sumskoho NAU: Ser. Tvarynnyctvo*, 5/1 (31), 131–134 [In Ukrainian].
5. Petrenko, I. P., Kruhliak, A. P., & Tsapko, V. A. (2010). Produktivnist koriv vid riznykh variantiv pidboru v stadakh novostvorenykh molochnykh pored. *Rozvedennia i henetyka*, 44, 143–145 [In Ukrainian].
6. Pidpala, T. V. (2005). *Henezys porodnoho peretvorennia v populiatsii chervonoi stepovoi khudoby: monohrafiia*. Mykolaiv: MDAU [In Ukrainian].
7. Pidpala, T. V. (2005). Inbrydynh – faktor porodoutvorennia u molochnomu skotarstvi. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 39 (1), 25–28 [In Ukrainian].
8. Pidpala, T. V., & Khomyk, A. V. (2016). Inbrydynh ta porodoutvoriuvalni protses u molochnomu skotarstvi. *Visnyk Sumskoho NAU: Ser. Tvarynnyctvo*, 5 (29), 80–85 [In Ukrainian].
9. Pidpala, T. V., Zaitsev, Ye. M., & Pravda, A. O. (2019). Rezultaty vykorystannia buhaiv-plidnykiv holshtynskoi porody pry stvorenni vysokoproduktyvnoho stada. *Visnyk PDAA*, 1, 169–180. doi:10.31210/visnyk2019.01.19 [In Ukrainian].
10. Plokhynskiy, N. A. (1969). *Rukovodstvo po byometryi dlia zootekhnykov*. Moskva: Kolos [In Ukrainian].
11. Polupan, Yu. P. (2015). Henetychna determinatsiia tryvalosti ta efektyvnosti dovichnoho vykorystannia chorno-riaboi molochnoi khudoby. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*, 49, 120–133 [In Ukrainian].
12. Pochukalin A. Ye., Pryima S. V., & Rizun, O. V. (2017). Stan plemynnoho skotarstva Ukrainy za sporidnenymy hrupamy molochnykh porid. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 7 (33), 92–95 [In Ukrainian].
13. Prokhorenko, P. N., & Lohynov, Zh. H. (1986). *Mezhporodnoe skreshchyvanye v molochnom skotovodstve*. Moskva: Rosselkhozizdat [In Ukrainian].
14. Pidpala, T. V. (Ed.). (2012). *Selektsiia molochnoi khudoby i svynei: navch. posib*. Mykolaiv: MNAU [In Ukrainian].
15. Petrenko, I. P. *Teoriia systemnoho analizu «krovozmishennia» u tvaryn*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
16. Shevchuk, N. P. (2017). Henezys ukrainskoi chervonoi molochnoi porody. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Hzhyskoho*, 19 (74), 203–207. doi:10.15421/nvlvet7444 [In Ukrainian].
17. Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Florent, M. J., Cook, N. B., Nordlund, K. V., Zwald, N. R., & Rawson, C. L. (2006). Survey of Management Practices on Reproductive Per-

formance of Dairy Cattle on Large US Commercial Farms. *J. Dairy Sci.*, 89, 4723–4735. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72522-X.

18. Hutchison, J. L., VanRaden, P. M., Null, D. J., Cole J. B. Bickhart, D. M. (2017). Genomic evaluation of age at first calving. *Journal of Dairy Science*, 100 (8), 6853–6861. doi:10.3168/jds.2016-12060.

19. VandeHaar, M. J., Armentano, L. E., Weigel, K., Spurlock, D. M., Tempelman, R. J., Veerkamp, R. (2016). Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *Journal of Dairy Science*, 99 (6), 4941–4954. doi:10.3168/jds.2015-10352.

20. Van Raden, P. M., Olson, K. M., Null, D. J., & Hutchison, J. L. (2011). Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplo types. *J. Dairy Sci.*, 94 (12), 6153–6161. doi:10.3168/jds.2011-4624.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Підпала Т. В., Шевчук Н. П. Оцінка інбридингу в різні етапи виведення Української червоної молочної породи великої рогатої худоби. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 98–104.

© Підпала Тетяна Василівна, Шевчук Наталя Петрівна, 2019



review article | UDC 636.4.083 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.13

THERMAL COMFORT AND PRODUCTIVITY OF PIGS

V. M. Gyria,

ORCID ID: [0000-0002-6643-5790](https://orcid.org/0000-0002-6643-5790), E-mail: giryia1960@gmail.com,

Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences, 1, Shvedska Mohyla str., Poltava, 36013, Ukraine

V. Ye. Usachova,

ORCID ID: [0000-0002-5866-7006](https://orcid.org/0000-0002-5866-7006), E-mail: valentya.usachova@gmail.com,

O. I. Myronenko,

ORCID ID: [0000-0002-6067-3755](https://orcid.org/0000-0002-6067-3755), E-mail: olemyr@ukr.net,

V. G. Slynko,

ORCID ID: [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840), E-mail: viktor.slynko@pdaa.edu.ua,

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

A modern notion of the temperature factor significance for the well-being of pigs and measures aimed at reducing the negative impact of the climate change and solving related problems are presented. The effect of climate change on pigs' productivity, the justification of adapting and preventing the possibility of temperature stress were analyzed. The reaction of pig organism on violating thermal comfort was disclosed. The unsatisfactory state of livestock premises' microclimate negatively affects the viability of the animal organism, heat overstrain is observed accompanied by deteriorating appetite and feed consumption, as well as the resistance of animals to pathogens, parasites. The numerous factors of stress seriously affect manufacturing livestock products, reproduction, immune status and production effectiveness in general. The mechanisms of heat regulation in the animal organism at temperature stress and its negative influence on pig productivity indices of different production groups were considered. The data as to the measures of pig adaptation to environmental conditions in the premises, which can help to solve their adaptation in the conditions of thermal stress and can be minimized by controlling the temperature in the premises, ventilating, heating and cooling systems, spraying water were presented. The main directions of the strategy of pig heat resistance control connected with using of different breeding programs, new stress biomarkers, innovative rearing technologies were outlined. A separate role was specified as to using more saturated feed rations with a reduced level of crude protein and fiber in the diet, as well as adjusting the supply of feed portions. The given information can be used in scientific researches, introduced into production, educational process in training specialists in the field of technology of manufacturing livestock farming products.

Key words: thermal, comfort, stress, microclimate, productivity, environment, thermal resistance.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОМФОРТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СВИНЕЙ

В. М. Гиря,

Інститут свинарства і АПВ НААН, вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, 36013, Україна

В. Є. Усачова, О. І. Мироненко, В. Г. Слинко,

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

Викладено сучасне розуміння про значення температурного фактору на добробут свиней та заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу зміни клімату і вирішення проблем, що пов'язані з цим. Проаналізовано вплив зміни клімату на продуктивність свиней, обґрунтовано адаптаційні процеси та визначено, як попередити можливості виникнення температурного стресу. Досліджено реакцію організму свиней на порушення теплового комфорту. Незадовільний стан мікроклімату тва-

ринницьких приміщень негативно впливає на життєздатність організму у тварин, спостерігається теплове перенапруження, що супроводжується погіршенням апетиту і споживання кормів, а також резистентності тварин до патогенних організмів, паразитів. Визначено, що численні чинники стресу серйозно позначаються на виробництві продукції тваринництва, відтворенні, імунному статусі і ефективності виробництва загалом. Розглянуто механізми регуляції тепла в організмі тварин при температурному стресі та його негативна дія на показники продуктивності свиней різних виробничих груп. Викладено дані щодо заходів адаптації свиней до умов навколишнього середовища в середині приміщень, які зможуть сприяти у вирішенні їх пристосування в умовах теплового стресу, який можна мінімізувати за допомогою регулювання температури у приміщенні системою вентилявання, опалення та охолодження, розприскуванням води. Окреслено основні напрями стратегії регулювання теплостійкості свиней, пов'язані із використанням різноманітних селекційних програм, нових біомаркерів стресу, інноваційних технологій вирощування. Зазначено про використання більш насичених рецептів кормів зі зменшеним рівнем сирого протеїну та клітковини в раціоні, скориговано порції корму. Зібрана інформація може бути використана в наукових дослідженнях, впроваджена у виробництво, навчальний процес при підготовці спеціалістів у галузі технології виробництва продукції тваринництва.

Ключові слова: температура, комфорт, стрес, мікроклімат, продуктивність, середовище, термостійкість.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОМФОРТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ

В. Н. Гиря,

Институт свиноводства и АПП НААН, ул. Шведская Могила, 1, г. Полтава, 36013, Украина

В. Е. Усачева, Е. И. Мироненко, В. Г. Слинко,

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

Изложены современные представления о значении температурного фактора в комфортном содержании свиней и меры, направленные на уменьшение негативного воздействия изменения климата и решения проблем, связанных с этим. Проанализированы влияние изменения климата на продуктивность свиней, обоснована адаптация и предупреждены возможности возникновения температурного стресса. Раскрыта реакция организма свиней на нарушение теплового комфорта. Неудовлетворительное состояние микроклимата животноводческих помещений негативно влияет на жизнеспособность организма, у животных наблюдается тепловое перенапряжение, сопровождается ухудшением аппетита и потребления кормов, а также резистентности животных к патогенным организмам, паразитам. Многочисленные факторы стресса серьезно сказываются на воспроизводстве, иммунном статусе и эффективности производства в целом. Рассмотрены механизмы регуляции тепла в организме свиней при температурном стрессе и его отрицательное воздействие на показатели продуктивности свиней различных производственных групп. Очерчены основные направления стратегии регулирования теплостойкости свиней, связанные с использованием разнообразных селекционных программ, новых биомаркеров стресса, инновационных технологий выращивания. Используются более насыщенные рецепты кормов с уменьшенным уровнем сырого протеина и клетчатки в рационе, скорректированы порции корма. Представленная информация может быть использована в научных исследованиях, внедрена в производство, учебный процесс при подготовке специалистов в области технологии производства продукции животноводства.

Ключевые слова: температура, комфорт, стресс, микроклимат, производительность, среда, термостойкость.

Згідно з прогнозами експертів ФАО до кінця XXI століття відбудуватиметься зростання світових температур на 1,8 до 4,6 °C [19]. Клімат України має ті ж тенденції, що і клімат усієї Землі. Сільське господарство, особливо тваринництво, найбільше вразливі перед зміною клімату, навіть підвищення середніх світових температур всього на 2 °C призведе до дестабілізації фермерських систем [20, 31].

Забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату є одним із головних завдань на найближчі десятиліття. Формування стратегії і політики розвитку основних галузей аграрної сфери держави повинно відбуватися з урахуванням фактичних і очікуваних змін кліматичних умов [18]. Щоб протистояти впливу зміни клімату, необхідно перейти від методів, заснованих на інтенсивному використанні ресурсів, до більш стійких продовольчих систем. Ця зміна вимагає витрат, що не під силу

дрібним фермерам, виробникам тваринницької продукції. Найбільші можливості для адаптації мають інтеграції великих ферм [9]. Одночасно, вважається, що інтенсивне виробництво свинини на великих комплексах і фермах певною мірою може скомпрометувати добробут свиней, особливо через широке використання синтетичних хімічних речовин у кормі та в засобах догляду. Порушення зоогігієнічних вимог призводить до зниження продуктивності тварин, ослаблення їхньої конституції, захворювань і ефективності виробництва загалом.

При зміні технології виробництва – кормового і температурного режиму, вологості повітря, барометричного тиску, рельєфу місцевості, умов експлуатації, великої концентрації поголів'я та інших факторів – організм тварин часто потерпає і повинен асимілюватись у процесі онтогенезу [26].

Темпи зміни кліматичних факторів можуть випереджати можливості тварин адаптуватися до змінених умов середовища, що проявиться як прямий вплив – втрата продуктивності, тобто фізіологічний стрес, а непрямий, пов'язаний зі змінами в доступності і якості кормів, води [17]. Особливо актуальними ці питання виявилися в останні роки, коли технологія ведення свинарства змінюється так швидко, що виникає невідповідність між біологічною природою, фізіологічними можливостями організму та зовнішнім середовищем [11, 240].

Аналізами досліджень науковців свідчать: щоб пом'якшити вплив зміни клімату, потрібно розробляти, удосконалювати селекційно-генетичні та технологічні методи для застосування в галузі тваринництва [25, 30].

Заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу зміни клімату та вирішення проблем, що пов'язані з цим можна впроваджувати двома способами:

1) Пом'якшення наслідків зміни клімату зменшенням впливу діяльності людини на тварин. Останніх необхідно пристосовувати до нових кліматичних умов за допомогою різноманітних селекційних програм та технологій, що передбачають попередження виникнення і поширення захворювань тварин, розповсюдження шкідників, а працюватимуть на збільшення продуктивності тварин, завдяки доступності і якості кормової бази.

2) Адаптація – пристосування до фактичних чи очікуваних впливів зміни клімату з тим, щоб використовувати переваги від зміни клімату. Адаптація дає змогу знизити рівень шкідливості фактору, використати всі наявні для цього можливості і також передбачає розробку відповідних стратегій реагування. Одним із методів адаптації у тваринництві є застосування технологій, які зменшують чутливість до мінливості погодних умов [1]. У зв'язку з чим проводяться відповідні дослідження для визначення основних стратегій адаптації для подальшого використання фермерами у відповідь на кліматичні шоки. В результаті частина фермерів вносить певні корективи у свої фермерські практики, маючи при цьому вибір стратегій адаптації [35].

У літературі запропоновано низку гіпотез, у яких зроблено спроби дати наукове пояснення окремим наслідкам зміни клімату через підвищення температури. Як наслідок, акліматизація свиней до постійної високої температури навколишнього середовища відбувається за двофазним процесом. У першій фазі збільшується внутрішня температура, більші теплові втрати тіла і зниження тепловиробництва, пов'язане зі зменшенням споживання корму. У другій – відзначається зниження метаболічного виробництва тепла за допомоги об'єднання низького вивільнення гормонів щитовидної залози і кортизолу, що надходять до кровообігу. Потрібно намагатися прилаштуватися і зменшити негативні впливи прогнозованих кліматичних змін, і, за можливості, найбільш ефективно використовувати вигоду від них [28].

Більш теплі зими сприятливі для тварин, водночас час влітку тепловий стрес має низку негативних наслідків, пов'язаних зі зниженням споживання кормів і продуктивності, скороченням темпів відтворення і росту, показників смертності. Тепловий стрес також знижує резистентність тварин до патогенних організмів, паразитів. Численні чинники стресу серйозно позначаються на виробництві продукції тваринництва, відтворенні та імунному статусі тварин. Тому необхідно використовувати нові біомаркери стресу у свиней, які утримуються за умови високої щільності [34, 42].

На зміни навколишнього середовища тварини відповідають певною реакцією, пов'язаною зі включенням своєї фізіологічної функції. Ці функції – результат дії відповідних генів чи блоків, які починають діяти залежно від зміни факторів середовища [22]. Вплив різних факторів навколишнього середовища на організм виявляється у формі змін основних його фізіологічних процесів: кровообігу, дихання, травлення, газообміну, обміну речовин і т. д. У літературі є дані, які свідчать, що продуктивність свиней на 87 % визначається умовами навколишнього середовища і на 13 % генетичними ознаками [7].

У сучасних умовах головним фактором зростання продуктивності тварин насамперед є впровадження інтенсивних технологій вирощування великої рогатої худоби, свиней і птиці, де здійснюється

підтримка певного мікроклімату, а вплив негативних температур можна послабити за наявності відповідних приміщень для їх утримання при достатніх енергозберігаючих ресурсах [8, 13].

Температура повітря одночасно виступає як важливий параметр мікроклімату та основний подразник організму свиней, що впливає на його теплообмін. Незадовільний стан мікроклімату тваринницьких приміщень веде до збільшення відходу поголів'я в середньому на 7–10 %, а у деяких випадках і до 30–40 %, зменшенню продуктивності до 15 % з одночасним збільшенням витрат кормів на 10–15 % і більше, прирости живої маси відгодівельного молодняка на 40–50 % та приплоду – на 25–30 % [10].

Теплообмін між твариною та його оточенням відображає тепловий вплив навколишнього середовища на організм. Свині здатні підтримувати стабільну внутрішню температуру тіла 38,5–39,5 °С незалежно від зовнішнього впливу. Однак недорозвиненні потові залози, невелика поверхня легенів, та інші особливості будови призводять до обмеження фізіологічних можливостей охолодження за рахунок випаровування вологи і робить їх більш чутливими до теплового стресу [21].

Потрібно зазначити, що через відсутність потовиділення свині більш чутливі до жарких, ніж холодних умов утримання [32]. Головним продуцентом тепла в організмі є м'язи, а шар підшкірного жиру ізолює їх та обмежує передачу тепла до зовнішнього середовища. Особливо небезпечні різкі коливання температури у свинарниках (наприклад, перепади між денною та нічною температурою), оскільки виникають протяги шкідливі для поросят [15]. Встановлено, що зниження температури навколишнього середовища нижче оптимального підвищує потребу свиней в обмінній енергії у поросят від 20 до 45 кг живої маси в середньому на 17 кДж/кг на 1 °С, у 45–85 кг – на 15 кДж/кг/1 °С, у 86–120 кг – на 13–15 кДж/кг/1 °С [12].

Належний мікроклімат у приміщенні позитивно впливає на обмінні процеси в організмі свиней, це дає змогу при аналогічній кількості кормів одержувати прирости до 25 % більше, ніж у контролі. За спостереженнями, проведеними у кліматичних камерах, визначено, що оптимальна температура для молодняка свиней різного віку становить 15–23 °С, температури за межею теплової байдужості (27–35 °С і вище) негативно впливає на життєздатність організму. У тварин спостерігається теплове перенапруження, яке супроводжується зниженням рівня окисних процесів, погіршенням апетиту і споживання кормів [4].

Оптимальний мікроклімат при інтенсивному використанні тварин на свинарських підприємствах здатен забезпечити підвищення продуктивності свиноматок на 18–20 %, знизити захворюваність і відхід поросят [6].

При зниженні температури повітря з + 25 до –5 °С втрати тепла у 3-ох місячних свиней підвищуються на 4 ккал/м²/год. на кожний градус зниження температури. Як відомо шкірні судини розширюються при температурі 25–30 °С. Випаровування поту з поверхні шкіри в кількості 8–10 г/м²/год. при температурі від –5 до 25 °С, а при температурі 30–35 °С кількість виділеного тепла коливалась у межах 24–39 г/м²/год. [14].

На величину рН шлункового соку впливають температура, корми та приміщення. Утримання свиней за умов високої температури уповільнює утворення кислот у шлунку, підвищує концентрацію аскорбінової кислоти у тканинах надниркових залоз. Найнижча ферментативна здатність шлункового соку відзначається при дачі тваринам корму температурою 5–10 і 15–20 °С. При температурі у приміщенні 16–20 і 10–20 °С перетравна здатність шлункового соку вища, ніж при температурі 20–25 °С [2].

Утримання новонароджених поросят за температури нижче 28–30 °С, приводить до її зниження на рівень 35–36 °С через 30 хв. При температурі повітря у свинарнику не нижче +12 °С, відновлення температури тіла до 38 °С відбувається через 24 год., а за нижчої – через 6–8 діб [16].

Підсвинки масою 20 кг максимально споживали корм при температурі повітря 19–25 °С. При її підвищенні від 25 до 33 °С споживання корму зменшується, а при температурі вище 33 °С – істотне зниження споживання корму. Свині в термонейтральному середовищі витратили більше часу на споживання корму, ніж свині при дії теплового стресу – 5,9 проти 3,9 хвилин. Ця зміна свідчить про те, що верхня межа теплової зони комфорту для свиней вагою 20 кг становить 25 °С [29].

При підвищенні температури від 20 до 30 °С відгодівельним молодняком живою масою 25 кг, 50 кг і 75 кг споживання корму зменшується відповідно на 9 г, 32 г і 55 г, що свідчить про більший вплив високої температури на тварин з вищою живою масою [40]. Втрати в 1 кг маси тіла протягом 6-денного періоду теплового стресу (33 °С) у молодих свиней (20–30 кг). Навіть під час добового теплового стресу спостерігалось зниження приросту маси тіла 16,3 % проти тварин, розміщених у термонейтральній зоні [36].

Дослідження свідчать, що утримання свиней за умов зниження температури повітря до 10–13 °С негативно відображається на статусі їх природної резистентності. Тварини, які мали гірші резистентні показники, поступалися аналогам на 4,0–6,3 % за енергією росту й абсолютними приростами [3].

У свинарнику-відгодівельнику зниження температури повітря до 3–6 °С спричинило збільшення витрат кормів на 0,86–1,12 корм. од. на 1 кг приросту, або на 13,6–30,7 %. Середньодобовий приріст живої маси при цьому зменшився з 600–642 до 491–534 г, або на 13,1–22,3 %. Так само підвищення температури повітря у приміщенні до 27–30 °С сприяє зниженню приросту живої маси на 20–30 % порівняно з утримуваними тваринами при температурі 15–17 °С. На кожен градус зниження температури повітря з 19 до 5 °С спостерігається зниження приросту маси тварин у середньому на 2 % [7, с. 67].

Зменшення розміру прийому їжі, а також кількість прийомів їжі в день допомагає нівелювати вплив високих температур навколишнього середовища за рахунок зниження фізичної та метаболічної активності. Nienaber J. A. (1996) та інші [37] виявили близько 26 % зниження споживання корму при 33 °С у відгодівельного молодняка (40–100 кг) і приблизно на 2,6–3,4 % на кожне збільшення на 1 °С [39].

Відгодівля свиней живою масою 100 кг при температурі на 5 °С менше комфортної буде використовувати на 195 г більше корму, ніж при утриманні в нормальних умовах. На ділянці 2400 голів ця надбавка становитиме в додаткові 3,28 т корму в тиждень. При цьому середньодобовий приріст не збільшується – додаткові калорії йдуть виключно на підтримку комфортної температури тіла [5].

Умови навколишнього середовища значно впливають на зміну якості м'яса після забою тварин. При утриманні свиней перед забоєм в умовах високої відносної вологості і температури (20 °С і вище) у них погіршується якість м'яса. Змінюється величина рН м'яса, утримання в ньому води і міоглобіну. У свиней, які утримуються перед забоєм за низької вологості і температурі повітря (3 °С), негативної дії на зміну якості м'яса не відмічалось [7, 69].

Зменшення споживання корму при тепловому стресі може бути спричинене також деякими кормовими інгредієнтами. За спостереженнями [41], високий вміст клітковини в раціоні збільшує вплив теплового стресу, водночас як жири мають найменшу дію – жири сприяють приросту тепла на 15 %, білок – на 36 % і вуглеводи – на 22 %.

Температура навколишнього середовища вище критичної температури у підсисних свиноматок призводить до зниження споживання корму, молочності, репродуктивної здатності та швидкості росту поросят. Загалом тепловий стрес негативно впливає на межу фітнесу, тобто здатності тварин до відтворення: запліднюваність їх знижується на 30 % і більше порівняно з тими, що утримувалися при температурі 14–16 °С, а кількість ембріонів на 25-й день поросності зменшилася через їх розсмоктування на 17 % [27].

Тепловий стрес під час поросності шкідливий для синтезу білка у зростаючих плодах. Поросята, які отримали в утробі тепловий стрес, мали 95% збільшення ліпиду до швидкості акреції білка в завершальній фазі. В утробі тепловий стрес впливає на поживний обмін речовин незалежно від постнатального впливу навколишнього середовища [33].

Утримання кнурів протягом 6 тижнів при температурі 34 °С зменшує кількість спермопродукції та якість сперми, рухливість сперми уповільнюється на 50 %, спостерігається аутоаглотинація живчиків, зменшується їх виживаність. Використання кнурів-плідників, підданих тепловому стресу, призведе до зниження запліднювальної здатності та кількості поросят при народженні [2, с. 207].

У період підвищення середньодобових температур (24–26 °С) з другої декади червня до третьої декади серпня кількість мертвих спермій в еякуляті збільшується до 20–25 %. Виживання їх у розрізненій спермі 21,3 % еякулятів, одержаних у цей період, становила 48 годин, а показники запліднюваності свиноматок були найнижчими [23].

Вивчення оптимального температурного режиму для ремонтного молодняка м'ясного напрямку продуктивності показало його оптимум у діапазоні 20–24 °С, який сприяє збільшенню на 8 % числа ремонтних свинок, що прийшли в охоту, а їх продуктивності – на 3 %. Визначено, що свиноматки м'ясного напрямку продуктивності комфортніше почувають себе при температурі 17–23 °С: вони на 4 % приходили краще в охоту проти тварин, що утримуються при температурі 13–19 °С [24].

Добове підвищення температури у приміщенні спричинює тепловий стрес у тварин незалежно від породної приналежності. Технологічною зміною умов утримання: поліпшення мікроклімату за умови налагодження системи вентиляції приміщень, налаштування діапазону температури утримання до значень, близьких до комфортних, вдалося зменшити рівень теплового стресу, підвищити рівень теплової стійкості тварин та поліпшити їх самопочуття, що візуально проявлялось у зміні поведінкових реакцій [6, с. 142–150].

Зміни в термогенезі нині розглядаються як потенційні причини протидіяти ожирінню. Проте необхідність тварин захищати температуру тіла означає, що температура навколишнього середовища істотно впливає на результати метаболічних процесів. Свиням, яких вирощують у холодних умовах, притаманна здатність до теплозбереження. Тривалий вплив холоду сприяє відкладанню шпиків, шкіра стає товстішою, а ще-

тина густішою [11, с. 183]. Знаходження при температурі 35 °С протягом 24 годин завдає значної шкоди захисній функції шлунково-кишкового тракту та підвищує рівень ендотоксинів у плазмі. Це може призвести до збільшення шансів зараження тварин патогенними мікроорганізмами [38].

Регулювання умов навколишнього середовища в середині приміщень може значно допомогти у вирішенні цієї проблеми. Тепловий стрес можна мінімізувати за допомогою регулювання температури в приміщенні, комплексної складової мікроклімату – це системи вентилявання, опалення та охолодження, надходження свіжого повітря і системи розприскування води.

Висновки

Встановлено, що отримання високих показників продуктивності свиней пов'язано зі створенням комфортних умов утримання шляхом забезпечення у свинарських приміщеннях якісного мікроклімату. Визначено перспективні методи регулювання теплостійкості свиней, пов'язані із використанням направлених селекційних програм, нових біомаркерів стресу та іноваційних технологій вирощування. Чимала роль у нівелюванні впливу високих температур навколишнього середовища відводиться використанню більш насичених рецептів кормів зі зменшеним рівнем сирого протеїну та клітковини в раціоні, коригуванню порцій корму – періодична годівля меншими порціями протягом дня.

Перспективи подальших досліджень. В Україні проведено численні дослідження з вивчення різних породних поєднань як при схрещуванні, так і при породно-лінійній гібридизації свиней порід великої білої, ландрас, п'єтрен і термінальних кнурів імпортного походження. Однак питання теплостійкості цих генотипів до цього часу висвітлені недостатньо, і подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення термостійкості та стресчутливості свиней.

Reference

1. Adaptatsiia do zminy klimatu. Karpatskyi Instytut Rozvytku. Ahentstvo spriannia stalomu rozvytku Karpatskoho rehionu «FORZA» (2015). Retrieved from: http://www.forza.org.ua/sites/default/files/adaptation_climate_change_brochure_ua_screen_final.pdf [In Ukrainian].
2. Bazhov, G. M. (1989). *Byotekhnolohyia yntensyvnoho svynovodstva*. Moscow: Rosagropromizdat [In Russian].
3. Belozborova, N. O. (2014). Vplyv seredovyshcha ta inovatsiinykh tekhnolohii utrymanna shcho dokorinno (tsilespriamovano) vplyvaiut na stan produktyvnosti ta zhyttiezdatsnosti svynei. *Naukovyi Visnyk LNUIMBT im. Hzhyskoho*, 16, 3 (60), 270 [In Ukrainian].
4. Bugaevsky, V. M., Ostapenko, A. M., & Danilchuk, M. I. (2009). Vplyv mikroklimatu na efektyvnist vyroshchuvannya svynei. *Ahrarnyk*, 12, 12–13 [In Ukrainian].
5. Vlyianyie temperatury na proyzvodytelnost y zdorove svynei [po materyalam kompanyy «HOG SLAT Ukrayna»] (2014). *Tvarynnytstvo sohodni*, 1, 20–23 [In Ukrainian].
6. Hyria, V. M., Voloshchuk, M. V., & Usacheva, V. E. (2018). Teplostoikost svynei raznykh henotypov pry tradytsyonnoi y yntensyvnoi tekhnolohiyakh proyzvodstva. *Zootekhnycheskaia nauka Belarusy*, 53, (2), 142–150 [In Russian].
7. Golosov, I. M., Kuznecov, A. F., & Goldinshtejn, R. S. (1982). *Gigiena sodержaniya svinej na fermah i kompleksah*. Leningrad.: Kolos [In Russian].
8. Demchuk, M. V., Chorny, M. V., Zakharenko, M. O., & Vysokos, M. P. (2006). *Hihiiena tvaryn* (2 vydannia). Kharkiv: Espada [In Ukrainian].
9. Demyanenko, S., & Butko, V. (2012). Strategiia adaptacii agrarnykh predpriyatij Ukrainy k globalnym izmeneniyam klimata. *Ekonomika Ukrainy*, 6, 66–72 [In Russian].
10. Kochisha, I. I. (Ed.). (2008). *Zoogigiena*. SPb.: Izdatelstvo «Lan» [In Russian].
11. Ivanov, V. O., & Voloshchuk, V. M. (2009). *Bioloheia svynei: navch. posibn*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].
12. Ignatkin, I. Yu. & Kuryachij, M. G. (2012). Sistemy ventilyacii i vliyanie parametrov mikroklimata na produktyvnost svinej. *Vestnik NGIEI.*, 10, 16–34 [In Russian].
13. Ikalchuk M.I., & Tonkonoh D. V. (2018). Vprovadzhennia novykh tekhnolohii u tvarynnytstvi. *Ahrarna nauka ta osvita v KhKhI stolitti: problemy, perspektyvy ta innovatsii Ukrainy: Zb. naukovykh-prats. Nizhyn* [In Ukrainian].
14. Kabanov, V. D. (1983). *Povyshenie produktyvnosti svinej*. Moskva: Kolos [In Russian].
15. Kok de, F. (2013). Optimalnyj mikroklimat – vysokaya produktyvnost porosyat. *Kombikorma*, 10, 54 [In Russian].
16. Kucuhan, M., Syntu, I., Kozmuce, V., & Enake, A. (1973). *Mikroklimat svinarnikov v promyshlennyh*

kompleksah. Proizvodstvo svininy v promyshlennykh kompleksah. Moskva [In Russian].

17. Lopatynska, A. Yu. (2011). Ochikuvani naslidky zminy klimatu. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Seriya «Ekonomika»*, 5 (2), 29 [In Ukrainian].

18. *Pidvyshchennia stiikosti do zminy klimatu silskohospodarskoho sektoru Pivdnia Ukrainy.* (2015). Sentendre, Uhorshchyna: Regional Environmental Center Zhovten 40. Retrieved from: <http://documents.rec.org/publications/ClimateResilienceUkraine.pdf> [In Ukrainian].

19. Prykhodko, M. (2014). Prychyny, naslidky i shliakhy protydiv zmini klimatu. *Fizychna heohrafiia. Naukovi zapysky*, 1, 35–43 [In Ukrainian].

20. Rabota FAO v oblasti izmeneniya klimata. *Konferenciya OON po izmeneniyu klimata 2016 g.* (2016). Rim: FAO [In Russian].

21. Suraj, P. F., & Fotina, T. I. (2013). Fiziologicheskie mehanizmy i prakticheskie priemy snizheniya otricatelnogo vliyaniya teplovogo stressa v svinovodstve. *Svinarstvo Ukrayini*, 6 (25), 13–15 [In Russian].

22. Timofeev, V. A. (1991). Prichinno-sledstvennyy analiz adaptativnogo potentsiala parazitov selskohozyajstvennykh zhivotnyh. *Selskohozyajstvennaya biologiya, Ser. Biologiya zhivotnyh*, 4, 166–171 [In Russian].

23. Folomeyev, V. Z. (1975). Vplyv deyakih pokaznikov mikroklimatu na yakist spermi ta yiyi zaplidnyuyuchu zdatnist v umovah promislovogo kompleksu. *Svinarstvo*, 23, 93–171 [In Russian].

24. Hodosovskij, D. N. (2017). Mikroklimat v zdaniyah dlya remontnyh svinok i svinomatok myasnogo napravleniya produktivnosti. *RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacionalnoj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu»*, 52 (2), 223–228 [In Russian].

25. Khomiak, O. A. (2018). Vplyv zminy klimatu na zdorovia ta produktyvnist silskohospodarskykh tvaryn. *Zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za uchastiu FAO «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity.* Kyiv [In Ukrainian].

26. Bazhov, G. M., & Pogodaev, V. A. (2009). *Svinovodstvo: uchebnyk.* Stavropol': Servisshkola [In Russian].

27. Black, J. L., Mullan, B. P., Lorsch, M. L., & Giles, L. R. (1993). Lactation in the sow during heat stress. *Livestock Production Science*, 35 (1–2), 153–170. doi:10.1016/0301-6226(93)90188-n.

28. Campos, P. H. R. F., Le Floc'h, N., Noblet, J., & Renaudeau, D. (2017). Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46 (6), 537–544. doi:10.1590/s1806-92902017000600009.

29. Collin, A., Milgent, J. van, & Dividich, J. L. (2001). Modelling the effect of high, constant temperature on food intake in young growing pigs. *Animal Science*, 72 (3), 519–527. doi:10.1017/s1357729800052048.

30. Herrero-Medrano, J. M., Mathur, P. K., Napel, J. ten, Rashidi, H., Alexandri, P., Knol, E. F., & Mulder, H. A. (2015). Estimation of genetic parameters and breeding values across challenged environments to select for robust pigs1. *Journal of Animal Science*, 93 (4), 1494–1502. doi:10.2527/jas.2014-8583.

31. FAO's work on climate change. *United Nations Climate Change Conference 2016.* Retrieved from: <http://www.fao.org/3/a-i6273e>.

32. Ingram, D. L. (1965). Evaporative Cooling in the Pig. *Nature*, 207 (4995), 415–416. doi:10.1038/207415a0.

33. Johnson, J. S., Sanz Fernandez, M. V., Patience, J. F., Ross, J. W., Gabler, N. K., Lucy, M. C., Safranski, T. J., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2015). Effects of in utero heat stress on postnatal body composition in pigs: II. Finishing phase1. *Journal of Animal Science*, 93 (1), 82–92. doi:10.2527/jas.2014-8355.

34. Kumar, B. (2012). Stress and its impact on farm animals. *Frontiers in Bioscience*, E4 (5), 1759–1767. doi:10.2741/e496.

35. Keshavarz, M., Karami, E., & Zibaei, M. (2013). Adaptation of Iranian farmers to climate variability and change. *Regional Environmental Change*, 14 (3), 1163–1174. doi:10.1007/s10113-013-0558-8.

36. Lopez, J., Jesse, G. W., Becker, B. A., & Eilersieck, M. R. (1991). Effects of temperature on the performance of finishing swine: I. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. *Journal of Animal Science*, 69 (5), 1843–1849. doi:10.2527/1991.6951843x.

37. Nienaber, J. A., Hahn, G. L., McDonald, T. P., & Korthals, R. L. (1996). Feeding Patterns and Swine Performance in Hot Environments. *Transactions of the ASAE*, 39 (1), 195–202. doi:10.13031/2013.27498.

38. Pearce, S. C., Gabler, N. K., Ross, J. W., Escobar, J., Patience, J. F., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2013). The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 91 (5), 2108–2118. doi:10.2527/jas.2012-5738.

39. Quiniou, N., Dubois, S., & Noblet, J. (2000). Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-

housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. *Livestock Production Science*, 63 (3), 245–253. doi:10.1016/s0301-6226(99)00135-9.

40. Renaudeau, D., Gourdine, J. L., & St-Pierre, N. R. (2011). A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 89 (7), 2220–2230. doi:10.2527/jas.2010-3329.

41. Schoenherr, W. D., Stahly, T. S., & Cromwell, G. L. (1989). The Effects of Dietary Fat or Fiber Addition on Yield and Composition of Milk from Sows Housed in a Warm or Hot Environment. *Journal of Animal Science*, 67 (2), 482–495. doi:10.2527/jas1989.672482x.

42. Thornton, P. K., Jones, P. G., Alagarwamy, G., & Andresen, J. (2009). Spatial variation of crop yield response to climate change in East Africa. *Global Environmental Change*, 19 (1), 54–65. doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.08.005.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гиря В. М., Усачова В. Є., Мироненко О. І., Сльнко В. Г. Температурний комфорт і продуктивність свиней. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 105–112.

© Гиря Володимир Миколайович, Усачова Валентина Євгенівна, Мироненко Олена Іванівна,
Сльнко Віктор Григорович, 2019

original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.14

THE INFLUENCE OF DRONE LARVAE HOMOGENATE ON THE QUALITY OF SPERM PRODUCTION IN BREEDING BOARS

A. M. Shostya,

ORCID ID: [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364), E-mail: shostay@ukr.net,

Ya. M. Yemets,

E-mail: yiemets@mail.ua

O. G. Moroz,

ORCID ID: [0000-0001-9778-6043](https://orcid.org/0000-0001-9778-6043), E-mail: oleg.moroz@pdaa.edu.ua,

I. I. Stupar,

ORCID ID: [0000-0003-0428-9836](https://orcid.org/0000-0003-0428-9836), E-mail: intern-fvm@meta.ua,

I. V. Pavlova,

ORCID ID: [0000-0002-8905-8879](https://orcid.org/0000-0002-8905-8879), E-mail: inga17pavlova@gmail.com,

M. M. Maslak,

E-mail: marinamaslak@i.ua,

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

The present stage of the reproductive biotechnology development is characterized by wide using the methods of environmentally-friendly influence on the reproductive capacity of animals, among which a special place is given to using natural stimulants of animal origin, one of which is drone larvae homogenate. The purpose of the research was to determine the influence of drone larvae homogenate on the formation of pro-oxidant-antioxidant homeostasis and sperm quality of breeding boars. In the process of research, the following tasks were performed: to study the influence of drone larvae homogenate on qualitative and quantitative indices of sperm production; to find out the peculiarities of pro-oxidant-antioxidant homeostasis formation due to the influence of this biologically active admixture; to determine the impregnation capacity of boars' sperm after sows' insemination. Adult boars of the Large White breed, analogues by age, live weight and the quality of sperm production were used in the experiment; the boars were fed with drone larvae homogenate. It was found that additional feeding boars with drone larvae homogenate significantly influences the semen qualitative and quantitative indices: increases the weight of the ejaculate by 10 %, the concentration of spermatozoids is increased by 16.1 %, the number of spermatozoids in the ejaculate – by 33.5 %, the spermatozoids' motility is increased by 10.6 %, and their survival rate is increased by 14.7 %. These positive effects last for at least a month, which is manifested by a larger ejaculate weight ($p < 0.001$), the number of live spermatozoids in ejaculate ($p < 0.001$), as well as their mobility ($p < 0.001$) and survival ($p < 0.001$). The considerable impact of feeding boars with drone larvae homogenate on the formation of pro-oxidant antioxidant homeostasis in semen was established, which was manifested in slowing down peroxidation processes, confirmed by the lower content of DC and the higher activity of superoxide dismutase by 30 % and catalase – by 12.8 %. The ejaculates of breeding boars receiving the admixture in the final period are characterized by a higher level of antioxidant protection system: the greater activity of superoxide dismutase ($p < 0.001$) and catalase ($p < 0.01$), as well as saturation with ascorbic acid and reduced glutathione. It was established that inseminating sows with semen doses of breeding boars, using drone larvae homogenate, increases impregnation and prolificacy of sows. The effect of this biologically active admixture lasts for at least 30 days.

Key words: boars, drone larvae homogenate, sperm, peroxide oxidation, antioxidants, reproduction.

ВПЛИВ ГОМОГЕНАТУ ТРУТНЕВИХ ЛИЧИНОК НА ЯКІСТЬ СПЕРМОПРОДУКЦІЇ У КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ

А. М. Шостя, Я. М. Ємець, О. Г. Мороз, І. І. Ступарь, І. В. Павлова, М. М. Маслак,
Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Сучасний етап розвитку репродуктивних біотехнологій характеризується широким використанням методів екологічно-безпечного впливу на відтворювальну здатність тварин, серед яких особливе місце відводиться застосуванню природних стимуляторів тваринного походження, одним із яких є гомогенат трутневих личинок. Метою досліджень було встановити вплив гомогенату трутневих личинок на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та якість сперми у кнурів-плідників. В експерименті використані дорослі кнури-плідники великої білої породи, аналоги за віком, живою масою та якістю спермопродукції, яким згодували гомогенат трутневих личинок. Виявлено, що додаткове згодовування гомогенату трутневих личинок кнурам-плідникам істотно впливає на якісні та кількісні показники сперми: збільшує вагу еякуляту на 10 %, концентрацію спермійів – 16,1 %, кількість спермійів в еякуляті – 33,5 %, рухливість спермійів – 10,6 % та їх виживаність – 14,7 %. Ці позитивні ефекти тривають щонайменше місяць, це проявляється у вигляді більшої маси еякуляту ($p < 0,001$), кількості живих спермійів в еякуляті ($p < 0,001$), а також їх рухливості ($p < 0,001$) і виживаності ($p < 0,001$). Встановлено істотний вплив згодовування кнурам-плідникам гомогенату трутневих личинок на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі, який проявляється у сповільненні перебігу процесів пероксидації, що підтверджується меншим вмістом ДК та вищою активністю супероксиддисмутази на 30 % та каталази – 12,8 %. Еякуляти кнурів-плідників, що отримували добавку в завершальний період характеризуються вищим рівнем системи антиоксидантного захисту: більша активність супероксиддисмутази ($p < 0,001$) і каталази ($p < 0,01$), а також насиченістю аскорбіновою кислотою та відновленим глутатіоном. Встановлено, що осіменіння спермодозами кнурів-плідників, що вживали гомогенат трутневих личинок, підвищує заплідненість і багатоплідність свиноматок. Ефект післядії цієї біологічно активної добавки триває щонайменше 30 днів.

Ключові слова: кнури, гомогенат трутневих личинок, сперма, пероксидне окиснення, антиоксиданти, відтворення.

ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНАТА ТРУТНЕВЫХ ЛИЧИНОК НА КАЧЕСТВО СПЕРМОПРОДУКЦИИ У ХРЯКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

А. М. Шостя, Я. М. Емец, О. Г. Мороз, И. И. Ступарь, И. В. Павлова, М. М. Маслак,
Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Изложены результаты исследований по изучению влияния гомогената трутневых личинок на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза и качество спермы у хряков-производителей крупной белой породы. Обнаружено, что дополнительное скормливание гомогената трутневых личинок хрякам-производителям существенно влияет на качественные и количественные показатели спермы: увеличивает вес эякулята, концентрацию сперматозоидов, количество спермиев в эякуляте, подвижность сперматозоидов и их выживаемость. Установлено существенное влияние скормливания хрякам-производителям гомогената трутневых личинок на формирование прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в сперме, которое проявлялось в замедлении процессов пероксидации за счет повышения уровня системы антиоксидантной защиты.

Ключевые слова: хряки, гомогенат трутневых личинок, сперма, перекисное окисление, антиоксиданты, воспроизведение.

Вступ

Серед актуальних напрямів сільськогосподарської науки є розкриття особливостей формування біологічно повноцінних гамет як головної передумови отримання високопродуктивного потомства. Розвиток сучасних репродуктивних біотехнологій характеризується широким використанням методів екологічно-безпечного впливу на відтворювальну здатність тварин, серед яких особливе місце відводиться застосуванню природних стимуляторів тваринного походження, одним з яких є гомогенат трутневих личинок (ГТЛ).

ГТЛ характеризується високою біологічною активністю, що обумовлюється високим вмістом сульфгідрильних груп, стероїдних гормонів (тестостерон, естрадіол) та насиченістю лімітуючими амінокислотами (феніланін, метіонін, лізин, валін, гістедин), вітамінами (β -каротин, α -токоферол, В1, В2, В3, В4, В5 і В6) [6].

Встановлено, що додаткове згодовування ГТЛ з кормом здійснює корегуючу дію на ендокринну та кровоносну системи, в результаті чого підвищується рівень тироксину, трийодтироніну, кортизолу, резистентної та репродуктивної здатності тварин [1].

Кількісні і якісні показники спермопродукції та запліднююча здатність сперміїв залежить від породної приналежності кнурів, віку першого використання, повноцінності раціону та систем утримання (мікроклімат, моціон) [2, 12, 13].

Доведено, що вирощування кнурів на покращених повноцінних раціонах, збагачених біологічно активними компонентами (більшість яких є складовими ГТЛ), забезпечує збільшення об'єму еякуляту, концентрації та активності сперміїв [11]. Це дає змогу отримувати більш біологічно повноцінних нащадків, зменшити відсоток вибраковування та підвищити ефективність селекційного процесу.

Виявлено, що процеси сперматогенезу, рухливості і виживаності сперміїв та розвиток зародків перебувають під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) [5, 14, 15, 16, 17]. При цьому така рівновага знаходиться під впливом кормових факторів [11].

Метою досліджень було встановити вплив гомогенату трутневих личинок на якість сперми кнурів-плідників та формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для дослідів були відібрані 10 дорослих кнурів-плідників великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції. Годівлю кнурів-плідників здійснювали згідно з нормами ІСв і АПВ НААН. У досліді використовували дві групи кнурів-плідників по 5 голів у кожній: I група – контрольна, II – дослідна. У корм додавали біологічну добавку – гомогенат трутневих личинок – 0,5 г щоденно. Дослідження проводилися методом груп-періодів. Тривалість експерименту становила сто діб, зокрема: підготовчий період – 30 діб, основний – 40 діб і завершальний 30 діб. Режим статевого навантаження складав – отримання еякуляту двічі на тиждень. Кнури-плідники утримувались індивідуально. Сперму від кнурів одержували мануальним методом. Якість спермопродукції оцінювали за масою еякуляту, концентрацією і рухливістю сперміїв, а також їх виживаністю протягом тригодинного інкубування за температури 38 °С [7].

У досліджуваних зразках сперми кнурів визначали показники стану ПАГ. Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення в цій тканині визначали: концентрацію дієнових кон'югатів – спектрофотометрично [10] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [9]. Рівень антиоксидантного захисту визначали за активністю супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично [3]; активністю каталази (КТ) за методикою з використанням ванадій-молібдатної реакції [4], вмістом відновленої форми глутатіона – фотоелектроколориметрично з реактивом Елмана [10]; концентрацією аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот – за кількістю озонів, модифікованим методом [8].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для Windows XP. Для порівняння досліджуваних показників та міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані дані свідчать про те що, якісні та кількісні показники сперми кнурів-плідників істотно залежали від наявності у раціоні ГТЛ (табл. 1). Встановлено, що у кнурів контрольної групи протягом основного періоду досліджень вага еякуляту зростала на 5,4 %, а в дослідній групі – 12,6 %. У період післядії препарату – по закінченню завершального періоду, еякуляти тварин II-ї групи відносно I групи були важчими на 9,7 %.

Кнури, що отримували ГТЛ по закінченню основного і заключного періоду, мали вищу концентрацію сперміїв відповідно на 9,7 % та 14,7 % проти контрольної.

Зміна показників якості спермопродукції – вага еякуляту та концентрація сперміїв істотно вплинула на кількість живих сперміїв в еякуляті, а отже і отримання відповідної кількості спермодоз. Встановлено, що у тварин дослідної групи відносно контрольної еякуляти були більш насичені сперміями по закінченню основного на 33,5 %, а заключного періодів – 45,9 %.

Згодовування ГТЛ позитивно вплинуло на рухливість сперміїв в еякуляті по закінченню основно-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

го і завершального періодів, де між першою та другою групами різниця становила відповідно 10,6 та 15,6 % на користь тварин дослідної групи. При цьому на фоні загального зниження рухливості спермій в еякулятах контрольної групи протягом експерименту, у дослідній групі відбулось її зростання на 14,6 %.

Кнури-плідники, що споживали ГТЛ, мали вищий рівень виживаності спермій поза організмом, по закінченню основного і завершального періодів вона була вищою в межах 14 % відносно контрольної групи.

1. Вплив гомогенату (відносно контрольної групи) трутневих личинок на якість спермопродукції кнурів-плідників, ($M \pm m$), $n = 5$

Періоди експерименту	Групи	Маса еякуляту, г	Концентрація спермій, млрд/см ³	Кількість живих спермій в еякуляті	Рухливість спермій, %	Вживаність спермій, %
Початковий	I	216,75±10,08	0,194±0,06	35,74±1,85	85,25±1,09	68,8±1,45
	II	223,3±11,35	0,183±0,052	33,91±1,65	83,38±1,62	66,13±1,29
Основний	I	228,36±11,03	0,185±0,055	36,33±1,63***	86,29±1,07***	70,3±1,27
	II	251,48±12,62	0,203±0,063	48,49±2,35	95,43±1,35	80,6±1,12
Заключний	I	233,20±10,38***	0,190±0,058	36,33±2,02***	82,63±1,24***	72,7±1,34***
	II	256,00±10,22**	0,218±0,059	53,01±1,99***	95,53±1,01***	83,2±1,10***

Примітка: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом.

Згодовування кнурам-плідникам ГТЛ змінювало стан ПАГ у спермі (табл. 2). Встановлено, що протягом основного і заключного періодів у тварин дослідної групи перебіг процесів пероксидації відбувався більш сповільнено, що підтверджується меншим вмістом ДК відповідно на 14,8 та 31,5 % та ТБК – активних комплексів – 2,0 і 15,8 % порівняно з тваринами контрольної групи.

При цьому після інкубування зразків сперми тварин контрольної групи у прооксидантному буфері відбувалося стрімке зростання кількості ТБК-активних комплексів на 23,4 %, тоді як у представників дослідної лише на 10,7 %. Такі зміни очевидно були зумовлені вищою функціональною активністю супероксиддисмутази у спермі на 30 % (основний період) та 200 % ($p < 0,001$) (завершальний період), а також каталази – 12,8 % (основний період), та 33,65 % ($p < 0,001$) (завершальний період) порівняно із контрольною групою.

Наприкінці завершального періоду експерименту виявлено, що насиченість сперми аскорбіновою кислотою та відновленим глутатіоном у тварин дослідної групи була більшою відповідно на 16,7 та 11,1 % відносно контрольної.

Покращення стану ПАГ (під впливом органічної добавки ГТЛ) у спермі досліджуваних кнурів-плідників безпосередньо впливало на відтворювальну здатність свиноматок. На початковому етапі досліджень показник заплідненості був на високому рівні і складав 76–80 %. Вживання кнурами ГТЛ з кормом упродовж основного періоду експерименту сприяло підвищенню активності спермій на 13,3 %. Така тенденція зберігалась до завершення досліджень, де цей показник у тварин дослідної групи відносно контрольної був вищий на 11,7 %. Осіменіння свиноматки спермою кнурів дослідної групи була більшою на 9,8 % багатоплідністю у завершальний період експерименту.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів – плідників, ($M \pm m$), $n = 5$

Показники	Групи	Періоди експерименту		
		початковий	основний	заключний
БЕТА та пре-БЕТА ліпопротеїди, мкмоль/л	1	2,05±0,08	1,50±0,15	2,26±0,21
	2	2,28±0,48	1,51±0,29	2,13±0,15
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	1	7,06±0,79	6,55±0,87	7,43±0,75
	2	5,96±0,99	5,58±1,25	5,09±0,57***
Вміст ТБК-активних комплексів до інкубування, мкмоль/л	1	49,87±2,08	50,48±4,38	41,16±5,40
	2	54,88±3,02	51,28±1,38	48,87±2,77
Вміст ТБК-активних комплексів після інкубування, мкмоль/л	1	58,29±8,18	50,78±4,84	50,78±9,63**
	2	62,92±3,84	55,28±2,40	54,1±7,91
Супероксиддисмутаза, у,о./мл	1	0,18±0,03	0,10±0,02	0,14±0,03
	2	0,37±0,08	0,13±0,04	0,28±0,07□□**
Каталаза, H ₂ O ₂ /хв./л	1	6,40±2,27	6,10±1,13	5,2±0,96
	2	6,05±1,23	7,0±0,28	6,95±0,62□□
Відновлений глутатіон, мкмоль/л	1	0,39±0,02	0,35±0,02	0,32±0,02
	2	0,33±0,06	0,31±0,07	0,36±0,03
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	1	23,50±1,73	19,2±2,88	20,33±0,57
	2	21,65±1,24	20,75±1,70	24,4±4,02
Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л	1	21,56±1,81	17,26±2,19	23,33±3,57
	2	19,75±0,95	19,15±2,18	21,6±2,84

Примітка: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – порівняно з початковим періодом; □□ - $p < 0,01$; □□□ - $p < 0,001$ – порівняно з контрольною групою.

Висновки

1. Встановлено, що додаткове згодовування ГТЛ кнурам-плідникам істотно впливає на якісні та кількісні показники сперми: збільшується вага еякуляту, концентрація сперміїв, кількість сперміїв в еякуляті, рухливість сперміїв та їх виживаність. Такі позитивні ефекти вірогідно тривають щонайменше місяць.

2. Виявлено істотний вплив згодовування ГТЛ кнурам-плідникам на формування ПАГ у спермі, який проявлявся сповільненням перебігу процесів пероксидації протягом основного періоду, що підтверджується меншим вмістом ДК та збільшення активності антиоксидантного захисту; вищою активністю СОД на 30 % та КТ – 12,8 %, збільшення активності антиоксидантного захисту. Ефект післядії триває протягом місяця після закінчення використання цієї кормової добавки, що проявляється у вірогідному підвищенні функціональної активності антиоксидантних ензимів СОД і КТ, а також насиченістю аскорбіновою кислотою та відновленим глутатіоном.

3. Осіменіння спермодозами кнурів-плідників, що вживали ГТЛ, підвищує заплідненість і багатоплідність свиноматок. Ефект післядії цієї біологічно активної добавки триває щонайменше 30 діб.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні способів оптимізації процесів сперматогенезу у кнурів-плідників і синхронізації статевого циклу у свинок і свиноматок на основі створення програм направленої їх живлення за допомоги використання біологічно активних речовин природного походження.

References

- Hrechka, H. M. (2010). Vyrobnystvo ta biolohichna tsinnist lychynkovoho produktu bdzhilnytstva. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho*, 12, 2 (44), 35–41 [In Ukrainian].
- Zhuravel, M. P., & Davydenko, V. M. (2005). *Tekhnolohiia vidtvorennia silskohospodarskykh tvaryn*. Kyiv: Vydavnychiy dim "Slovo" [In Ukrainian].
- Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
- Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktyvnosti katalazy. *Laboratornoe delo*, 1, 16–19 [In Russian].

5. Kuzmenko, L. M., Polishchuk, A. A., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskii, V. G., Karpovskii, V. I., & Bilash, S. M. (2018). Prooksydantno-antioksidantnyi Hgomeostaz u tkaninakh matky zalezno vid periodyv vidtvoruvalnogo tsiklu. *Svit medicyny i biology*, 14 (64), 198–203. doi:10.26724/2079-8334-2018-2-64-198-203 [In Ukrainian].
6. Lazaryan, D. S. (2002). Issledovanie himicheskogo sostava, ochenka biologicheskoy aktivnosti pchelinoogo rasploda i poluchenie na ego osnove lekarstvennykh preparatov. *Doctor's thesis*. Pyatigorskaya gosudarstvennaya farmacevticheskaya akademiya, Pyatigorsk [In Russian].
7. Melnyk, Yu. F. (2003). *Instruktsiia iz shtuchnoho osimeninnia svynei*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
8. Kovalenko, V. F., Shostia, A. M., & Usenko, S. O. (2004). Patent Ukrainy № 67054A. Kyiv. Ukrainyskiy instytutut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
9. Rybalka, V. P. (Ed.). (2005). Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi. Poltava [In Ukrainian].
10. Shabunin, S. V. (2010). *Metodicheskie polozheniya po izucheniyu processov svobodnoradikalnogo okisleniya v sisteme antioksidantnoj zashity organizma*. Voronezh [In Russian].
11. Shostia, A. M. (2015). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u svynei. *Doctor's thesis*. Lviv. nats. un-t vet. medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho, Lviv [In Ukrainian].
12. Shostia, A. M. (2015). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u plazmi ta spermii knurtsiv velykoi chornoj porody. *Svynarstvo*, 66, 75–82 [In Ukrainian].
13. Shostia, A. M., & Rokotianska, V. O. (2018). Dynamika yakosti spermoproduktsii u knuriv-plidnykiv zalezno vid pory roku ta intensyvnosti yikh vykorystannia, *Svynarstvo*, 71, 116–123 [In Ukrainian].
14. 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.
15. Chen, H., Liao, S.-B., Cheung, M. P. L., Chow, P. H., Cheung, A. L. M., & Sum, W. O. (2012). Effects of sperm DNA damage on the levels of RAD51 and p53 proteins in zygotes and 2-cell embryos sired by golden hamsters without the major accessory sex glands. *Free Radical Biology and Medicine*, 53 (4), 885–892. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.007.
16. Domínguez-Perles, R., Gil-Izquierdo, A., Ferreres, F., & Medina, S. (2019). Update on oxidative stress and inflammation in pregnant women, unborn children (nasciturus), and newborns – Nutritional and dietary effects. *Free Radical Biology and Medicine*. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2019.03.013.
17. Duhig, K., Chappell, L. C., & Shennan, A. H. (2016). Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstetric Medicine*, 9 (3), 113–116. doi:10.1177/1753495x16648495.

Стаття надійшла до редакції 26.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шостя А. М., Ємець Я. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І., Павлова І. В., Маслак М. М. Вплив гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції у кнурів-плідників. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 113–118.

© Шостя Анатолій Михайлович, Ємець Ярослав Миколайович, Мороз Олег Григорович, Ступарь Ілона Ігорівна, Павлова Інга Володимирівна, Маслак Марина Миколаївна, 2019



original article | UDC 619.616.993.192.1:636.92 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.15

PHARMACOLOGICAL STUDIES OF THE EXPERIMENTAL PREPARATION IMKAR-120

V. A. Levytska,

ORCID ID: [0000-0003-3100-009X](https://orcid.org/0000-0003-3100-009X), E-mail: Levytska28@gmail.com,

Podillia State Agrarian-Technical University, 13, Shevchenka str., Kamianets-Podilskyi, 32300, Ukraine

A. V. Berezovsky,

ORCID ID: [0000-0002-5825-9504](https://orcid.org/0000-0002-5825-9504),

Sumy National Agrarian University, 160, G. Kondratieva str., Sumy, 40022, Ukraine

At present, preparations based on imidocarb (Imidosan, Pyrosan, Pyrostop, Forticarb, etc.), which are more effective and convenient to use than others, are widely used in the treatment of dogs for babesiosis. The Ukrainian analogue of the above-mentioned antiprotozoan veterinary preparations is Imkar-120, with the active substance of imidocarb dipropionate, has recently been introduced in the market. It provides a wide range of antiprotozoan effects on the causal agents of pyroplasmoses of Babesia, Theileria, Nuttallia and Anaplasma genera with their mono- or mixed infestations. The studies of pharmaco-kinetics of imidocarb was conducted in 2018 on the basis of the Veterinary clinic "Fauna-Service" in the town of Kamianets-Podilskyi on 5 non-pedigree dogs, weighing from 14 to 17 kg. Before beginning the experiment, the animals were clinically examined; their biochemical and general blood tests were made. According to the results of the examination, no pathologies were detected. Imkar-120 was administered to animals once, intramuscularly at the dose of 4.5 mg/kg. During and after the preparation administration no one of the dogs, had pain reaction, swelling of the injection site or any other side effects. While studying the general condition of the animals we observed a slight increase in clinical indices. So, after administering the preparation, the average heart rate was 138 beats per minute, the number of respiratory movements per minute was 27, and the rectal temperature was 38.5 °C. The peak concentration of Imkar-120 in the animal blood was observed one hour after the injection, and averaged 3.60 µg/ml. Starting from 15 minutes after administering, the concentration in the blood already averaged 0.76 µg/ml and during an hour it increased, reaching the maximum of 3.98 µg/ml in one dog. After that the period of elimination began. In 12 hours, the level of the active substance in the blood was greatly reduced and within 24 hours after the injection it was detected in very low concentrations, on the average 0.30 µg/ml. On the 7th day after administering the preparation it was not detected in the blood. The absorption of Imkar-120 after its intramuscular administration at the dose of 4.5 mg/kg was quite rapid. After administering the preparation no side reactions were observed, therefore, Imkar-120 is recommended for using at the treatment of babesiosis and other blood-parasitic diseases of dogs.

Key words: pharmacology of imidocarb propionate, Imkar-120, babesiosis, transmissible diseases, acaruses.

ФАРМАКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ ІМКАР-120

В. А. Левицька,

Подільський державний аграрно-технічний університет, вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна

А. В. Березовський,

Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40022, Україна

Нині ветеринарні фахівці широко використовують для лікування собак при бабезіозі препарати на основі імідокарбу (імідосан, піросан, піростоп, фортіккарб тощо), що є більш ефективними і зручними в застосуванні, ніж інші засоби. Вітчизняним аналогом вищеописаних антипротозойних вете-

ринарних препаратів є нещодавно представлений на ринку Імкар-120, активної речовиною якого є імідокарбу дипропіонату. Він забезпечує широкий спектр антипротозойного впливу щодо збудників піроплазмідозів з роду бабезій, тейлерій, нуталій та анаплазмів при їх моно- чи змішаному перебігу інвазій. Дослідження фармакокінетики імідокарбу проводили в 2018 році на базі клініки «Фауна-Сервіс» м. Кам'янець-Подільського на 5 безпородних собаках масою 14–17 кг. Перед проведенням досліджуваної тварини були клінічно обстежені, проведені біохімічний і загальний аналіз крові. За результатами досліджень патологій виявлено не було. Імкар-120 тваринам вводили одноразово, внутрішньом'язово в дозі 4,5 мг/кг. Під час і після введення препарату в жодній з собак не спостерігалось больової реакції, набряку місця ін'єкції чи будь-яких побічних ефектів. При дослідженні загального стану тварин ми спостерігали незначне підвищення клінічних показників. Після введення препарату середня частота серцевих скорочень становила – 138 ударів за хвилину, кількість дихальних рухів за хвилину – 27, ректальна температура – 38,5 °С. Пік концентрації препарату Імкар-120 в організмі тварин спостерігався через годину після ін'єкції, і в середньому становив 3,60 мкг/мл. Починаючи з 15 хвилини після введення, концентрація в крові вже становила в середньому 0,76 мкг/мл і протягом години наростала, досягнувши максимуму 3,98 мкг/мл у однієї собаки. Після цього починався період елімінації. Через 12 годин рівень діючої речовини в крові дуже знижувався і вже через 24 години після ін'єкції виявлений у вкрай низькій концентрації, в середньому 0,30 мкг/мл. На 7-му добу після введення препарату в крові його не виявляли. Абсорбція Імкар-120 після його внутрішньом'язового введення в дозі 4,5 мг/кг є досить швидкою. Після введення препарату побічних реакцій не спостерігали, тому Імкар-120 рекомендовано до використання при бабезіозі та інших кровопаразитарних захворюваннях собак.

Ключові слова: фармакологія імідокарбу пропіонату, імкар-120, бабезіоз, трансмісивні хвороби, кліщі.

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ИМКАР-120

В. А. Левицкая,

Подольский государственный аграрно-технический университет, ул. Шевченко, 13, г. Каменец-Подольский, 32300, Украина

А. В. Березовский,

Сумский национальный аграрный университет, ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 40022, Украина

В настоящее время ветеринарные специалисты широко используют для лечения собак при бабезиозе препараты на основе имидокарба. Отечественным производителем недавно представлен на рынке Имкар-120, активное действующее вещество которого является имидокарба дипропионат. Он обеспечивает широкий спектр антипротозойного воздействия в отношении возбудителей кровопаразитарных болезней. Исследования фармакокинетики имидокарба проводили в 2018 году на 5 беспородных собаках массой 14–17 кг. Имкар-120 животным вводили однократно, внутримышечно в дозе 4,5 мг/кг. Пик концентрации препарата в организме животных наблюдался через час после инъекции, и в среднем составлял 3,60 мкг/мл. Начиная с 15 минут после введения, концентрация в крови уже составляла в среднем 0,76 мкг/мл и в течение часа увеличивалась. Далее начинался период элиминации. После введения препарата побочных реакций не наблюдалось, поэтому Имкар-120 рекомендуется к использованию при бабезиозе и других кровепаразитарных заболеваниях собак.

Ключевые слова: фармакология имидокарба пропионата, Имкар-120, бабезиоз, трансмиссивные болезни, клещи.

Вступ

Нині ветеринарні фахівці широко використовують для лікування собак при бабезіозі препарати на основі імідокарбу (імідосан, піросан, піростоп, фортіккарб тощо), що є більш ефективними і зручними в застосуванні, порівняно з іншими засобами [4, 12]. Препарати, що містять імідокарбу дипропіонат, представлені невеликою кількістю комерційних назв. Незважаючи на відносно невелику історію використання, ці препарати зарекомендували себе як безпечні для собак засоби. Відомий ін'єкційний препарат Імізол (Intervet Schering-Plough Animal Health, Нідерланди) на основі імідокарбу дипропіонату містить 120 мг імідокарбу дипропіонату, який представляє собою ін'єкційний розчин

для внутрішньом'язового і внутрішньовенного введення і призначається для лікування кровопаразитарних захворювань (бабезіозу, зокрема, піроплазмозу, тейлеріозу, трипаносомозу, нутталіозу, анаплазмозу і змішаних інвазій) великої та дрібної рогатої худоби, коней і собак [2]. Препаратом європейської якості також є Діпрокарб (Invesa, Іспанія), що містить в 1 мл розчину 120 мг імідокарбу дипропіонату. Однак вартість цих лікарських засобів є досить високою.

Вітчизняним аналогом вищеописаних антипротозойних ветеринарних препаратів є нещодавно представлений на ринку Імкар-120, активною речовиною якого являється імідокарбу дипропіонату. Він забезпечує широкий спектр антипротозойного впливу щодо збудників піроплазмідозів з роду бабезій (*Babesia bovis*, *B. ovis*, *B. bigemina*, *B. colchica*, *B. equi*, *B. divergens*, *B. canis*, *B. caballi*, *B. gibsonii* і *Francaella colchica*); роду тейлерій (*Theileria annulata*, *T. sergenti*, *T. mutans*, *T. orientalis*, *T. ovis*, *T. recondita*, *T. tarandirangiferis*); роду нуталій (*Nuttalliaequi*) та роду анаплазмів (*Anaplasma marginale*, *A. ovis*, *Ehrlichia canis*) при їх моно- чи змішаному перебігу інвазій.

Імідокарб є похідним карбаніліду з антипротозойною активністю. Його звичайно вводять як дипропіонатну сіль [11]. Механізм антипротозойної дії імідокарбу базується на блокуванні проникнення інозитолу в еритроцити, які містять *Babesia*, що призводить до голодування паразита; втручання у синтез або використання поліамінів паразитами, як виявлено у *Trypanosoma brucei*, або комбінація з ДНК у сприйнятливих видів бабезій, що викликає пошкодження нуклеїнових кислот та інгібування клітинного відновлення і реплікації [15].

За кордоном при кровопаразитарних хворобах тварин з позитивними результатами застосовують препарати на основі імідокарбу [14]. Фармакодинаміка імідокарбу вивчалась на різних видах тварин. Препарат застосовують парнокопитним жуйним тваринам (велика рогата худоба, буйволи, вівці, кози, зебу, муфлони, лані, верблюди) для лікування і профілактики бабезіозу, тейлеріозу чи анаплазмозу, а також їх змішаних інвазій. Непарнокопитним сільськогосподарським тваринам (коні, віслюки, мули) для лікування і профілактики бабезіозу, нутталіозу, анаплазмозу, а також їх змішаних інвазій. Собакам – для лікування гострого, хронічного і субклінічного бабезіозу та його профілактики.

Імкар-120 вводять тваринам один раз на добу в дозуваннях, що різняться як для видів тварин, так і збудників наявних паразитозів. Велика рогата худоба, буйволи, зебу, верблюди, при бабезіозі для лікування – 2,4 мг/кг маси тіла, що відповідає 2 мл/100 кг маси тіла, підшкірно, разово; при анаплазмозі для лікування – 3 мг/кг маси тіла, підшкірно, разово; для профілактики обох хвороб – 2,4 мг/кг маси тіла, підшкірно, разово.

Вівці, кози, муфлони, лані. При бабезіозі для лікування 2,4 мг/кг маси тіла, що відповідає 0,2 мл/10 кг маси тіла, внутрішньом'язово, разово.

Коні. При виявленні *Babesia caballi* – 2,4 мг/кг внутрішньом'язово двічі з добовим інтервалом. При виявленні *Babesia equi* – 3,6 мг/кг, курсом 4 рази із 3-х добовим інтервалом.

Собаки. При бабезіозі для лікування – 3,6–6 мг/кг маси тіла, що відповідає 0,3–0,5 мл/10 кг маси тіла, за необхідності повторно через 14 діб у дозі 2,4 мг/кг – разово.

При груповому утриманні тварин у разі появи кровопаразитарних захворювань, усьому поголів'ю тварин вводять Імкар-120 у профілактичній дозі та повторюють введення: великій рогатій худобі – через 6 тижнів, іншим видам тварин – через 4 тижні.

Дослідженнями встановлено, що існує можливість появи побічних реакцій, опосередкованих вегетативною нервовою системою, що пов'язано з антихолінестеразними механізмами. Клінічні дослідження у собак виявили, що при терапевтичних дозах менших, ніж 10 мг/кг маси тіла при внутрішньом'язовому або підшкірному введенні, виникають побічні реакції, а саме: слиновиділення, блювота, а іноді і діарея. Біль у місці ін'єкції і холінергічні побічні ефекти при введенні імідокарбу запобігаються премедикацією атропіном у дозі 0,05 мг/кг за 20–30 хвилин до ін'єкції імідокарбу [6].

Фармакокінетичні дослідження імідокарбу дипропіонату продемонстрували, що він має тривалий час активності, в результаті його зв'язування з плазмою та тканинним білком. Тепер імідокарб включений у додаток І до Регламенту Ради (ЄС) № 2377/90 щодо визначення максимально допустимих рівнів залишкових кількостей дозволених речовин (ветеринарних препаратів тощо) у харчових продуктах тваринного походження.

Імідокарб є єдиним ліцензованим препаратом для лікування бабезіозу в США і має пряму дію на ДНК бабезій, викликаючи її розкручування і денатурацію. Здебільшого інвазії *B. canis* ефективно лікуються імідокарбом у дозі 5–6 мг/кг внутрішньом'язово або підшкірно з повтором через 2 тижні. Бабезіоз, викликаний *B. gibsoni* піддається терапії імідокарбом набагато гірше, а часто терапія є просто неефективною [4]. Переважно *B. gibsoni* не ілімінуються з організму собаки і вона залишається носієм да-

ного паразита, захворювання в цьому випадку переходить в хронічну або субклінічну форму.

Важливо зазначити, що імідокарб ефективний також при інвазії, спричиненій *Ehrlichia canis* і може використовуватися при мікст-інвазії [3, 5].

У літературних джерелах є дані, що ця діюча речовина може бути використана для лікування бабезіозу кішок. Одноразове введення імідокарбу в рекомендованих дозах найчастіше призводить до повного позбавлення організму від збудника [9].

Імідокарбу дипропіонат володіє профілактичними властивостями. Його концентрація зберігається тривалий час, а профілактичний ефект може зберігатися від двох до шести тижнів [10, 17].

Після парентерального введення імідокарб швидко всмоктується з місця застосування та з током крові проникає до більшості органів й тканин організму. При цьому його максимальна концентрація у крові формується впродовж 30 хвилин, а в подальшому – утримується на піроплазмостатичному рівні впродовж 4–6 тижнів. Імідокарб накопичується переважно в нирках та печінці й практично не піддається метаболізму. А з часом виводиться з організму переважно з сечею. Одна профілактична ін'єкція забезпечує стійку несприйнятливості великої рогатої худоби до захворювання протягом 6 тижнів; коней, собак – протягом 4 тижнів. При звільненні від бабезіозу великої рогатої худоби в господарствах обробку тварин можна проводити спільно з інтенсивною дезакаризацією.

При вивченні фармакокінетики 5 % ін'єкційної форми імідокарбу на собаках, хворих на бабезіоз, через 15 хв. після введення препарату діюча речовина виявлялась у плазмі крові (0,514 мкг/мл), а через одну годину спостерігали його максимальну кількість (0,774 мкг/мл). Імідокарб утримувався у тканинах тварин на терапевтичному рівні протягом 24–28 годин (0,196–0,180 мкг/мл) [10].

Були проведені фармакологічні дослідження також на мишах. Їм вводили підшкірно імідокарб і спостерігали міоз при використанні дози 50 мг/кг маси тіла, а також мідріаз – при 150 мг/кг маси тіла. У кішок і собак після внутрішньовенного введення дигідрохлориду в результаті дослідження спостерігалися серцево-судинні та нервово-м'язові порушення, які були частково пов'язані з антихолінергічним ефектом імідокарбу [8].

Поглинання, розподіл та екскрецію імідокарбу досліджували на мишах, щурах, собаках, мавпах та інших видах. Авторадіографічні дослідження на щурах з використанням ¹⁴C-імідокарбу показали, що як дипропіонат, так і солі дигідрохлориду погано абсорбуються після перорального введення щурам, але неможливо було оцінити ступінь біодоступності пероральної форми. Після щоденного перорального введення імідокарбу 5 мг/кг маси щоденно собакам та мавпам залишки в м'язах та мозку не були виявлені через 24 години після останньої дози, але значні рівні залишків були виявлені в печінці та нирках [1].

Поряд із зазначеним важливим є те, що існують різноманітні дані щодо дії цієї речовини на організм здорових і хворих тварин.

Тому метою роботи було вивчення впливу нового препарату на організм клінічно здорових тварин. Задля досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати наступні завдання: дослідити фармакокінетику препарату Імкар-120 на основі імідокарбу дипропіонату в організмі собак.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження фармакокінетики імідокарбу проводили у 2018 році на базі клініки «Фауна-Сервіс» м. Кам'янець-Подільського на 5 безпородних собаках масою 14–17 кг. Перед проведенням досліду тварини були клінічно обстежені, проведені біохімічний і загальний аналіз крові. За результатами досліджень патологій виявлено не було. Імідокарб тваринам вводили одноразово внутрішньом'язово в дозі 4,5 мг/кг.

Забір крові проводили з периферичних вен у заздалегідь визначені терміни (15, 30, 45 хвилин і далі по годинах 1; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 18; 24; 48; 72; 168) [8]. Кров центрифугували і зберігали при -20 °C до проведення аналізу.

У подальшому кількісні визначення вмісту імідокарбу дипропіонату в плазмі крові собак проводили методом високоефективної рідинної хроматографії з ультрафіолетовим детектуванням у лабораторії НВФ «Бровафарма» за відомою методикою [13, 16]. Дослідження проводили відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження», розпорядження Кабінету Міністрів України від 28 липня 2010 р. № 1585 «Про затвердження переліку нормативно-правових актів з питань захисту тварин від жорстокого поводження».

Результати досліджень та їх обговорення

Під час і після введення препарату в жодної із собак не спостерігалось больової реакції, набряку місця ін'єкції чи будь-яких побічних ефектів.

При дослідженні загального стану тварин ми спостерігали незначне підвищення клінічних показників. Після введення препарату середня частота серцевих скорочень становила – 138 ударів за хвилину, кількість дихальних рухів за хвилину – 27, ректальна температура – 38,5 °С.

Пік концентрації препарату Імкар-120 в організмі тварин спостерігався через годину після ін'єкції, і в середньому становив 3,60 мкг/мл. Починаючи з 15 хвилини після введення, концентрація у крові вже становила в середньому 0,76 мкг/мл і протягом години збільшувалася, досягнувши максимуму 3,98 мкг/мл у однієї собаки. Після цього починався період елімінації. Через 12 годин рівень діючої речовини у крові надто знижувався і вже через 24 годин після ін'єкції виявлявся у вкрай низькій концентрації, в середньому 0,30 мкг/мл. На 7-му добу після введення препарату в крові його не виявляли.

Отримані результати представлені у графіковій, який відображає динаміку концентрації імідокарбу дипропіонату в плазмі крові собак після внутрішньом'язового введення (рис. 1).

Також варто зазначити, що усі показники клінічного стану в середньому через дві години після введення препарату знижувалися і були в межах норми: середня частота серцевих скорочень становила – 123 ударів за хвилину, кількість дихальних рухів за хвилину – 21, ректальна температура – 38,5 °С.

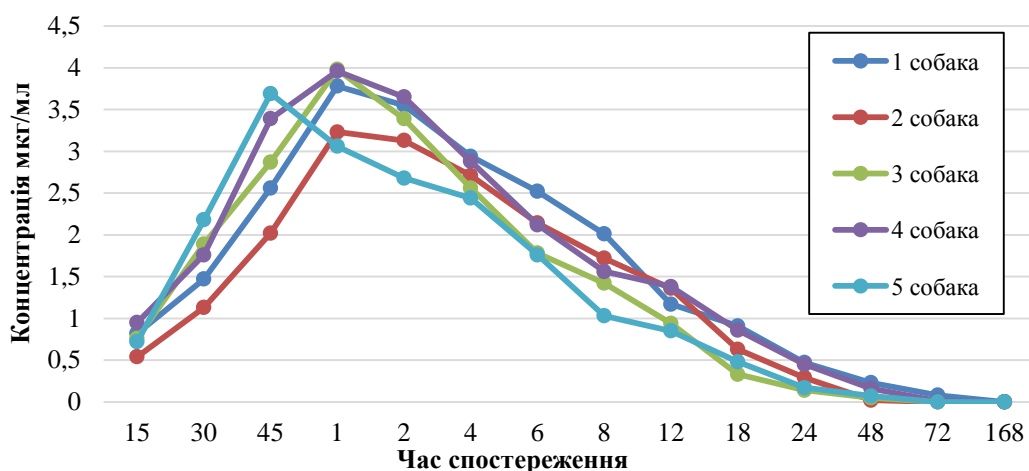


Рис. 1. Концентрація імідокарбу дипропіонату в плазмі крові собак після внутрішньом'язового введення в дозі 4,5 мг/кг

Відповідно до проведених досліджень експериментальний препарат позбавлений важких побічних реакцій, однак інколи може спостерігатися біль у місці введення, холергергічні ефекти: слюно-, сльозотеча, а вкрай рідко – блювота і поліурія, тахікардія, тремор, що розвиваються через 10-15 хвилин після введення. Ці реакції зникають самі собою, проте їх можна легко усунути або попередити шляхом введення атропіну (0,02-0,04 мг/кг).

З огляду на відсутність важких побічних реакцій уведення засобу може здійснюватися після виявлення кліщів на тваринах, коли очікування і спостереження за твариною неможливо для власника тварини.

2012 року імідокарб був рекомендований Європейською науковою радою по паразитам тварин-компаньйонів (ESCCAP) для лікування бабезіозу собак у загальних інструкціях щодо лікування кровопаразитарних хвороб у собак і котів [7].

Імідокарб у 2001 році був оцінений Комітетом ветеринарних лікарських засобів (CVMP). Було встановлено щоденну допустиму дозу 0,010 мг/кг маси тіла, застосовуючи індекс безпеки 500 до найнижчої дози, що спричиняє ефект – 5 мг/кг/добу, який спостерігався при 90-денному дослідженні токсичності повторних доз на собаках. Такий індекс безпеки був застосований щоб урахувати використання найнижчої дози, що спричиняє ефект, та компенсувати обмеженість патолого-анатомічних та клініко-біохімічних досліджень. Цей показник щоденно допустимої дози був таким же, як і запропонований Спільним експертним комітетом ВООЗ з харчових добавок (JECFA).

Після парентерального введення імідокарб швидко всмоктується з місця введення та з током крові проникає до більшості органів і тканин організму. При цьому його максимальна концентрація у крові формується впродовж перших 30 хвилин, а в подальшому – утримується на піроплазмостатичному рівні впродовж 4–6 тижнів. Імідокарб накопичується насамперед у нирках та печінці й практично не піддається метаболізму. А з часом виводиться з організму переважно з сечею [1].

При масовій загибелі кровопаразитів і руйнуванні еритроцитів після застосування Імкар-120 у тварин можливий розвиток інтоксикації. В цьому випадку необхідно проведення інтенсивної терапії, що включає внутрішньовенне введення розчинів електролітів і гепатопротекторів.

У тварин з клінічними ознаками бабезіозу до введення Імкар-120 доцільно застосовувати антигістамінні лікарські препарати.

Забораються застосування лікарського препарату Імкар-120 одночасно з хлорорганічними, фосфорорганічними препаратами й іншими інгібіторами холінестерази.

Задля профілактики Імкар-120 потрібно вводити, коли клінічні ознаки захворювання спостерігаються у однієї або двох голів худоби у групі або під час переміщення сприйнятливих тварин у зону, де реєструють бабезіоз. Тварин необхідно обробляти поголівно, щоб забезпечити захист від захворювання. Препарат дає захист протягом 4 тижнів залежно від важкості захворювання.

Висновки

Абсорбція Імкар-120 після його внутрішньом'язового введення в дозі 4,5 мг/кг є досить швидкою. Після введення препарату побічних реакцій не спостерігали, тому Імкар-120 рекомендовано до використання при бабезіозі та інших кровопаразитарних захворюваннях собак.

Перспективи подальших досліджень. Вивчити терапевтичну дію та ефективність Імкар-120 за умови спонтанного бабезіозу собак.

References

1. Zverev, A. A. (2008). Farmako-toksikologicheskaya harakteristika i terapevticheskaya effektivnost imidokarba 5 % pri babezioze sobak. *Candidate's thesis*. Moskva [In Russian].
2. Kotsiumbas, I. Ya. (2017). *Veterynarni likarski zasoby: Dovidnyk*. Lviv [In Ukrainian].
3. Prus, M. P. (2006). Babezioz sobak (epizootologiya, patogenez ta zahodi borotbi): dis... d-ra vet. nauk. *Candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
4. Temichev, K. V., Lucuk, S. N., & Dyachenko, Yu. V. (2012). Ispytanie effektivnosti kompleksnogo metoda lecheniya sobak pri ostrom i hronicheskom techenii babezioza. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicyny im. N. E. Baumana*, 211, 145–150 [In Russian].
5. Fotina, A., & Levytska, V. (2019). The determination of acute toxicity parameters of “Imkar-120”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (93), 10–14. doi: 10.32718/nvlvet9302 [In Ukrainian].
6. Boozer, A. L., & Macintire, D. K. (2003). Canine babesiosis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 33 (4), 885–904. doi:10.1016/s0195-5616(03)00039-1.
7. Control of Vector-Borne Diseases in Dogs and Cats. ESCCAP Guideline 05 Third Edition – March 2019, p. 41.
8. EMEA. (2001). Committee for veterinary medicinal products; piperazine, summary report (3). The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, Veterinary Medicines Evaluation Unit, EMEA/MRL/785/01-Final, May.
9. Enigk, K., & Reusse, U. (1955). Berenil, ein neues Heilmittel für die Babesiosen der Haustiere. *Zeitschrift für Tropenmedizin und Parasitologie*, 6, 141–150.
10. Euzeby, J., Moreau, Y., Gauthey, M. & Dubo, M. (1981). Experimental study of antipiroplasma properties of imidocarb on *Babesia divergens* and *Babesia canis*, agents of bovine and canine piroplasmiasis in Europe. *Bulletin de la societe des Sciences Veterinaires et de Medecine Comparee de Lyon*, 83 (3), 129–134.
11. Da Silva Oliveira, G. L., & de Freitas, R. M. (2015). Diminazene aceturate – An antiparasitic drug of antiquity: Advances in pharmacology & therapeutics. *Pharmacological Research*, 102, 138–157. doi:10.1016/j.phrs.2015.10.005.
12. Lobetti, R. G. (1998). Canine babesiosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 20, 418–430.

13. Panghal, R. S. (2002). Pharmacological studies on Imidocarb dipropionate. *Candidate's thesis*. Chaudhary Charan Singh Haryana Agricultural University. Hisar.
14. Peregrine, A. S., & Mamman, M. (1993). Pharmacology of diminazene: a review. *Acta Tropica*, 54 (3-4), 185–203. doi:10.1016/0001-706x(93)90092-p.
15. Solano-Gallego, L., Sainz, Á., Roura, X., Estrada-Peña, A., & Miró, G. (2016). A review of canine babesiosis: the European perspective. *Parasites & Vectors*, 9 (1). doi:10.1186/s13071-016-1596-0.
16. Tarbin, J. A., & Shearer, G. (1992). High-performance liquid chromatographic determination of imidocarb in cattle kidney with cation-exchange clean-up. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 577 (2), 376–381. doi:10.1016/0378-4347(92)80263-p.
17. Vercaammen, F., De Deken, R., & Maes, L. (1996). Prophylactic activity of imidocarb against experimental infection with *Babesia canis*. *Veterinary Parasitology*, 63(3-4), 195–198. doi:10.1016/0304-4017(95)00901-9.

Стаття надійшла до редакції 13.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Левицька В. А., Березовський А. В. Фармакологічні дослідження експериментального препарату Імкар-120. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 119–125.

© Левицька Вікторія Андріївна, Березовський Андрій Володимирович, 2019



original article | UDC 619:636.7:616.993.195:616-06:616.411-007.61 |
doi: 10.31210/visnyk2019.02.16

SPLENOMEGALY AS A COMPLICATION OF DOGS BABESIOSIS

O. A. Dubova,

ORCID ID: [0000-0002-8303-573X](https://orcid.org/0000-0002-8303-573X), E-mail: oxdubova@gmail.com,

O. A. Zgozinska,

ORCID ID: [0000-0003-4622-6307](https://orcid.org/0000-0003-4622-6307),

L. O. Kovalyova,

ORCID ID: [0000-0002-5116-6333](https://orcid.org/0000-0002-5116-6333),

P. V. Kovalyov,

ORCID ID: [0000-0001-5388-0329](https://orcid.org/0000-0001-5388-0329),

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10008, Ukraine

Babesiosis is a widely spread blood-protozoan disease of dogs in the Central Polissia region of Ukraine. The causal agents parasitize in the erythrocytes of diseased animals, leading to ruining the former ones. The remains of the ruined cells, the released erythrocytes factors, cause the reaction on the part of lymphoid tissues. Constant pathogenic stress stimulation of the organs of the mono-nuclear phagocytes system, especially the spleen, by the disease pathogens leads to hyperplastic changes – splenomegaly. The purpose of the work is to determine the mechanism of splenomegaly formation for babesiosis and the pathogenic role of the transformed spleen, to establish clinical signs, the state of the organism for this complication, to substantiate recommendations for the treatment of diseased animals. The dogs, suffering from spontaneous babesiosis, complicated by splenomegaly, were investigated. Clinical and laboratory studies were carried out to establish the general condition of the organism functioning of the diseased dogs – hematological and biochemical parameters (hemoglobin content, the number of blood cells, the quality of red blood cells and platelets, erythrocyte sedimentation rate, the level of total and conjugated bilirubin, transaminase activity, creatinine and urea levels) were determined. It was established that babesiosis outbreaks were seasonal with distinct waves in spring (April–June) and autumn (September–October) periods. Complications of babesiosis by splenomegaly were observed, on the average, in 7 % of the diseased dogs. The main number of complications was recorded at the end of the autumn outbreak of babesiosis during the winter period. Thus, splenomegaly is a remote consequence of the pathogen affect and pathological reactions in response to its influence. Clinically, the complication is manifested by increasing the spleen size, perisplenitis. The disorders of the gastro-intestinal tract (diarrhea and constipation), vomiting are caused by the compression effect of the spleen, and often hepatomegaly, which develops in parallel to spleen hyperplasia. Anemia of normochromic type, leukocytosis, accelerated erythrocyte sedimentation rate, megatominiae, hypochromia, poikilocytosis (echinocytes, acanthocytes), and fragmented erythrocytes were revealed in the laboratory. Biochemical studies indicate to the completion of inflammation and development of the spleen hyperplasia, inflammatory processes, and also dystrophic changes in the liver, kidney failure that in the complex define the symptom complex of pseudo-hepatorenal syndrome. Hyper-plastically modified spleen is the threat of increasing the unfavorable phenomena of extra-hepatic portal hypertension, compression disorders of the abdominal cavity organs, septic fluidization of the organ. This situation determines the need for splenectomy to preserve the health and life of the animal.

Key words: dogs, babesiosis, spleen, splenomegaly, complications, hematological analyses, biochemical analyses.

СПЛЕНОМЕГАЛІЯ ЯК УСКЛАДНЕННЯ, СПРИЧИНЕНЕ БАБЕЗІОЗОМ У СОБАК

О. А. Дубова, О. А. Згозінська, Л. О. Ковальова, П. В. Ковальов,

Житомирський національний агроекологічний університет, Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10002, Україна

Надзвичайно розповсюдженою кровопротозойною хворобою собак регіону Центрального Полісся України є бабезіоз. Збудники паразитують в еритроцитах хворих тварин, зумовлюючи їхнє руйнування. Рештки зруйнованих клітин, вивільнені фактори еритроцитів сприяють реакції з боку лімфоїдних тканин. Постійна патогенна стрес-стимуляція органів системи мононуклеарних фагоцитів збудниками захворювання, особливо селезінки, призводить до гіперпластичних змін – спленомегалії. Мета роботи – визначити механізм формування спленомегалії, спричинений бабезіозом та патогенний вплив зміненої селезінки, встановити клінічні ознаки, стан організму під час цього ускладнення, обґрунтувати рекомендації щодо лікування хворих тварин. Матеріалом дослідження слугували собаки, хворі на спонтанний бабезіоз, з ускладненням хвороби на спленомегалію. Проводили клінічні і лабораторні дослідження для встановлення загального стану функціонування організму хворих собак. Виявлено виражену сезонну активність спалахів бабезіозу. Ускладнення перенесеного бабезіозу спленомегалією відмічено в середньому у 7 % хворих собак. Основну кількість їх зареєстровано наприкінці осінньої хвилі спалаху бабезіозу в зимовий період. Спленомегалія є віддаленим наслідком дії збудника та патологічних реакцій, відповідно на його вплив. Клінічно ускладнення проявляється збільшенням селезінки в розмірах, периспленітом. Розлади шлунково-кишкового тракту зумовлені компресійним впливом селезінки і часто гепатомегалією, що розвивається паралельно до гіперплазії селезінки. Лабораторні дослідження свідчать про завершення запалення і розвиток гіперплазії селезінки, запальні процеси, а також дистрофічні зміни у печінці, ниркову недостатність, що сукупно визначає симптомокомплекс псевдогепаторенального синдрому. Гіперпластично змінена селезінка загрожує наростанням несприятливих явищ позапечінкової портальної гіпертензії, компресійних порушень органів черевної порожнини, септичного розплавлення органу. Такий стан визначає необхідність проведення спленектомії для збереження здоров'я та життя тварини.

Ключові слова: собаки, бабезіоз, селезінка, спленомегалія, ускладнення, гематологічні дослідження, біохімічні дослідження.

СПЛЕНОМЕГАЛІЯ КАК ОСЛОЖНЕНИЕ ПРИ БАБЕЗИОЗЕ СОБАК

О. А. Дубова, О. А. Згозинская, Л. А. Ковалева, П. В. Ковалев,

Житомирский национальный агроэкологический университет, Старый бульвар, 7, г. Житомир, 10002, Украина

Патогенная стимуляция органов системы мононуклеарных фагоцитов, особенно селезенки, возбудителями бабезиоза ведет к гиперпластическим изменениям – спленомегалии. Осложнения в виде спленомегалии отмечены в среднем у 7 % больных собак. Основное количество их регистрировалось в конце осенней волны вспышки бабезиоза в зимний период. Спленомегалия клинически проявляется увеличением селезенки в размерах, периспленитом. Лабораторные исследования свидетельствуют о завершении воспаления и развитии гиперплазии селезенки, воспалительных процессах, а также дистрофических изменениях в печени, почечной недостаточности – псевдогепаторенальный синдром. Необратимо измененная селезенка требует хирургического удаления с целью сохранения здоровья и жизни животного.

Ключевые слова: собаки, бабезиоз, селезенка, спленомегалия, осложнения, гематологические изменения, биохимические изменения.

Вступ

Бабезіоз собак – значно поширене кровопротозойне захворювання в зоні Центрального Полісся України. Регіон є ареалом розповсюдження іксодових кліщів *Ixodes ricinus* Linnaeus, 1758 та *Dermacentor spp.* Koch, 1844, які є біологічними переносниками збудника хвороби – *Babesia canis canis* Piana & Galli-Valerio, 1895 та *B. canis vogeli* Reichenow, 1937 [6–8, 14, 16, 18]. Останнім часом екстенсивність інвазії в регіоні дуже висока і становить у середньому до 40 % за період спостережень 2016–2018 рр.

Перебіг захворювання досить важкий, супроводжується значною кількістю ускладнень з боку різних органів і систем [10, 11, 15].

Ураховуючи особливості місця паразитування (червоні кров'яні клітини) та патогенний вплив збудників, одними з перших реагують органи системи мононуклеарних фагоцитів. Селезінка є «кладовищем» зруйнованих формених елементів крові. Підпадаючи під вплив будь-яких стресових факторів, особливо надпорогової сили, вона скорочується, що приводить до виходу у кровоток зруйнованих формених елементів (їх шматків, оболонки), а також їх вмісту, зокрема, біологічно активних сполук, які є медіаторами системної запальної реакції [1, 5, 19, 21].

Постійна патогенна стрес-стимуляція органу призводить до гіперпластичних змін, що врешті-решт стає незворотним процесом та проявляється сплено-мегагалією [4, 12]. За даними [12, 17], сплено-мегагалія є проявом позапечінкової портальної гіпертензії. Отже, має місце поліорганна патологія як прояв генералізованої реакції на вплив збудника.

Мета роботи – визначити механізми формування сплено-мегагалії під час бабезіозу та патогенну роль зміненої селезінки, встановити клінічні ознаки, стан організму за умови такого ускладнення, обґрунтувати рекомендації щодо лікування хворих тварин.

Матеріали і методи досліджень

Матеріалом досліджень були собаки, хворі на спонтанний бабезіоз за період 2016–2018 рр. віком 2–6 років. Контрольну групу склали 40 клінічно здорових собак аналогічного віку. Дослідження проводили в умовах навчально-науково-виробничої клініки ветеринарної медицини Житомирського національного агроекологічного університету.

Статистичні характеристики, динаміку та сезонність захворювання собак на бабезіоз і ускладнень сплено-мегагалією вивчали за матеріалами амбулаторного обліку клініки.

Клінічне дослідження хворих тварин проводили за загальноприйнятими методами. Для підтвердження гіперплазії селезінки та змін інших органів проводили ультразвукове дослідження апаратом SonoScare S 20 з доплером [4]. Фіксацію собак для дослідження проводили у дорсальному лежачому положенні, а в окремих випадках тварин викладали на правий бік. Використовували датчик від 5 до 7,5–10 МГц. Визначали межі, розміри, розміщення органу, ехогенність та ехоструктуру паренхіми селезінки. Доплерографією виявляли характер кровотоку в портальній системі.

Для лабораторних досліджень відбирали проби крові, які стабілізували 1 %-м розчином ЕДТА (трилону В). Визначали концентрацію гемоглобіну гемоглобінцианідним методом, швидкість осідання еритроцитів уніфікованим методом Панченкова [3]. Кількість формених елементів крові визначали пробірковим методом колориметрично, використовуючи як розріджувачі: для еритроцитів – 3 %-й розчин натрію хлориду, для лейкоцитів – 5 %-й розчин оцтової кислоти, підфарбований індикатором метиленовим синім, для тромбоцитів – 1 %-й розчин амонію оксалату, підфарбований індикатором метиленовим синім [3].

Тонкі фіксовані мазки крові забарвлювали за методом Романовського. Біохімічні дослідження проводили за допомогою біохімічного аналізатору Microlab-200. Серед біохімічних показників вивчали: концентрацію загального і кон'югованого білірубіну, активність АСТ, АЛТ, ГГТ, вміст креатиніну та сечовини.

Обробку результатів проводили за допомогою ІТ-додатку Statistica 13.3. Достовірність отриманих результатів оцінювали за t-критерієм Ст'юдента на 5 %-му довірчому рівні.

Результати досліджень та їх обговорення

За період 2016–2018 рр. на базі клініки було зареєстровано 626 випадків спонтанного бабезіозу собак, зокрема: 2016 р. – 232, 2017 р. – 182, 2018 р. – 212. Рівень захворюваності в розрізі років становить близько 40 % від загальної кількості звернень.

Хвороба має виражену сезонну приуроченість із наростанням хвиль у квітні–червні та вересні–жовтні, що значною мірою пов'язане з сезонами активності іксодових кліщів – біологічних переносників збудника. Хвилі спалаху захворювань характеризувалися однаковим вираженням впродовж періоду досліджень.

Залежно від віку тварин у хворих собак на бабезіоз симптоми незначні і можуть бути знехтувані.

Дані клінічних досліджень хворих на бабезіоз собак свідчать про розвиток специфічних проявів патології та неспецифічних або навіть атипичних форм перебігу хвороби. Весняний спалах супроводжується гострою формою перебігу з переважанням таких симптомів, як піретична лихоманка (тем-

пература тіла 39,8–41 °С), анемія, задишка видихального типу, тахікардія і тахіпноє, надалі – жовтяниця гемолітичного типу, гемоглобінурія, гепатомегалія, переміжні діареї. Застосовуючи специфічні хіміотерапевтичні засоби, одужання наставало досить швидко. Ускладнення захворювання траплялися нечасто і проявлялися затяжними токсичними гепатитами, серцево-судинною недостатністю, нефритами, ураженнями нервової системи.

Осіньна хвиля розпочиналася у другій половині серпня і на початку мала підгострий перебіг хвороби, що проявлявся субфебрильною лихоманкою, тахікардією, порушенням координації рухів, нечітко вираженими анемією, інколи жовтяницею та гемоглобінурією. Траплялися розлади роботи шлунково-кишкового тракту (блювота, діарея).

Основна частина осінньої хвилі відзначалася атипичним перебігом захворювання: нормальна або субфебрильна температура тіла, анорексія, респіраторні розлади, міокардит, ураження нервової системи. Діагноз можливо встановити лише в умовах лабораторного дослідження (виявлення збудника). Характерні ускладнюючі процеси з боку різних органів і систем, що є наслідками інтоксикації. У цей час спостерігалися лімфаденопатії, збільшення печінки та селезінки у вигляді гіперпластичних змін.

Отже, ускладнення перенесеного бабезіозу синдромом спленомегалії склало: 2016 р. – 6,9 %, 2017 р. – 7,7 %, 2018 р. – 6,1 % (в середньому ~7 %). Відмічено, що основна кількість ускладнень зареєстровано наприкінці осінньої хвилі спалаху в зимовий період, тобто в сезон, коли відсутні гострі клінічні ознаки бабезіозу. Відтак, можна вважати, що спленомегалія є віддаленим наслідком впливу збудника та патологічних реакцій організму у відповідь на його вплив. Процес за своєю патогенною сутністю не є незворотнім [4, 17, 21].

Ми погоджуємося з думкою [17], що зміни в селезінці виникають внаслідок хронізації бабезіозу. При цьому збудники хвороби депонуються у паренхіматозних структурах селезінки (й інших лімфоїдних органах) і стають недосяжними для лікарських засобів [7, 10]. Будь-який патогенний стимул, як то: запальні процеси, стрес-реакції тощо, може призвести до реакцій організму, пов'язаних з мобілізацією функцій цих органів. Інтенсифікація обмінних процесів у них призводить до спотворення реакцій, що пов'язані з *B. canis*, наслідком чого патогенетично є, зокрема, гіперплазія селезінки.

Отже, між спалахом бабезіозу та деструкцією селезінки проходить певний час, що визначається як інтенсивністю інвазії, так і індивідуальними властивостями організму.

Клінічна картина спленомегалії проявлялася пальпаторним її збільшенням у лівому підребір'ї ближче до ділянки епігастрію. Анемія та інколи жовтяниця супроводжували ці клінічні ознаки. Виявлялася больова чутливість, що зумовлена периспленітом, який є невід'ємним супутником спленомегалії на початкових етапах. Блювота, розлади функцій шлунково-кишкового тракту (діарея та закрепи), зумовлені як компресійним впливом селезінки, так і часто гепатомегалією, яка розвивається паралельно до гіперплазії селезінки [20, 9, 13].

Проведені пальпаторні дослідження були суб'єктивними.

Підтвердженням розвитку гіперплазії селезінки слугувало ультразвукове дослідження. Під час проведення сканування збільшена селезінка часто розміщувалася за серединною лінією в ділянці мезоподібного хряща та передпупкової зони. Хвостик сягав середини мезогастрію, розміщуючись каудальніше пупка. В окремих випадках він досягав гіпогастрію, дотикаючись до сечового міхура. Краї органу помітно заокруглені. Виявляється потовщення в середній частині та ділянці хвостика. Межі нерівні. Ехогенність паренхіми значно знижена. Паренхіма селезінки має неоднорідну структуру – осередки зниженої ехогенності або анехогенні мали округлі форми і різний розмір (0,4–1,0 см) з нечіткими межами.

Колірним доплерівським мапуванням було встановлено, що кровоток у стовбурі воротної вени мав гепатопетальний та гепатофугальний потоки. Швидкість кровотоку визначалася як низька. Така картина підтверджує розвиток портальної гіпертензії з появою колатералей за спленомегалії у хворих собак [12].

Основні лабораторні показники крові за спленомегалії наведені в таблиці 1.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Лабораторні показники крові собак з клінічно визначеною спленомегалією як ускладнення бабезіозу

Показники	Хворі [n=35]	p	Здорові [n=40]
<i>Гематологічні показники</i>			
Вміст гемоглобіну, г/л	78,6 ± 5,0	< 0,001	118,7 ± 4,7
Швидкість осідання еритроцитів, мм/г	26,1 ± 4,6	< 0,001	2,6 ± 0,13
Кількість еритроцитів, Т/л	3,3 ± 0,3	< 0,001	5,8 ± 0,2
Кількість лейкоцитів, Г/л	32,9 ± 3,5	< 0,001	11,2 ± 0,4
Кількість тромбоцитів, Г/л	353,5 ± 18,6	< 0,001	265 ± 11,5
Гіпохромні еритроцити, %	80,8 ± 5,2	< 0,001	14,6 ± 2,1
Пойкілоцитоз, %	67,5 ± 7,0	< 0,001	13,3 ± 2,8
Мегатромбоцити, %	69,3 ± 4,5	< 0,001	2,2 ± 0,6
Фрагментовані еритроцити (шизоцити), %	35,8 ± 2,6	< 0,001	0,6 ± 0,001
<i>Біохімічні показники</i>			
Загальний білірубін, мкмоль/л	18,6 ± 2,85	< 0,001	4,6 ± 0,7
Кон'югований білірубін, мкмоль/л	9,5 ± 1,5	< 0,001	0,6 ± 0,02
АСТ, од/л	111,3 ± 7,4	< 0,001	21,4 ± 2,2
АЛТ, од/л	94,6 ± 5,1	< 0,001	20,3 ± 3,3
ГГТ, од/л	62 ± 6,2	< 0,001	5,1 ± 0,6
Креатинін, мкмоль/л	257 ± 18,8	< 0,001	70,4 ± 5,2
Сечовина, ммоль/л	14,2 ± 2,8	< 0,01	5,6 ± 1,1

Як видно (табл. 1), у хворих на спленомегалію собак виявлено достовірну анемію нормохромного типу, гіпохромію, пойкилоцитоз, зростання рівню фрагментованих еритроцитів. Відомо, що еритроцити відповідають за транспорт кисню до клітин і тканин та вуглекислоти від них. Окрім того, вони адсорбують на собі різноманітні полісахаридні комплекси. Фіксуючись на еритроцитах, бабезії руйнують їх, викликаючи розрив оболонки і гемоліз [9, 10, 13].

Анемія під час хвороби на спленомегалію може бути зумовлена попередньою гіперфункцією селезінки та посиленням фагоцитозом еритроцитів, адже відомо, що гіперспленізм визначає цитопенію і гальмування функцій кісткового мозку [11–13, 17].

Достовірний лейкоцитоз із підвищеною ШОЕ свідчать про септичний стан та/або розвиток системної запальної реакції, що підтверджується поліорганною патологією, встановленою клінічно.

Тромбоцитоз є достовірним. Відомо [4, 12, 13], що за наявності гіперфункції селезінки відмічається симптомокомплекс цитопенії, зокрема і тромбоцитопенії, оскільки ця функція гальмує гемопоетичну функцію кісткового мозку. Нормалізація кількості тромбоцитів, а згодом і тромбоцитоз, виявлені в наших дослідженнях, визначають послаблення явищ гіперспленізму та розвиток гіперплазії органу.

Збільшення в циркуляції тромбоцитів великого розміру (мегатромбоцити) вказує на мобілізацію їх із селезінки, де вони значно депонуються. Така мобілізація можлива завдяки впливу катехоламінів та інших біогенних амінів, які супроводжують, а також спричиняють системну запальну відповідь [10, 11]. Можливо, саме вони зумовлюють збільшення кількості тромбоцитів, визначаючи завершення гіперспленізму і функціонування селезінки як органу внаслідок незворотних змін.

Пойкілоцити в наших дослідженнях представлені ехіноцитами – сферичними клітинами, на поверхні яких досить регулярно розміщуються спікули (до 30–50). У наших спостереженнях їх частка складає близько 70 % від усіх пойкилоцитів. Їх поява пов'язана з локальним залуженням середовища, спричиненим метаболічним алкалозом, який відіграє одну з патогенетичних ролей за умови системної запальної відповіді [11, 15]. Решту 30 % склали акантоцити – зубчасті форми еритроцитів, що змінені незворотно. Їх поява пов'язується із розвитком уремії [1, 2].

Отримані нами результати біохімічних досліджень указують на досить значні ураження печінки. Наростання концентрації загального білірубину та кон'югованої його фракції свідчить про руйнівні реактивні процеси, що відбуваються у гепатоцитах. Отже, печінка перебуває у стані гепатиту. Додатковим підтвердженням цього положення слугує наростання активності трансаміназ у сироватці крові. Зокрема гамаглутамілтранспептидаза гостро реагує на пошкодження клітин печінки. За умови виражених деструктивних процесів у цьому органі активність її зростає надзвичайно. Виходячи з наших досліджень та аналізуючи клінічні пальпаторні і ультразвукові дослідження, можна стверджувати, що

показник активності ГГТ є досить показовим за наявності гепатомегалії печінки, що супроводжує спленомегалію.

Наростання рівня креатиніну та сечовини у сироватці крові вказує на втягування у процес нирок з розвитком їх запалення та недостатності. У наших попередніх роботах [2] було показано розвиток псевдогепаторенального синдрому як закономірного симптомокомплексу ускладнень за бабезіозу собак.

Отже, біохімічні дослідження підтверджують розвиток поліорганної патології, системної запальної відповіді, що супроводжують розвиток спленомегалії як ускладнення за наявності бабезіозу собак.

Таким чином, клінічними та лабораторними дослідженнями з'ясувано, що спленомегалія після перенесеного бабезіозу є процесом незворотнім і однією з складових частин системної реакції організму як ускладнення перенесеної інфекції. Цей стан визначає певну небезпеку для організму собаки. Розвиток позапечінкової портальної гіпертензії як закономірного патогенетичного чинника [9–11, 13] є загрозливим та досить несприятливим з прогностичної точки зору. Сама гіперплазована селезінка нездатна виконувати свої функції та виступає як чужорідний об'єкт, що може піддатися до гнійного розплавлення. Окрім того доволі збільшена та ущільнена селезінка здійснює компресійний вплив на близько розташовані органи та тканини, спричиняючи їх дистрофію та атрофію з відповідним порушенням їхніх функцій. Такий стан речей свідчить про необхідність проведення хірургічного втручання та спленектомії як одного зі способів надання лікарської допомоги хворій тварині.

Висновки

Спленомегалія – незворотнє збільшення селезінки внаслідок гіперпластичних процесів, є ускладненням перенесеного бабезіозу собак, що розвивається після клінічного прояву хвороби і зумовлене хронізацією процесу. Клінічні прояви спленомегалії характеризуються субфебрильною лихоманкою, пальпаторним збільшенням селезінки, явищами розладів шлунково-кишкового тракту внаслідок компресії, гепатомегалією як супутника гіперплазії селезінки, больовими реакціями в результаті периспленіту. Такі ознаки є суб'єктивними. Об'єктивним підтвердженням виступає сонографічне дослідження, яке підтверджує збільшення розмірів та деструкцію органу. Доплерографічно встановлено наявність портальної гіпертензії. Лабораторно виявляється анемія нормохромного типу, лейкоцитоз та прискорення швидкості осідання еритроцитів, мегатромбоцитемія, гіпохромія, пойкилоцитоз із переважанням таких еритроцитарних форм, як ехіноцити та акантоцити, наявність фрагментованих еритроцитів (шизоцитів). Біохімічні зрушення, встановлені в сироватці крові, свідчать про запальні процеси, а також дистрофічні зміни в печінці (гіпербілірубінемія, збільшення активності трансаміназ, особливо гамаглутамілтранспептидази), ниркову недостатність, що сукупно визначає симптомокомплекс псевдогепаторенального синдрому. Незворотні зміни в селезінці під час спленомегалії визначають загрозу септичного розплавлення органу, наростання явищ позапечінкової портальної гіпертензії та компресійних порушень органів черевної порожнини і необхідність оперативного втручання (спленектомії) для збереження здоров'я та життя тварини.

Перспективи подальших досліджень. Ураховуючи зростання екстенсивності інвазії на бабезіоз собак та погіршення перебігу хвороби, розвиток ускладнень, що ресструються прогресивно з кожним роком, є необхідність проведення всебічних морфологічних досліджень зміненої внаслідок гіперпластичних процесів селезінки для встановлення провідних патогенних процесів, що є підґрунтям для розвитку цих ускладнень. Визначення основної патогенетичної осі розвитку процесів, що втягують селезінку в руйнівне коло, дозволять розробити протоколи терапевтичних впливів для запобігання патогенетичних механізмів, а це дасть змогу зберегти життя та здоров'я собак.

References

1. Goralska, I., Pinsky, O. (2016). Indicators hematopoiesis dog for babesiosis. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2 (66), 40–43. doi: 10.15421/nlvvet6609.
2. Dubova, O. A., & Duboviy, A. A. (2018). Hepathopathy and nephropathy in the dogs' babesiosis: pseudohepatorenal syndrome. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*. 20 (83), 102–107. doi: 10.15421/nlvvet8320.
3. Dubova, O. A., Soroka, N. M., Kalynovskyi, G. M. (2005). *Laboratorna diahnostyka nabutykh rozladiv systemy hemostazu u sobak: navch. posibnyk*. Kyiv: National agrarian university [In Ukrainian].
4. Lokes, P. I., & Kravchenko, S. O. (2015). Kharakterystyka okremykh chynnykiv splenomehalii u sviiskykh sobak. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 89–92.

doi:10.31210/visnyk2015.03.14 [In Ukrainian].

5. Akel, T., & Mobarakai, N. (2017). Hematologic manifestations of babesiosis. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 16 (1). doi:10.1186/s12941-017-0179-z.

6. Beugnet, F., & Moreau, Y. (2015). Babesiosis. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 34 (2), 627–639. doi:10.20506/rst.34.2.2385.

7. Bilić, P., Kuleš, J., Barić, R., Mrljak, V. (2018). Canine Babesiosis: Where Do We Stand? *Acta Veterinaria*, 68 (2), 127–160. doi:10.2478/acve-2018-0011.

8. Birkenheuer, A. J. (2014). Babesiosis. *Canine and Feline Infectious Diseases*, 727–738. doi:10.1016/b978-1-4377-0795-3.00075-2.

9. Goddard, A., Wiinberg, B., Schoeman, J. P., Kristensen, A. T., & Kjelgaard-Hansen, M. (2013). Mortality in virulent canine babesiosis is associated with a consumptive coagulopathy. *The Veterinary Journal*, 196 (2), 213–217. doi:10.1016/j.tvjl.2012.09.009.

10. Koster, L., Lobetti, R., Kelly, P. (2015). Canine babesiosis: a perspective on clinical complications, biomarkers, and treatment. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 119. doi:10.2147/vmrr.s60431.

11. Matijatko, V., Kiš, I., Torti, M., Brkljačić, M., Kučer, N., Rafaj, R. B., Grden, D., Živičnjak, T., & Mrljak, V. (2009). Septic shock in canine babesiosis. *Veterinary Parasitology*, 162 (3-4), 263–270. doi:10.1016/j.vetpar.2009.03.011.

12. Mohapatra S., Mishra B. (2013). Splenomegaly. *Clinical Veterinary Advisor*, 497–498. doi:10.1016/b978-1-4160-3969-3.00231-6.

13. Pantanowitz L. Mechanisms of Thrombocytopenia in Tick-Borne Diseases. (2002). *The Internet Journal of Infectious Diseases*, 2 (2).

14. Pantchev, N., Pluta, S., Huisinga, E., Nather, S., Scheufelen, M., Vrhovec, M. G., Schweinitz, A., Hampel, H., & Straubinger, R. K. (2015). Tick-borne Diseases (Borreliosis, Anaplasmosis, Babesiosis) in German and Austrian Dogs: Status quo and Review of Distribution, Transmission, Clinical Findings, Diagnostics and Prophylaxis. *Parasitology Research*, 114 (1), 19–54. doi:10.1007/s00436-015-4513-0.

15. Schettlers, T. P. M., Kleuskens, J. A. G. M., Van De Crommert, J., De Leeuw, P. W. J., Finizio, A.-L., & Gorenflot, A. (2009). Systemic inflammatory responses in dogs experimentally infected with *Babesia canis*; a haematological study. *Veterinary Parasitology*, 162 (1-2), 7–15. doi:10.1016/j.vetpar.2009.02.012.

16. Schoeman, J. P. (2009). Canine babesiosis: tick-borne diseases. *Onderstepoort J Vet Res*, 76 (1). doi:10.4102/ojvr.v76i1.66.

17. Siderits, R., Mikhail, N., Ricart, C., Abello-Poblete, M. V., Wilcox, C., & Godyn, J. J. (2008). Babesiosis, Significance of Spleen Function Illustrated by Postsplenectomy Course in 3 Cases. *Infectious Diseases in Clinical Practice*, 16 (3), 182–186. doi:10.1097/ipc.0b013e31809fe523.

18. Telford, S. R., & Krause, P. J. (2012). Babesiosis and Other Protozoan Diseases. *Goldman's Cecil Medicine*, e187–e192. doi:10.1016/b978-1-4377-1604-7.00572-8.

19. Valli, V. E. O. (Ted), Kiupel, M., Bienzle, D., & Wood, R. D. (2016). Hematopoietic System. *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals: Volume 3*, 102–268. doi:10.1016/b978-0-7020-5319-1.00013-x.

20. Vannier, E., & Krause, P. J. (2013). Babesiosis. *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease*, 761–763. doi:10.1016/b978-1-4160-4390-4.00100-4.

21. Wilson, D. A., & Blikslager, A. T. (2012). Stomach and Spleen. *Equine Surgery*, 388–402. doi:10.1016/b978-1-4377-0867-7.00032-6.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Дубова О. А., Згозінська О. А., Ковальова Л. О., Ковальов П. В. Спленомегалія як ускладнення за бабезіозу собак. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 126–132.

© Дубова Оксана Анатоліївна, Згозінська Оксана Анатоліївна,
Ковальова Людмила Олександрівна, Ковальов Павло Вікторович, 2019



original article | UDC 637.56.05 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.17

DETERMINING THE BOILING DOWN OF SNAIL MEAT

I. S. Danilova,

ORCID ID: [0000-0003-1345-9622](https://orcid.org/0000-0003-1345-9622), E-mail: irrulik@meta.ua,

National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”, 83, Pushkinska st., Kharkiv, 61023, Ukraine

T. N. Danilova,

ORCID ID: [0000-0001-9391-3498](https://orcid.org/0000-0001-9391-3498), E-mail: 18dtn81@ukr.net,

Kharkiv State Zooveterinary Academy, 1, Akademicheska st., Kharkiv, 62341, Ukraine

*The increase of food production is one of the main problems facing the agro-industrial complex of Ukraine in modern conditions. It is possible that in the near future a new business will appear in Ukraine connected with the production of snails on the industrial basis. Thus, determining the weight loss of food snail meat is the important issue. The studies were carried out on snails of *Helix pomatia*, *Helix aspersa maxima* and *Helix aspersa muller* species. The selected samples of meat were cooked for different periods of time from the moment of boiling. At the end of cooking, the difference between raw meat and boiled meat was considered to be the meat loss. Before cooking, all meat samples were weighed. The reliability of the obtained data was calculated using the “Sadovsky” computer program by determining the arithmetic mean (M) and its error (m) and analyzed only between them, because such information is not available. The following dependence was established: the smaller the sample of meat was, the greater was the loss, and the more time it took to boil the meat, the percentage of meat loss was also greater. The meat of all the three experimental snail species began to lose weight in 30 minutes and the percentage of loss ranged from 34.37 % to 37.66 %. It was found that the percentage of *Helix pomatia* snail meat loss was 38.93 % on the average, while *Helix aspersa muller* snail meat was 40.86% and *Helix aspersa maxima* was 42.78 %. Significant fluctuations of the meat weight loss during boiling were detected for all the investigated types of snails. We established that after 90 minutes of boiling snail meat taken for the experiment, as compared with the boiling time of 30 and 60 minutes, the data concerning the percentage of loss differed. Thus, the lowest percentage of loss in ready-to-eat snail meat was in *Helix pomatia* – 38.93 %, and the largest – 42.78 % was observed in *Helix aspersa maxima*. According to our data it can be maintained that the percentage of meat loss of the experimental snail species as compared with the raw meat varies within the following limits: in 30 minutes (in %) by 37.66:34.37:37.51 correspondingly; in 60 minutes (in %) by 38.06:39.71:39.24, respectively, and for 90 minutes (in %) at 38.93:42.78:40.86, correspondingly.*

Key words: meat, heat treatment, *Helix aspersa maxima* snail species, *Helix aspersa muller* snail species, *Helix pomatia* snail species.

ВИЗНАЧЕННЯ УВАРЕНОСТІ М'ЯСА РАВЛИКІВ

I. С. Данілова,

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», вул. Пушкінська, 83, м. Харків, 61023, Україна

Т. М. Данілова,

Харківська державна зооветеринарна академія, вул. Академічна, 1, смт. Мала Данилівка, Дергачівський район, Харківська область, 62341, Україна

Збільшення виробництва продуктів харчування є однією з основних проблем, що виникли в сучасних умовах перед агропромисловим комплексом України. Цілком можливо, що найближчим часом в Україні з'явиться бізнес за рахунок вирощування равликів на промисловій основі. Таким чином, важ-

ливим питанням є визначення втрати маси м'яса харчових равликів під час термічної обробки. Дослідження були проведені на равликах видів *Helix pomatia*, *Helix aspersa maxima* та *Helix aspersa muller*. Відібрані зразки м'яса проварювали різні проміжки часу з моменту закипання. По закінченню варіння різницю сирого м'яса до вареного вважали за втрату м'яса. Перед варінням усі проби м'яса зважували. Достовірність отриманих даних було враховано комп'ютерною програмою «Садовский» шляхом визначення середнього арифметичного (M) та його похибки (m) і проаналізовано лише в межах цих даних, тому що подібних результатів ще немає. Нами встановлена залежність: чим менша проба м'яса, тим більша втрата, і чим більше часу проварювати м'ясо, тим більший відсоток втрати м'яса також. М'ясо всіх трьох дослідних видів равликів починає втрачати масу вже через 30 хвилин і відсоток втрати сягає від 34,37 % до 37,66 %. З'ясовано, що відсоток втрати м'яса равликів *Helix pomatia* залежно від маси проби складає від 38,93 % в середньому, тоді як м'ясо равликів *Helix aspersa muller* на 40,86 %, а *Helix aspersa maxima* на 42,78 %. Виявлено значні коливання втрати маси м'яса при термічній обробці для всіх досліджуваних видів равликів. Нами встановлено, що через 90 хвилин варіння м'яса равликів, взятих у дослід, порівняно з часом варіння 30 та 60 хвилин дані щодо відсотку втрати були різними. Найменший відсоток втрати у готового до вживання м'яса равликів у *Helix pomatia* – 38,93 %, а найбільший у *Helix aspersa maxima* 42,78 %. Згідно з нашими даними можна стверджувати, що відсоток втрачання м'яса дослідних видів равликів, порівняно з сирим варіює в наступних межах: за 30 хвилин (y %) на 37,66:34,37:37,51 відповідно; за 60 хвилин (y %) на 38,06:39,71:39,24 відповідно та за 90 хвилин (y %) на 38,93:42,78:40,86 відповідно.

Ключові слова: м'ясо, термічна обробка, равлик *Helix aspersa maxima*, равлик *Helix aspersa muller*, равлик *Helix pomatia*.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫВАРЕННОСТИ МЯСА УЛИТОК

И. С. Данилова,

Национальный научный центр «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины», ул. Пушкинская, 83, г. Харьков, 61023, Украина

Т. Н. Данилова,

Харьковская государственная зооветеринарная академия, ул. Академическая, 1, п.г.т. Малая Даниловка, Дергачевский район, Харьковская область, 62341, Украина

Определены потери массы мяса пищевых улиток. Исследования были проведены на улитках видов *Helix pomatia*, *Helix aspersa maxima* и *Helix aspersa muller*. Отобранные образцы мяса проваривали разное время с момента закипания. По окончании варки разницу сырого мяса и вареного считали за потерю мяса. Нами установлена зависимость: чем меньше проба мяса, тем больше его потеря, и чем больше времени проваривать мясо, тем больше процент потери мяса также. Так, наименьший процент потери у готового к употреблению мяса улиток в *Helix pomatia* – 38,93 %, а наибольший – у *Helix aspersa maxima* 42,78 %. Согласно нашим данным можно утверждать, что процент потери для мяса исследованных видов улиток по сравнению с сырым варьирует в следующих пределах: за 30 минут (v %) на 37,66: 34,37: 37,51 соответственно; за 60 минут (v %) на 38,06: 39,71: 39,24 соответственно и за 90 минут (v %) на 38,93: 42,78: 40,86 соответственно.

Ключевые слова: мясо, термическая обработка, улитка *Helix aspersa maxima*, улитка *Helix aspersa muller*, улитка *Helix pomatia*.

Вступ

Равлики – це вид черевонігих молюсків (*Gastropoda Mollusca*), представлений понад сто тисяч різних видів. Для більшості представників цього виду характерна наявність твердої спіралевидної мушлі. Багато видів равликів з найдавніших часів вживаються в їжу людиною, а також розводяться в декоративних цілях, в акваріумах і тераріумах. Природне місце мешкання равликів – вода, проте багато видів успішно освоїлися і на суші.

Люди використовували в їжу равликів з давніх-давен, не вважаючи їх чимось особливим, а як раз навпаки, равлики були скоріше їжею простого люду, ніж делікатесом, яким їх вважають у наш час. Простота і швидкість приготування равликів здобули їм славу доступної і дуже поживної їжі.

Перші відомості про споживання цих червононогих в їжу відносять до часів античності. Регулярне вживання равликів сприяє нормалізації вітамінно-мінерального балансу організму. Корисні властивості равликів і в тому, що вони насичують організм кальцієм.

Значні втрати маси м'яса тварин зумовлені високою температурою варіння при кипінні води (96–98 °C), що спричиняє надмірне ущільнення м'язових білків і їх зневоднення. У зв'язку з цим у кулінарній практиці застосовують і спосіб варіння м'яса з більш низькими температурами – 80–85 °C [3, 5, 8, 11, 13].

Теплова денатурація білків при нагріванні м'яса діє двояко на його структурні елементи. Вміст м'язових волокон ущільнюється з виділенням у міжм'язовий простір великої кількості рідини. Діаметр м'язових волокон у результаті цього зменшується, а зусилля, необхідне для розрізання волокон, зростає. Колагенові волокна нині поглинають воду з навколишнього середовища, набухають, їх діаметр збільшується, довжина скорочується. Зазначені зміни в структурі м'яса помітні вже при температурах 50–60 °C [1, 4, 7, 10].

Подальше підвищення температури м'яса супроводжується ще більшим ущільненням м'язових і розпуванням колагенових волокон у результаті часткового гідролізу колагену і переходу в глютин – білок, розчинний у гарячій воді. Отже, зусилля нарізання м'яса м'язових волокон зменшується [6, 9]. Відбувається зниження характеристик міцності ендомізія і перимізія, закладених в основі пом'якшення м'яса при теплової кулінарній обробці. В кулінарії в готовому м'ясі 20–40 % колагену перетворюється на глютин. Процес переходу колагену в глютин відбувається одночасно з поглинанням води. При підвищенні температури процес прискорюється [2–4, 12].

Щодо м'яса різних видів тварин можна виділити різну ступінь готовності: сире (rare), напівсире (medium rare), середнього прожарювання (medium), рожеве всередині (medium well), добре просмажене (well done). Такий ступінь готовності застосовують в англійській термінології. Згідно з французькою термінологією м'ясо класифікують наступним чином: майже сире (blue), з кров'ю всередині (saig-nant), середнього прожарювання (a point), добре просмажене (bien cuit) [4].

М'ясо равликів вважається справжнім делікатесом завдяки ніжній структурі і вишуканому тонкому смаку. Крім цього, равлики мають перевагу в неймовірно багатому хімічному складі, що включає безліч корисних для людського організму речовин.

Незважаючи на таку високу популярність цього виду їжі, неправильно приготовлені наземні молюски можуть слугувати причиною отруєння або більш серйозного захворювання, викликаного паразитами. Особливо ретельної обробки вимагають равлики, що живуть у дикій природі. Деякі з них можуть переносити в собі паразитів, що викликають менінгіт. Тому готувати м'ясо равликів необхідно правильно і достатньо за терміном приготування. Необхідно знати і кількість м'яса, потрібного для приготування будь-якої страви.

У зв'язку з вищенаведеним *метою* нашої роботи було визначити відсоток увареності м'яса харчових равликів під час різних проміжків часу його варіння порівняно з сирим.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалами при проведенні досліджень слугували равлики виду *Helix pomatia*, яких збирали в сиру погоду, після дощу, іноді вранці, *Helix aspersa maxima* та *Helix aspersa muller* були отримані з фермерського господарства «РАВЛИК 2016» (Україна).

Равликів промивали, очищали, видаляли з мушлі та відділяли лише м'ясо. Надалі кожну пробу м'яса трьох видів равликів зважували на електронних вагах, з точністю до 0,1 г, і занурювали у киплячу воду. Маса проб у кожній групі від 1 до 5 збільшувалася з метою визначення увареності м'яса залежно від маси проби. Співвідношення кожної проби м'яса і води 1 : 10. Після закипання води відраховували час кипіння кожної проби: 30, 60 та 90 хвилин. По закінченню часу м'ясо охолоджували до 45–50 °C і знову зважували на вагах. Різницю сирого м'яса до вареного вважали за відсоток увареності. Дослідження проводили згідно зі схемою (табл. 1).

Одержані дані проаналізовані та порівняні між собою, оскільки інформація згідно з цього питання відсутня.

Статистичну обробку отриманих результатів експериментальних досліджень здійснювали шляхом визначення середнього арифметичного (M) та його похибки (m).

Результати досліджень та їх обговорення

Нами було визначено відсоток увареності м'яса равликів кожного виду, взятих для досліджень за різного часу варіння (табл. 2, 3, 4).

Аналізуючи дані таблиці 2, видно, що найменший відсоток увареності м'яса харчових равликів

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

протягом 30 хвилин встановлено в середньому по групі у *H. aspersa maxima* і складає 34,37 %, а найбільший відсоток – у *H. pomatia* 37,66 %.

1. Схема досліджень

Вид равлика	№ групи	Кількість проб м'яса равликів	Термін варіння, (хв.)
<i>Helix pomatia</i>	I	5	30
	IV	5	
	VII	5	
<i>Helix aspersa maxima</i>	II	5	60
	V	5	
	VIII	5	
<i>Helix aspersa muller</i>	III	5	90
	VI	5	
	IX	5	

2. Увареність м'яса равликів різних видів за 30 хвилин варіння, n=5

№ групи	№ проби	Маса сирого м'яса, г	Маса вареного м'яса, г	% увареності
I	1	28,3±0,012	16,6±0,023	41,34
	2	40,0±0,018	26,3±0,01	34,25
	3	110,3±0,031	73,1±0,015	33,73
	4	218,8±0,022	142,0±0,03	35,1
	5	618,3±0,015	375,2±0,033	39,32
В середньому по групі		203,14±0,019	126,64±0,021	37,66
II	1	26,5±0,011	15,77±0,017	40,5
	2	39,1±0,026	27,74±0,041	29,06
	3	125,8±0,037	85,0±0,034	32,43
	4	229,1±0,015	151,7±0,041	33,78
	5	615,2±0,018	399,5±0,024	35,06
В середньому по групі		207,14±0,026	135,94±0,031	34,37
III	1	28,8±0,015	18,0±0,037	37,6
	2	40,3±0,038	26,3±0,031	34,72
	3	120,7±0,033	75,8±0,022	37,2
	4	231,9±0,028	148,1±0,014	36,14
	5	610,2±0,039	376,6±0,015	38,28
В середньому по групі		206,38±0,029	128,96±0,021	37,51

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

3. Увареність м'яса равликів різних видів за 60 хвилин варіння, n=5

№ групи	№ проби	Маса сирого м'яса, г	Маса вареного м'яса, г	% увареності
IV	1	21,7±0,043	13,2±0,025	39,17
	2	40,1±0,012	26,7±0,017	33,42
	3	123,2±0,016	77,4±0,044	37,18
	4	234,0±0,035	150,2±0,036	35,81
	5	607,1±0,026	368,1±0,024	39,37
В середньому по групі		205,22±0,033	127,12±0,029	38,06
V	1	24,5±0,037	14,5±0,019	40,82
	2	36,7±0,041	24,1±0,011	34,33
	3	130,2±0,014	80,1±0,017	38,48
	4	216,7±0,028	130,2±0,035	39,92
	5	598,8±0,022	358,2±0,029	40,18
В середньому по групі		201,38±0,031	121,42±0,028	39,71
VI	1	25,6±0,017	14,6±0,018	42,97
	2	36,7±0,021	22,4±0,01	38,97
	3	129,6±0,031	82,1±0,027	36,65
	4	220,3±0,016	136,6±0,039	38,0
	5	610,1±0,038	365,5±0,02	40,1
В середньому по групі		204,46±0,029	124,24±0,032	39,24

4. Увареність м'яса равликів різних видів за 90 хвилин варіння, n=5

№ групи	№ проби	Маса сирого м'яса, г	Маса вареного м'яса, г	% увареності
VII	1	23,9±0,021	15,49±0,011	35,19
	2	40,9±0,015	27,5±0,035	32,76
	3	101,0±0,035	58,2±0,021	42,38
	4	211,0±0,041	123,3±0,019	41,56
	5	600,0±0,019	372,0±0,032	38,00
В середньому по групі		195,36±0,026	119,3±0,023	38,93
VIII	1	21,8±0,015	11,36±0,015	47,89
	2	40,0±0,036	21,0±0,05	47,5
	3	162,5±0,017	87,3±0,014	46,28
	4	233,4±0,025	128,6±0,024	44,9
	5	600,0±0,037	357,0±0,022	40,5
В середньому по групі		211,54±0,026	121,05±0,03	42,78
IX	1	23,8±0,016	12,14±0,013	49,0
	2	39,0±0,038	20,0±0,016	48,72
	3	147,3±0,024	78,9±0,027	46,44
	4	228,0±0,019	120,7±0,035	47,06
	5	625,0±0,023	397,0±0,042	36,48
В середньому по групі		212,62±0,03	125,75±0,025	40,86

З даних, наведених у таблиці 3, можна зробити висновок, що через 60 хвилин проварювання м'яса равликів відсоток увареності змінюється і найменший його показник у равликів *H. pomatia* – 38,06 %, а найбільший у *H. aspersa maxima* і складає 39,71 %.

Дані з таблиці 4 свідчать про те, що через 90 хвилин варіння м'яса равликів, взятих у дослід, порівняно з часом варіння 30 та 60 хвилин, відсоток увареності був іншим. Найменший відсоток увареності у готового до вживання м'яса равликів у *H. pomatia* – 38,93 %, а найбільший у *H. aspersa maxima* 42,78 %.

Отже, внаслідок проведених нами досліджень щодо визначення увареності м'яса равликів, які наведені в таблицях 2, 3 та 4 встановлено, що відсоток увареності залежить від часу варіння та кількості м'яса.

Нами виявлена залежність: чим менша проба м'яса, тим увареність більша, і чим більше часу проварювати м'ясо, тим відсоток увареності також більший. Згідно з нашими дослідженнями встановлено, що м'ясо равликів за ступенем готовності можна поділити на: сире (проварене протягом 30 хвилин), напівсире (проварене протягом 60 хвилин) та добре проварене (проварене протягом 90 хвилин).

Оскільки м'ясо равликів вважається придатним для споживання при проварюванні його протягом 90 хвилин, то для виготовлення напівфабрикатів або отримання м'ясного філе більш вигідніші равлики природньої популяції – *H. pomatia*. Відсоток увареності у цього виду равлика залежно від маси проби складає від 38,93 % в середньому, тоді як м'ясо равликів *H. aspersa muller* на 40,86 %, а *H. aspersa maxima* на 42,78 %. При цьому м'ясо всіх трьох дослідних видів равликів починає уварюватися вже через 30 хвилин і відсоток увареності сягає від 34,37 % до 37,66 %.

Ученими встановлені втрати маси при варінні м'яса шматками: яловичини – 38 %, баранини – 36 %, свинини – 40 %, телятини – 36 %. Риба при тепловій обробці втрачає у масі менше, ніж м'ясо, оскільки її тканини за час, необхідний для доведення виробу до готовності, не встигають надто ущільнитися. Втрати риби у масі при тепловій обробці коливаються в межах 18–20 % [3, 4, 5].

Якщо порівнювати ці дані з нашими, то результати увареності м'яса равликів якнайбільше збігаються з результатами увареності свинини.

Отже, можна стверджувати, що м'ясо равликів *H. pomatia*, *H. aspersa maxima* та *H. aspersa muller* за 30 хвилин уварюється (у %) на 37,66:34,37:37,51 відповідно; за 60 хвилин (у %) на 38,06:39,71:39,24 відповідно та за 90 хвилин (у %) на 38,93:42,78:40,86 відповідно.

Висновки

Встановлено, що м'ясо всіх трьох дослідних видів равликів починає уварюватися вже через 30 хвилин і відсоток увареності сягає від 34,37 % до 37,66 %. Найменший відсоток увареності м'яса равликів виду *Helix pomatia* при варці протягом 90 хвилин і сягає 38,93 %, в порівнянні з равликами *Helix aspersa maxima* (відсоток увареності 42,78) та *Helix aspersa muller* – 40,86 %.

Перспективною подальших досліджень буде визначення відсотку усушки м'яса равликів за різних термінів зберігання.

References

1. Izmeneniye vesa myasa pri prigotovlenii pishchi. Retrieved from: http://www.delishis.ru/biblio/content/Masso/Masso_1200.html [In Russian].
2. Uvarka i uzharka produktov (protsent uvarki i uzharki). Retrieved from: <https://infoeda.com/uvarka-i-uzharka-produktov-procent-uvarki-i-uzharki.html> [In Russian].
3. Fiziko-khimicheskiye izmeneniya v myasoproduktakh pri teplovoj obrabotke. Retrieved from: <http://meat-and-spices.com/myaso/59-fiziko-khimicheskie-izmeneniya-v-myasoproduktakh-pri-teplovoj-obrabotke> [In Russian].
4. Termicheskaya obrabotka myasa i myasnykh polufabrikatov. Retrieved from: <http://vse-omiase.com/termicheskaja-obrabotka-mjasa-i.html> [In Russian].
5. Izmeneniye produktov v vese v rezul'tate teplovoj obrabotki. Retrieved from: <https://shkolakulinar.ru/bazovye-znaniya/teplovaya-obrabotka-produktov/izmenenie-produktov-v-vese-v-rezultate-teplovoj-obrabotki> [In Russian].
6. Goñi, S. M., & Salvadori, V. O. (2010). Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. *Journal of Food Engineering*, 100 (1), 1–11. doi:10.1016/j.jfoodeng.2010.03.016.
7. USDA table of cooking yields for meat and poultry Retrieved from: https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400525/data/retn/usda_cookingyields_meatpoultry.pdf.
8. Pathare, P. B., & Roskilly, A. P. (2016). Quality and Energy Evaluation in Meat Cooking. *Food Engineering Reviews*, 8 (4), 435–447. doi:10.1007/s12393-016-9143-5.
9. Zell, M., Lyng, J. G., Cronin, D. A., & Morgan, D. J. (2010). Ohmic cooking of whole turkey meat – Effect of rapid ohmic heating on selected product parameters. *Food Chemistry*, 120 (3), 724–729. doi:10.1016/j.foodchem.2009.10.069.
10. Simonin, H., Durantou, F., & de Lamballerie, M. (2012). New Insights into the High-Pressure Processing of Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11 (3), 285–306. doi:10.1111/j.1541-4337.2012.00184.x.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

11. Sen, A. R., Naveena, B. M., Muthukumar, M., & Vaithyanathan, S. (2011). Colour, myoglobin denaturation and storage stability of raw and cooked mutton chops at different end point cooking temperature. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (5), 970–975. doi:10.1007/s13197-011-0557-z.

12. Sa-adchom, P., Swasdisevi, T., Nathakaranakule, A., & Soponronnarit, S. (2011). Mathematical model of pork slice drying using superheated steam. *Journal of Food Engineering*, 104 (4), 499–507. doi:10.1016/j.jfoodeng.2010.12.025.

13. Papasidero, D., Pierucci, S., Manenti, F., & Piazza, L. (2015). Heat and mass transfer in roast beef cooking. Temperature and weight loss prediction. *Chem Eng Trans*, 43, 151–156. doi: 0.3303/CET1543026.

Стаття надійшла до редакції 16.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Данілова І. С., Данілова Т. М. Визначення увареності м'яса равликів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 133–139.

© Данілова Ірина Сергіївна, Данілова Тетяна Миколаївна, 2019



original article | UDC 636.09: 595.132: 636.98(282.247.32) |
doi: 10.31210/visnyk2019.02.18

SOME BIOCHEMICAL BLOOD SERUM PARAMETERS OF PREDATORY FISH DURING EUSTRONGYLIDOSIS

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 article presents the results of a study of biochemical changes in the serum of predatory fish species: pike perch – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), perch – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) and pike – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) with eustrongylidosis, which were caught in the waters of the Dnieper-Bug estuary in the delta of the Dnieper. The study was conducted in the period 2014–2018. According to our data, a decrease in the total protein content in the experimental group of perch was observed 1.36 times ($p < 0.05$), pikes – 1.3 times ($p < 0.05$), pike perch – 1.42 times ($p < 0.05$). The level of albumin decreased in the research group of perch 1.95 times ($p < 0.05$), pike – 1.4 times ($p < 0.05$), pike perch – 1.61 times. The content of globulins in the serum of clinically healthy and diseased fish was also different, although the differences were less significant. This indicator reached the greatest difference in the groups of pike and pike perch: the concentration of globulins decreased in the experimental groups 1.31 times ($p < 0.05$) (and also perch – 1.16 times ($p < 0.05$)). The amount α -globulin serum of invaded perches was 2.2 % less ($p < 0.05$) less than the number of α -globulins in the perch of the control group. In the experimental group of pikes, according to our research, the number of α -globulins was significantly reduced by 7,14 % ($p < 0.05$), pikeperch – by 5.04 % ($p < 0.05$). The number of β -globulins in the blood serum of the control and experimental groups It was found that the number of serum β -globulins infested by perches increased by 7.31 % ($p < 0.05$), in pikes – by 6.47 % ($p < 0.05$), and in pike perch – by 7.72 % ($p < 0.05$). The fraction of serum γ -globulins slightly increased in the research group of invaded perch by 1.32 % ($p < 0.05$), pike – by 4.64 % ($p < 0.05$), pike perch – by 3.27 % ($p < 0.05$), compared to fish in the control group. An increase in the activity of AST in perches was found – by 1.31 ($p < 0.05$) times, pike – by 1.24 ($p < 0.05$), times, and in perch – by 1.45 ($p < 0.05$) times. In patients with perch, an increase in the activity of ALT was found to be 2.26 ($p < 0.05$) times, pike and zander also increased – by 3.42 and 3.17 ($p < 0.05$) times, respectively.

Key words: *Eustrongylides excisus*, nematodes, biochemical studies, blood serum.

ДЕЯКІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СИРОВАТКИ КРОВІ ХИЖИХ РИБ, ХВОРИХ НА ЕУСТРОНГІЛІДОЗ

С. Л. Гончаров,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Полковника Потехіна, 16, м. Київ, 03041, Україна

У статті представлені результати дослідження біохімічних змін сироватки крові хижих видів риб: судака – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), окуня – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) і щуки – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), хворих на еустронгілідоз, що були виловлені у водах Дніпро-Бузького лиману та дельти Дніпра. Дослідження тривали в період 2014–2018 років. За нашими даними, спостерігалось зменшення вмісту загального білка в дослідній групі окунів в 1,36 раза ($p < 0,05$), щук – в 1,3 раза ($p < 0,05$), судаків – в 1,42 раза ($p < 0,05$). Відсоток альбумінів у дослідній групі окунів зменшувався в 1,95 раза ($p < 0,05$), щук – в 1,4 раза ($p < 0,05$), судаків – в 1,61 раза. Уміст глобулінів у

сироватці клінічно здорових і хворих риб також відрізнявся, хоча відмінності були менш значними. Цей показник досягав найбільшої різниці у групах шук і судаків: концентрація глобулінів знижувалася в експериментальних групах в 1,31 раза ($p < 0,05$), а в окуня – в 1,16 раза ($p < 0,05$). Відсоток α -глобулінів у сироватці крові інвазованих окунів була меншою на 2,2 % ($p < 0,05$), шук – на 7,14 % ($p < 0,05$), судака – на 5,04 % ($p < 0,05$), порівняно з рибами контрольної групи. За результатами проведених біохімічних досліджень виявлено, що кількість β -глобулінів сироватки крові інвазованих окунів зростала на 7,31 % ($p < 0,05$), у шук – на 6,47 % ($p < 0,05$), а в судаків – на 7,72 % ($p < 0,05$). Відсоток гамма-глобулінів сироватки крові несуттєво підвищувався в дослідній групі інвазованих окунів на 1,32 % ($p < 0,05$), шук – на 4,64 % ($p < 0,05$), судаків – на 3,27 % ($p < 0,05$). Встановлено збільшення активності АсАТ в сироватці крові хижих видів риб дослідної групи, а саме: в окунів – у 1,31 ($p < 0,05$) раза, шук – у 1,24 ($p < 0,05$) раза, а у судаків – у 1,45 ($p < 0,05$) раза. Зареєстровано підвищення активності АлАТ у сироватці крові хворих на еустронгілідоз окунів у 2,26 ($p < 0,05$) раза. Рівень активності АлАТ в сироватці крові інвазованих шук і судаків також збільшувався – у 3,42 та 3,17 раза відповідно, порівняно зі здоровими рибами.

Ключові слова: *Eustrongylides excisus*, нематоди, біохімічні дослідження, сироватка крові.

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ ХИЩНЫХ РЫБ ПРИ ЭУСТРОНГИЛИДОЗЕ

С. Л. Гончаров,

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Полковника Потехина, 16, г. Киев, 03041, Украина

В статье приведены результаты исследования биохимических изменений в сыворотке крови хищных видов рыб: судака – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), окуня обыкновенного – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) и щуки – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) при эустронгилидозе, которые были выловлены в акватории Днепро-Бугского лимана и дельты Днепра. Исследование проведено в период 2014–2018 гг. Выявлено, что при эустронгилидозе происходят значительные колебания содержания общего белка и белковых фракций в группе исследуемых рыб, которые были инвазированы возбудителем эустронгилидоза. На фоне значительных нарушений функционирования гепатопанкреаса отмечено нарушение соотношения альбуминов и глобулинов сыворотки крови по сравнению со здоровыми рыбами. Отмечено, что при паразитировании личинок нематоды *Eustrongylides excisus* в теле хищных рыб происходит снижение уровня мочевины и глюкозы сыворотки крови, а также повышение активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы, что свидетельствует о значительном патологическом воздействии паразитов на организм хозяина.

Ключевые слова: *Eustrongylides excisus*, нематоды, биохимические исследования, сыворотка крови.

Вступ

Паразитози є серйозною проблемою, з якою доводиться стикатися рибним господарствам, що розводять і вирощують товарну рибу, оскільки такі захворювання негативно позначаються на обсягах виробництва рибної продукції, не кажучи вже про її якість, саме від якості їх дослідження залежить рівень економічної ефективності галузі. Отже, постає важливе завдання з пошуку все нових і нових шляхів досягнення ефективного контролю за небезпечними паразитарними хворобами риб. Наразі стає актуальним вивчення ситуації щодо поширення небезпечних збудників, їх біології, патогенезу та особливостей перебігу паразитарних хвороб у риб.

Зважаючи на вищевикладене, надзвичайно важливим аспектом вивчення біохімічної сталості організму риб є дослідження показників сироватки крові. Динаміка біохімічних показників крові може слугувати маркером стану організму риб у штучних та природних водоймах, характеризувати якість та кількість споживання корму, щільність заселення природних акваторій, адаптивні здатності риб, інтенсивність дії антропогенних факторів [2].

З метою вивчення функціонального стану організму визначають активність ряду ферментів, зокрема: аланінамінотрансферази (АлАТ) та аспаратамінотрансферази (АсАТ). Задля цього ж визначають вміст загального білку та його окремі фракції, рівень глюкози та сечовини. Дослідження цих показників чітко відбиває зміни, які відбуваються в організмі під впливом екзогенних та ендогенних чинників. Зокрема, таким чинником можуть бути і паразити, коли під впливом продуктів їхньої жит-

тедіяльності в організмі хазяїна різко змінюється перебіг біохімічних процесів.

Нематоди *Eustrongylides excisus*, Jägerskiöld, 1909, належать до родини Dioctophymatidae та становлять потенційну загрозу здоров'ю людини [11]. Цей вид було виявлено й обґрунтовано Егершельдом 1909 року в результаті вивчення нематод, виявлених у залозистому шлунку бакланів [5].

Хижі види риб, такі як окунь, щука та судак, можуть слугувати елементом поширення цього збудника серед рибоїдних видів птахів [2, 13]. *Eustrongylides* spp. було визнано зоонозним паразитом, тобто небезпечним для людини. Зараження ним відбувається, якщо людина споживає недостатньо термічно оброблену рибу та рибні продукти [12].

Цей вид поширений у світі. Про реєстрацію *E. excisus* повідомлено у Сербії, Румунії, Туреччині, Бразилії, США, Італії, Ірані, Азербайджані, Чехії, Росії, а також і в Україні [11, 12, 13, 14, 15, 16].

За таких умов надзвичайно важливим є вивчення впливу паразита на організм проміжного хазяїна – риб. У доступних наукових джерелах літератури відсутня інформація про стан біохімічних процесів в організмі риб, хворих на еустронгілідоз. Тому, зважаючи на велику поширеність цього збудника у світі, його можливість інвазувати не лише тварин, але і людей, дані біохімічні дослідження сироватки крові риб становлять предмет зацікавлення науковців.

Отже, метою роботи було проведення біохімічних досліджень сироватки крові хижих видів риб (окуня, щуки та судака), що були спонтанно інвазовані збудником еустронгілідозу. Серед завдань досліджень: встановити можливі зміни деяких біохімічних показників сироватки крові хижих риб, хворих на еустронгілідоз, що були виловлені в акваторії Дніпро-Бузького лиману та дельти Дніпра.

Матеріали і методи досліджень

Упродовж 2014–2018 років клініко-лабораторному дослідженню було піддано 981 екземпляр трьох видів хижих риб, а саме: окуня – 481 екз., судака – 203 екз. та щуки – 297 екз. Відбирали рибу під час проведення планових контрольних виловів, виловлювали її вудочками, а також купували у рибалок на місці вилову. Відбір зразків риби проводили вздовж берегової лінії Дніпро-Бузького лиману та дельти Дніпра, в адміністративних межах Миколаївської області (поблизу села Дніпровське Очаківського району та мису Аджігол) та у частині акваторії, що адміністративно розташована в Херсонській області (поблизу сіл Олександрівка, Станіслав та Софіївка Білозерського району; поблизу сіл Рибальче та Геройське Голопристанського району).

Визначення біохімічних показників крові проводили у 25 інвазованих збудником еустронгілідозу та 25 вільних від цієї інвазії риб кожного виду, а саме – окуня, щуки та судака. Риба, яка досліджувалася, була статевозрілою, переважно вікових категорій 3+ – 5+. Вік риби визначали за отолітами. Кров для дослідження відбиралася на місці вилову із серця риби за допомогою голки та шприца в суху пробірку. Після відбору та відстоювання крові її додатково центрифугували. Обирали сироватку крові без ознак гемолізу. Отриману сироватку використовували для проведення біохімічних досліджень: аналізу вмісту загального білка та його фракцій, активності АсАТ і АлАТ, визначення вмісту сечовини та глюкози. З метою проведення біохімічних досліджень крові хижих риб обиралися відповідні методики для цих випробувань [6]. Дослідження проводили на базі Миколаївської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби і на кафедрі паразитології та тропічної ветеринарії Національного університету біоресурсів та природокористування України, м. Київ. Для проведення біохімічних досліджень використовували автоматичний біохімічний аналізатор Mindray BA–88 А (Китай) з наборами реагентів виробництва компанії «Diagnosticum Zrt.» (Угорщина). Вміст загального білка визначали біуретовою реакцією, а співвідношення його фракцій – за допомогою електрофорезу у поліакриламідному гелі. Для оцінки різниці між вибірками використовували *t*-критерій Ст'юдента при рівні значень $p \leq 0,05$. Результати досліджень представлено у вигляді середніх значень та стандартних помилок $M \pm m$.

Результати досліджень та їх обговорення

Спираючись на результати біохімічних досліджень сироватки крові хижих видів риб, які були інвазовані збудником еустронгілідозу, можна дійти висновку, що ця паразитарна інвазія суттєво впливає на обмінні процеси в організмі хворих риб. Встановлено, що в сироватці крові досліджуваних риб вміст загального білка істотно знижувався, порівняно з рибами, що були вільні від личинок нематод *E. excisus*. За нашими даними, спостерігається зниження вмісту загального білка в дослідній групі окунів в 1,36 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контрольною групою – $65,7 \pm 0,6$ г/л), щук – в 1,3 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контрольною групою – $43,62 \pm 1,64$ г/л), судаків – в 1,42 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контроль-

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

ною групою – $69,8 \pm 1,03$ г/л). Зокрема вміст загального білка в сироватці крові дослідних груп риб – окунів, щук та судаків, – як порівняти з контрольними групами, був достовірно нижчим – на 17,57; 11,38 і 20,84 ($p < 0,01$) г/л відповідно.

Білки сироватки крові є динамічною системою: відбиваючи стан організму загалом, різних органів та їх систем, вони також надзвичайно швидко реагують на зміни ендогенних та екзогенних чинників [10]. Тому зниження умісту загального білка в сироватці крові уражених риб свідчить про те, що паразитування личинок нематод позначається на білоксинтезуючій функції гепатопанкреаса риб, оскільки саме цьому органу в організмі відведена провідна роль у білковому обміні. Гепатопанкреас риб бере активну участь у процесах детоксикації організму та знешкодженні токсинів, які надходять до організму риб. Продукти обміну та життєдіяльності личинок нематод *E. excisus*, згідно з результатами лабораторних досліджень сироватки крові, спричинюють негативний вплив на організм хазяїна – хижих риб, про що у даному випадку свідчить наявність гіпопротеїнемії в окуня, щуки та судака.

Під поняттям «загальний білок» розуміємо сумарну кількість альбумінів та глобулінів, що перебувають у сироватці крові. Із загальної кількості білкових фракцій найбільшою групою білків, що синтезуються виключно гепатопанкреосом, є альбуміни. Функції, що їх виконують альбуміни сироватки крові в організмі, є надзвичайно різноманітними та багатогранними, зокрема вони задіяні у формуванні онкотичного та підтриманні колоїдно-осмотичного тисків крові, а також виконують провідну роль у перерозподілі рідини в організмі риб тощо [3]. Вміст альбумінів зменшувався у дослідній групі окунів в 1,95 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контрольною групою – $32,5 \pm 0,04$ г/л), щук – в 1,4 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контрольною групою – $19,2 \pm 0,33$ г/л), судаків – в 1,61 рази (порівняно з контрольною групою – $29,4 \pm 0,3$ г/л). Вміст альбумінів у сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, якщо порівняти з контролем, був достовірно нижчим – на 12,86; 5,56 і 11,15 ($p < 0,01$) г/л відповідно.

Закономірно, що вміст загального білка зменшується найчастіше саме за рахунок зменшення фракції альбумінів крові. Альбуміни здатні майже безперешкодно проходити крізь стінку судин та накопичуватися в місці запалення у складі запального ексудату [3, 8]. Також зниження умісту альбумінів спостерігається при ураженні гепатопанкреаса продуктами життєдіяльності личинок нематоди *E. excisus* та є ознакою хронічного ураження цього органу.

Відсотковий уміст альбумінів сироватки крові також чітко відображає порушення біохімічної сталості білків в організмі хижих риб за еустронгілідозної інвазії. У дослідних групах окунів, щук та судаків спостерігали вірогідне зменшення вмісту альбумінів у складі загального білка – на 6,43, 4,18, 5,04 % ($p < 0,05$) відповідно, у порівнянні з контрольними групами риб зазначених видів (табл. 1).

1. Біохімічні показники сироватки крові хижих видів риб за еустронгілідозу, $n=150$, $M \pm m$; $p < 0,05$

Показники	Групи окунів $n=50$		Групи щук $n=50$		Групи судаків $n=50$	
	контроль-на	дослідна	контроль-на	дослідна	контроль-на	дослідна
Загальний білок, г/л	$65,7 \pm 0,6$	$48,13 \pm 1,09$	$43,62 \pm 1,64$	$32,24 \pm 2,03$	$69,8 \pm 1,03$	$48,96 \pm 1,73$
Альбуміни, г/л	$32,5 \pm 0,04$	$19,64 \pm 0,27$	$19,2 \pm 0,33$	$13,64 \pm 0,14$	$29,4 \pm 0,3$	$18,25 \pm 0,74$
Загальні глобуліни, г/л	$33,2 \pm 0,6$	$28,49 \pm 0,43$	$24,42 \pm 0,93$	$18,6 \pm 0,82$	$40,4 \pm 0,04$	$30,71 \pm 0,99$
Альбуміни, %	$47,24 \pm 0,79$	$40,81 \pm 1,31$	$44,02 \pm 1,41$	$39,84 \pm 1,61$	$42,12 \pm 1,73$	$37,28 \pm 1,64$
α -глобуліни, %	$21,3 \pm 0,54$	$19,1 \pm 1,67$	$12,11 \pm 1,65$	$4,97 \pm 1,11$	$11,3 \pm 0,83$	$5,15 \pm 1,87$
β -глобуліни, %	$12,11 \pm 0,63$	$19,42 \pm 1,01$	$13,23 \pm 1,73$	$19,7 \pm 1,96$	$12,38 \pm 1,61$	$20,1 \pm 1,23$
γ -глобуліни, %	$19,35 \pm 0,84$	$20,67 \pm 1,17$	$30,64 \pm 2,32$	$35,49 \pm 1,02$	$34,2 \pm 2,96$	$37,47 \pm 1,93$
Коефіцієнт А/Г	0,97	0,68	0,78	0,73	0,73	0,59
АсАТ, Од/л	$56,6 \pm 1,02$	$74,2 \pm 1,36$	$78,29 \pm 3,10$	$97,2 \pm 4,02$	$65,76 \pm 2,54$	$95,2 \pm 5,14$
АлАТ, Од/л	$40,78 \pm 1,14$	$92,41 \pm 1,23$	$20,24 \pm 2,01$	$69,23 \pm 1,87$	$23,46 \pm 2,08$	$74,52 \pm 3,17$
Коефіцієнт де Рітіса	$1,38 \pm 0,13$	$0,8 \pm 0,04$	$3,86 \pm 0,18$	$1,4 \pm 0,03$	$2,8 \pm 0,07$	$1,27 \pm 0,11$
Сечовина, ммоль/л	$7,4 \pm 0,08$	$4,3 \pm 1,04$	$6,8 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,48$	$5,9 \pm 0,38$	$4,12 \pm 0,3$
Глюкоза, ммоль/л	$11,24 \pm 0,24$	$8,72 \pm 0,56$	$3,74 \pm 0,47$	$2,66 \pm 0,17$	$6,98 \pm 0,13$	$4,89 \pm 0,15$

Уміст глобулінів у сироватці крові клінічно здорової та хворої риби також відрізнявся, хоча відмінності були менш суттєвими. Найбільшої різниці цей показник сягав у групах щук і судаків: відсоток глобулінів зменшувався в дослідних групах в 1,31 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контрольними групами – $24,42 \pm 0,93$ і $40,4 \pm 0,04$ г/л відповідно), а також окунів – в 1,16 раза ($p < 0,05$) (порівняно з контрольною групою – $33,2 \pm 0,6$ г/л). Отже, уміст глобулінів у сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, порівняно з вільними від інвазії, був достовірно нижчим – на 4,71; 5,82 і 9,69 ($p < 0,05$) г/л відповідно. Зменшення кількості загальних глобулінів є свідченням зтяжних інтоксикацій та дистрофічних процесів у гепатопанкреасі хворих риб, оскільки значна кількість глобулінових фракцій білка синтезується саме в ньому.

Відсоткове співвідношення протеїнових фракцій сироватки крові чітко вказує на особливості білкового гомеостазу в таких пойкилотермних істот, як риби [1, 7]. Відмінність між показниками білкових фракцій у групах риб, що інвазовані збудником еустронгілідозу, і тих, що є вільними від цієї хвороби, свідчить про безпосередній вплив личинок нематої *E. excisus* на обмінні процеси в організмі хворої риби, зокрема на обмін та синтез білка і його фракцій. Відсоток α -глобулінів у сироватці крові інвазованих окунів була на 2,2 % ($p < 0,05$) меншою проти α -глобулінів сироватки крові окунів контрольної групи. Хворим на еустронгілідоз шукам також характерна зміна кількісного складу білкових фракцій у сироватці крові, зокрема, зменшенням відсотку α -глобулінів. У дослідній групі щук, згідно з нашими дослідженнями, уміст α -глобулінів вірогідно зменшувався на 7,14 % ($p < 0,05$), якщо порівняти з контрольною групою риб. У особин судака дослідної групи також відзначали зменшення умісту α -глобулінів сироватки крові на 5,04 % ($p < 0,05$) відносно до судаків контрольної групи. Зменшення умісту α -глобулінів у дослідних групах окунів, щук та судаків указує на порушення білоксинтезуючої функції в організмі інвазованих риб, що найчастіше виникають як результат тяжких дистрофічних змін гепатопанкреасу. Необхідно зазначити, що зменшення вмісту α -глобулінів сироватки крові дослідної групи окунів є відносно статистично незначущими в репрезентативній оцінці результатів. За нашими дослідженнями сироватки крові щук і судаків негативний вплив гельмінтів на організм хазяїна більш чітко відстежується у вигляді суттєвих відмінностей в умісті α -глобулінів у різних групах риб.

Відсоток β -глобулінів у сироватці крові контрольної та дослідної груп характеризувався незначною різницею у показниках. За результатами проведених нами біохімічних досліджень встановлено, що уміст β -глобулінів сироватки крові інвазованих окунів зростала на 7,31 % ($p < 0,05$), у щук – на 6,47 % ($p < 0,05$), а у судаків – на 7,72 % ($p < 0,05$). Такі результати дозволяють стверджувати, що еустронгілідоз хижих риб, як правило, проходить за типом хронічного запалення. Незважаючи на те, що, вочевидь, продукти життєдіяльності гельмінтів спричиняють стан гострої інтоксикації організму риб та подальші дистрофічні процеси гепатопанкреаса, що позначається на білоксинтезуючій функції останнього, уміст β -глобулінів сироватки крові зазнавав незначного підвищення. Ймовірно, це пов'язано із тим, що переважна кількість глобулінів цієї фракції синтезується гепатопанкреасом, але певна кількість – іншими системами, такими як макрофагально-моноцитарна тощо [3]. Ці системи і дають можливість реагувати підвищенням умісту β -глобулінів на проникнення гельмінта до організму риб, виникнення та перебіг запальних процесів, а також подальший розвиток паразитарної хвороби.

Фракція γ -глобулінів сироватки крові незначно підвищувалась у дослідній групі інвазованих окунів на 1,32 % ($p < 0,05$), порівняно із рибами контрольної групи цього виду. У щук уміст γ -глобулінів сироватки крові також зазнавали підвищення на 4,64 % ($p < 0,05$), порівняно із щуками, які були здоровими та не мали ураження личинками нематод *E. excisus*. Відсоток γ -глобулінів сироватки крові судаків дослідної групи збільшувався на 3,27 % ($p < 0,05$), порівняно із рибами контрольної групи. Зазначена фракція білків здебільшого представлена імуноглобулінами, які в основному й формують гуморальний захист організму риб. Проникаючи до організму риб, паразит стимулює підвищення рівня антитіл. Проте стимулювати лімфоїдні лінії паразити повноцінно не здатні, а тому і формувати специфічного імунітету не можуть.

Паразити доволі специфічно впливають на імунну систему хазяїна – призводять до імуносупресій та вторинних імунодефіцитів [18]. Під час міграції личинки нематод *E. excisus* достатньо активно механічно травмують оточуючі тканини та на своїй поверхні інокулюють значну кількість мікроорганізмів. Мікроби, що потрапляють до внутрішнього середовища риб, додатково ускладнюють перебіг запального процесу. Необхідно зазначити, що запалення є одним із видів захисту організму на клітинному та гуморальному рівнях, який розвинувся та вдосконалився у процесі еволюції. Свого часу академік К. І. Скрябін, висловлюючи власну думку щодо паразитизму, говорив: «Гельмінтозна інвазія

відчиняє ворота для збудників інфекцій» [2].

Локалізуючись у тканинах організму, личинки паразита, безперечно, відчувають вплив захисних елементів організму риб – реакція клітин білої крові на проникнення ксеногенного об'єкту; запуск механізмів, що ґрунтуються на специфічних та неспецифічних факторах захисту; ізоляція і подальша елімінація в навколишнє середовище тощо. Але і реакція паразита в організмі є подібною – намагання якнайшвидше пристосуватися до нових екстремальних умов існування. Паразит має багато різних елементів адаптації: формування захисної капсули (особливо чітко це відстежується у метацеркаріїв трематод), через яку майже неможливе потрапляння імунних тіл; формування максимально інертного «антигенного фону» для того, щоб якнайдовше бути «непоміченим» в організмі хазяїна [13]. Тому імуносупресія, на нашу думку, є одним із пристосувань гельмінтів та їх личинок до найбільш комфортних умов співіснування, яке виникло у процесі коеволуції паразита та хазяїна.

Альбуміново-глобуліновий коефіцієнт сироватки крові окуня річкового знижувався на 0,29 ($p < 0,05$), порівняно з рибами контрольної групи. Значення альбуміново-глобулінового коефіцієнта також знижувалося в сироватці крові інвазованих збудником еустронгілідозу щук і судаків – на 0,05 та 0,14 ($p < 0,05$) відповідно, порівняно з рибами контрольної групи, що були вільними від цієї хвороби. Отримані результати свідчать про значні зрушення у білоксинтезуючій функції гепатопанкреасу на фоні хронічної інтоксикації продуктами життєдіяльності паразита.

При визначенні активності АсАТ у сироватці крові хижих видів риб дослідної групи було виявлено збільшення активності останньої у окунів – у 1,31 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $56,6 \pm 1,02$ Од/л), щук – у 1,24 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $78,29 \pm 3,10$ Од/л), а в судаків – у 1,45 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $65,76 \pm 2,54$ Од/л). Отже, активність АсАТ у сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, проти вільної від інвазії, була достовірно вищою – на 17,6; 18,91 і 29,44 ($p < 0,05$) Од/л відповідно.

За результатами визначення активності АлАТ у сироватці крові інвазованих збудником еустронгілідозу окунів було встановлено підвищення активності АлАТ у 2,26 ($p < 0,05$) раза, порівняно з контрольною групою ($40,78 \pm 1,14$ Од/л). Рівень активності АлАТ у сироватці крові уражених щук і судаків також збільшувався – у 3,42 та 3,17 раза відповідно, порівняно зі здоровими рибами ($20,24 \pm 2,01$ та $23,46 \pm 2,08$ Од/л відповідно). Своєю чергою, рівень активності АлАТ у сироватці крові інвазованих хижих риб (окунів, щук і судаків) підвищувався на 51,96, 49,19 та 51,06 ($p < 0,05$) Од/л відповідно, порівняно з групами риб, які були вільними від личинок нематоди *E. excisus*.

Відомо, що рівень активності таких ензимів, як АсАТ та АлАТ, відображає глибину патологічних процесів та пошкоджень м'язової тканини, гепатопанкреаса та інших внутрішніх органів риб [4]. Переважання активності АсАТ над АлАТ є свідченням переважання процесів дисиміляції над асиміляцією [1]. Причому потрібно відзначити, що така специфіка обмінних процесів відстежується в усіх трьох досліджуваних видах риб. Тому можна дійти висновку, що ураження риби збудником еустронгілідозу не має надмірного впливу на перебіг деяких метаболічних процесів в організмі хворої риби, оскільки ані в контрольній групі риб, ані в дослідній, співвідношення активності зазначених ферментів не змінювалося.

Зважаючи на результати наших досліджень, ми дійшли висновку, що визначати єдину фізіологічну норму у співвідношенні АсАТ до АлАТ, тобто коефіцієнт де Рітиса, є недоцільним, оскільки в контрольних групах різних видів хижих видів риб вони мали значні коливання. В окунів контрольної групи значення цього показника становило $1,38 \pm 0,13$, у щуки – $3,86 \pm 0,18$, а в судака – $2,8 \pm 0,07$ ($p < 0,05$). Коливання значні, тому визначати певну фізіологічну константу коефіцієнта де Рітиса в окремих досліджуваних видах риб більш доцільно за сумарним відносним показником контрольної групи риб, з урахуванням стандартних значень та відхилень. Так, значення коефіцієнту де Рітиса в дослідній групі окунів знижувалося, порівняно з контрольною, на 0,58 та становило $0,8 \pm 0,04$ ($p < 0,05$); у щук цей показник знижувався на 2,46 та становив $1,4 \pm 0,03$; у судаків – на 1,53 і становив $1,27 \pm 0,11$ ($p < 0,05$). Ураховуючи зазначене, можна зробити висновок, що в усіх трьох досліджуваних видів риб, які були заражені личинками нематоди *E. excisus*, спостерігали зниження цього коефіцієнта, що є свідченням важкого ураження гепатопанкреаса.

Здійснюючи аналіз біохімічних показників, необхідно обов'язково брати до уваги низку чинників, що можуть значно впливати на активність ензимів сироватки крові риб, білків та їх фракцій, а саме: сезон року, вид риб (зважаючи на специфіку обмінних процесів), локалітети та ареали поширення екземплярів, які відбирали для дослідження тощо.

Визначаючи вміст сечовини в сироватці крові уражених окунів, було встановлено зменшення кі-

лькості останньої у 1,72 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $7,4 \pm 0,08$ ммоль/л), щук – в 1,65 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $6,8 \pm 0,3$ ммоль/л), а у судаків – в 1,43 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $5,9 \pm 0,38$ ммоль/л). Тому кількісний вміст сечовини в сироватці крові дослідних груп окунів, щук та судаків, порівняно зі здоровими рибами, був вірогідно нижчим на 3,1; 2,7 і 1,78 ($p < 0,05$) ммоль/л відповідно. Зменшення кількості сечовини в сироватці крові уражених риб є свідченням негативного впливу паразитів на організм хазяїна, а саме на гепатопанкреас. Потрібно брати до уваги, що основним типом живлення окунів, щук і судаків є білковий тип, оскільки дані види є хижаками, тому в процесі білкового обміну одним з побічних та токсичних продуктів є аміак. Аміак під час детоксикації та певних біохімічних перетворень у гепатопанкреасі утворює менш токсичну сполуку – сечовину [3]. Тому зменшення кількості сечовини в сироватці крові дослідної групи риб слід розглядати як глибокі порушення функції гепатопанкреаса, що, ймовірно, поглиблюються зростаючою концентрацією вторинних продуктів протеїнового хімізму.

Аналізуючи вміст глюкози в сироватці крові дослідної групи окунів, щук та судаків, відмічали зменшення останньої. Вміст глюкози у дослідній групі окунів знижувався в 1,29 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $11,24 \pm 0,24$ ммоль/л.), щук – в 1,4 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $3,74 \pm 0,47$ ммоль/л.), а в судаків – в 1,42 ($p < 0,05$) раза (порівняно з контрольною групою – $6,98 \pm 0,13$ ммоль/л.). Уміст глюкози в сироватці крові інвазованих збудником еустронгілідозу хижих риб, порівняно зі здоровими рибами, був вірогідно нижчим серед окунів – на 2,52; щук – на 1,4 і судаків – на 1,42 ($p < 0,05$) ммоль/л. Зниження рівня глюкози сироватки крові заражених риб, порівняно із здоровими, дозволяє дійти висновку, що зміни відбуваються за рахунок негативного впливу паразитів на організм риб. Патологічний вплив, спричинений продуктами життєдіяльності паразитів, ймовірно, призводить до зниження активності полювання та споживання корму хижими рибами. Варто також відзначити, що рівень глюкози, вочевидь, відбиває не лише інтенсивність полювання, але і стан кормової бази. Наприклад, серед окуня річкового є популяції мілководного окуня, так званого «трав'яного», основу раціону якого переважно складають безхребетні організми, зокрема й олігохети – проміжні хазяї нематоди *E. excisus* [8, 9]. Однак такі коливання вмісту глюкози сироватки крові в межах виду та популяції є ознакою недосконалості регуляційних систем нижчих хребетних тварин, якими є риби. Тож, аналізуючи рівень глюкози, зважаємо також і на цей факт.

Зважаючи на вищезазначене, логічно було б припустити, що інвазування хижих риб личинками нематоди *E. excisus* спричиняє поведінкові зміни, які позначаються на активності полювання та забезпеченні організму поживними речовинами. Такий факт може слугувати підтвердженням «стратегії» паразита – максимальне збереження енергетичних матеріалів для власного споживання та забезпечення інтенсивного росту і розвитку нематод у тілі хазяїна.

Висновки

За результатами біохімічних досліджень сироватки крові інвазованих збудником еустронгілідозу та вільних від цієї інвазії хижих риб (окунів, щук та судаків) можна дійти висновку, що паразит чинить значний патологічний вплив на організм хазяїна. Паразитування личинок нематоди *E. excisus* супроводжується гіпопротеїнемією, гіпоальбумінемією та гіпоглобулінемією. Співвідношення фракцій білка також зазнавало змін, а саме відбувалося зниження відсотку α - та β -глобулінів, незначне збільшення вмісту γ -глобулінів сироватки крові хворих риб. Альбуміново-глобуліновий коефіцієнт у дослідній групі риб також знижувався, з чого можна зробити висновок про порушення співвідношення цих білкових фракцій, тобто диспротеїнемію. Рівень активності АсАТ і АлАТ в ураженій групі хижих риб збільшувався, порівняно із контрольними групами риб. Відповідно, зміни проявлялися і у співвідношенні активності зазначених ензимів, коефіцієнті де Рітиса, який у дослідних групах зменшувався, якщо порівняти результат дослідження із контрольними групами. Результатом порушення функції гепатопанкреаса уражених паразитом окунів, щук і судаків стало зниження вмісту сечовини у сироватці крові. Також серед хворих риб спостерігається зниження вмісту глюкози. Отже, отримані результати лабораторних досліджень указують на те, що продукти життєдіяльності паразита суттєво впливають на перебіг біохімічних процесів в організмі інвазованих хижих риб.

Reference

1. Berestovskiy, E. G., & Erohina, I. A. (2017). Osobennosti metabolizma schuki (*Esox lucius L.*) v tundrovyyih i lesotundrovyyih ozeorah Murmanskoy oblasti. *Arctic Environmental Research*, 17 (1), 21–29 [in Russian].

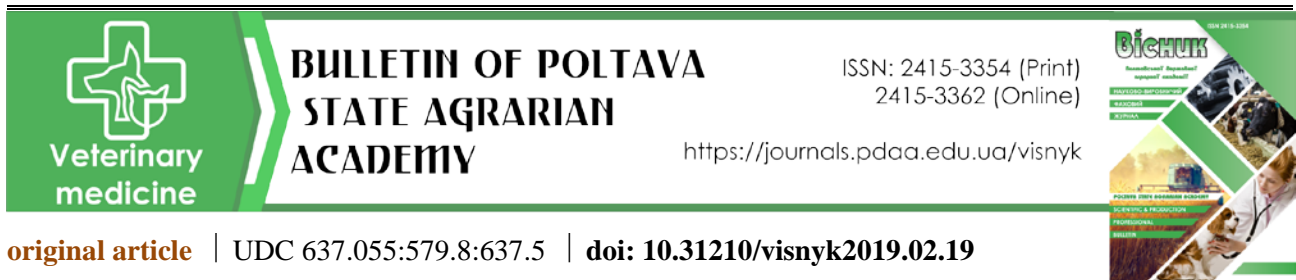
2. Byihovskaya-Pavlovskaya, I. E. (1985). *Parazity ryib : Rukovodstvo po izucheniyu*. Leningrad: Nauka [in Russian].
3. Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V., & Kondrahin, I. P. (2002). *Veterinarna klinichna biohimIya*. V. I. Levchenko & V. L. Galyas (Ed.). Bila Tserkva [in Ukrainian].
4. Guliev, R. A., Melyakin, E. I. (2014). Nekotorye biohimicheskie pokazateli krovi ryib deltyi Volgi. *Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hazyaystvo*, 2, 85–91 [in Russian].
5. Karmanova, E. M. (1968). *Dioktifimidei zhivotnyih i cheloveka i vyizyivaemye imi zabolevaniya*. Moskva: Nauka [in Russian].
6. *Metodika morfo-fiziologicheskikh i biohimicheskikh issledovaniy ryib* (1972). Moskva: [in Russian].
7. Musaev, B. S., Muradova, G. R., Rabadanova, A. I., Chalaeva, S. A. (2009). Biohimicheskie pokazateli krovi kak markeryi razvitiya oksidativnogo stressa v organizme segoletok karpa (*Cyprinus caprio* L.) v usloviyah intoksikatsii vodnoy sredy ionami svintsa. *Izvestiya Samarskogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, Vol. 11, 1 (5), 1087–1090 [in Russian].
8. Plisetskaya, E. M. (1975). *Gormonalnaya regulyatsiya uglevodnogo obmena u nizshih pozvonochnyih*. Leningrad [in Russian].
9. Popova, O. A. (1979). Pitanie i pischevyie vzaimootnosheniya sudaka, okunya i ersha v vodoyomah raznyih shirot. *Izmenchivost ryib presnovodnyih ekosistem*. Moskva: Nauka [in Russian].
10. Shulman, G. E., Abolmasova, G. I., Stobov, A. Ya. (1993) Ispolzovanie belka v energeticheskom obmene gidrobiontov. *Uspehi sovrem. biologii*, 113 (5), 576–586 [in Russian].
11. Branciani, R., Ranucci, D., Miraglia, D., Valiani, A., Veronesi, F., Urbani, E., Lo Vaglio, G., Pascucci, L., & Franceschini, R. (2016). Occurrence of parasites of the genus *Eustrongylides* spp. (Nematoda: Dioctophymatidae) in fish caught in Trasimeno lake, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, 5 (4), 206–209. doi:10.4081/ijfs.2016.6130.
12. Cole, R. (2013). *Field Manual of Wildlife Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds*. 223–228.
13. Goncharov, S. L., Soroka, N. M., Pashkevich, I. Y., Dubovyi, A. I., & Bondar, A. O. (2018). Infection of Predatory Fish with Larvae of *Eustrongylides excisus* (Nematoda, Dioctophymatidae) in the Delta of the Dnipro River and the Dnipro-Buh Estuary in Southern Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 52 (2), 137–144. doi:10.2478/vzoo-2018-0015.
14. Lichtenfels, J. R., Stroup, C. F. (1985). *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatoidea): First Report of an Invertebrate Host (Oligochaeta: Tubificidae) in North America. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 52 (2), 320–323.
15. Narr, L. L., O'Donnell, J. G., Libster, B., Alessi, P., & Abraham, D. (1996). *Eustrongylidiasis*-A parasitic infection acquired by eating live minnows. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 96 (7), 400. doi:10.7556/jaoa.1996.96.7.400.
16. Novakov, N., Bjelic-Cabrilo, O., Circovic, M., & Jubojevnik, D. (2013). *Eustrongylidosis* of European Catfish (*Siluris glanis*). *Bulg. J. Agric. Sci.*, 1, 72–76.
17. Pazooki, J., Masoumian, M., Yahyazadeh, M., Abbasi, J. (2007). Metazoan Parasites from Freshwater Fishes of Northwest Iran. *J. Agric. Sci. Technol.*, 9, 25–33.
18. Soyly, E. (2013). Metazoan Parasites of Perch *Perca fluviatilis* L. From Lake Sığircı, Ipsala, Turkey. *Pakistan J. Zool.*, 45 (1), 47–52.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гончаров С. Л. Деякі біохімічні показники сироватки крові хижих риб за еустронгілідозу. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 140–147.

© Гончаров Сергій Леонідович, 2019



original article | UDC 637.055:579.8:637.5 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.19

MICROBIOLOGICAL INDICES OF MEAT PRODUCTS AND MEAT DURING FAIR EVENTS IN KYIV

A. A. Kit,

ORCID ID: [0000-0003-2161-6050](https://orcid.org/0000-0003-2161-6050), E-mail: Kitala75@gmail.com,

Main Administration of the Government Food Product Consumer Service in Kyiv, 1, B. Hrinchenko st., Kyiv, 01001, Ukraine

S. M. Mykhailiutenko,

ORCID ID: [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244), E-mail: sv_81@ukr.net,

O. V. Kruchynenko,

ORCID ID: [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437), E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua,

V. O. Yevstafieva,

ORCID ID [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584), E-mail: evstva@ukr.net,

V. V. Melnychuk,

ORCID ID [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065), E-mail: melnychyk86@ukr.net,

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

Meat and various meat products are an important part of the human diet. These products are useful for the human organism as they contain macro- and microelements, vitamins, and they are also a source of protein and essential amino acids. At the same time, these products can be rather harmful to the human health, because of violating technological processes connected with their manufacturing, storing and transporting. That is why the quality control of meat products at all the stages including manufacturing and selling is an important issue to be solved. So, the purpose of the study was to establish separate safety indices of meat and meat products during fair events in Kyiv. The results of the official laboratory testing of such raw products as beef, pork, chicken and turkey meat, sausages, boiled, semi-smoked sausage, ham and brisket became the material of the study. The conducted monitoring showed that the residues of antibiotics in animal meat of and meat products were not detected. All the examined samples of meat corresponded to the veterinary-sanitary requirements as to general bacterial contamination. The number of mesophilic, aerobic and facultative anaerobic microorganisms in finished meat products was within the standard limits. At the same time, the violation of the requirements of the National Standard of Ukraine 4436:2005 was established as to the presence of E. coli group in the finished meat products. It was proved that, concerning sanitary indices, nine samples did not correspond to the regulatory documents, which may testify to violating the conditions of their processing, storing, transporting, and selling. According to the results of the conducted monitoring of animal meat microbiological indices, it was established, that the bacteria of E. coli group exceeded the maximum permissible levels in only one sample of pork (6.3×10^3 colony-forming u/g). According to the current requirements as to residual micro-flora in sausages, the content of anaerobic spore sulfite-reducing bacteria (in 0.1 g), salmonella (in 25 g), protea (in 1 g) and coagulase-positive S. aureus (in 1 g) were not found in the tested samples. In addition to the microorganisms that are regulated by the above mentioned requirements, there were no L. monocytogenes in the examined samples of meat.

The practical significance of the paper consists in the increased control of food products' safety by veterinary medicine experts during conducting fairs.

Key words: food products, safety indices, antibiotics, bacteria, residual micro-flora.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ М'ЯСОПРОДУКТІВ ТА М'ЯСА ПІД ЧАС ЯРМАРКОВИХ ЗАХОДІВ У М. КИЄВІ

А. А. Кім,

Головне управління Держпродспоживслужби м. Києва, вул. Б. Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна
С. М. Михайлютенко, О. В. Кручиненко, В. О. Євстаф'єва, В. В. Мельничук,
Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

*М'ясо та різні м'ясопродукти практично невід'ємна складова раціону людини. Ці продукти мають корисні для організму людини властивості у вигляді макро- й мікроелементів, вітамінів, а також є джерелом білку та незамінних амінокислот. Водночас, якщо порушити технологічні процеси, пов'язані з виготовленням, зберіганням та транспортуванням, то ці продукти можуть завдати значної шкоди здоров'ю людини. У зв'язку з цим контроль якості продукції на всіх етапах проходження, починаючи його виготовленням й закінчуючи реалізацією, є важливим питанням, що потребує розв'язання. Отже, метою дослідження було встановлення окремих показників безпечності м'яса та м'ясопродуктів під час ярмаркових заходів у м. Києві. Матеріалом для аналізу послужили результати офіційних лабораторних досліджень таких видів сировини: яловичини, свинини, м'яса курей та індики, а також сосиски, варені, напівкопчені ковбаси, шинка та грудинка. Проведений моніторинг засвідчив, що залишків антибіотиків у м'ясі тварин та м'ясопродуктах не виявлено. Усі проаналізовані проби м'яса відповідали ветеринарно-санітарним вимогам за загальним бактеріальним обсеменінням. Вміст КМАФАнМ у готових м'ясопродуктах був у межах норми. Водночас встановлено порушення дотримання норм ДСТУ 4436:2005 за таким показником, як наявність бактерій групи кишкових паличок у готових м'ясопродуктах. Доведено, що за санітарними показниками дев'ять зразків не відповідали нормативним документам, що може свідчити про порушення умов їх переробки, зберігання, транспортування та реалізації. За результатами проведеного моніторингу мікробіологічних показників м'яса тварин встановлено, що бактерії групи кишкової палички перевищували максимально допустимі рівні лише в одному зразку свинини ($6,3 \times 10^3$ КУО/г). Відповідно до сучасних вимог щодо залишкової мікрофлори у ковбасних виробів у досліджуваних зразках не виявлено вміст анаеробних спорових сульфїтредуючих бактерій (у 0,1 г), сальмонел (у 25 г), протей (в 1 г) і золотистого коагулазопозитивного стафілокока (в 1 г). На додаток щодо мікроорганізмів, які регламентуються вище зазначеними вимогами, у досліджених зразках м'яса відсутня *L. топосутогенес*.*

Практична значущість полягає у посиленому контролі фахівцями ветеринарної медицини показників безпеки харчових продуктів в умовах ярмарок.

Ключові слова: харчові продукти, показники безпеки, антибіотики, бактерії, залишкова мікрофлора.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСОПРОДУКТОВ И МЯСА ВО ВРЕМЯ ЯРМАРОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В Г. КИЕВ

А. А. Ким,

Главное управление Госпродпотребслужбы г. Киева, ул. Б. Гринченка, 1, г. Киев, 01001, Украина
С. Н. Михайлютенко, О. В. Кручиненко, В. А. Евстафьева, В. В. Мельничук,
Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Мясо и различные мясопродукты обладают полезными для организма человека свойствами, и в то же время при нарушении технологических процессов, они могут наносить значительный ущерб здоровью. Поэтому контроль качества продукции на всех технологических этапах является важным вопросом, требующим решения. Цель работы заключалась в изучении отдельных показателей безопасности мяса и мясопродуктов во время ярмарочных мероприятий в г. Киеве. Проведенные мониторинговые исследования показали, что остатков антибиотиков в мясе животных и мясопродуктах не обнаружено. Все проанализированные пробы отвечали ветеринарно-санитарным требованиям общего бактериального обсеменения. Однако установлено нарушение соблюдения норм ГОСТа 4436:2005 по таким показателям, как наличие бактерий группы кишечной палочки в девяти образцах мясопродуктов. Также установлено, что бактерии группы кишечной палочки превышали максимально допустимые уровни только в одном образце свинины ($6,3 \times 10^3$ КУО/г).

Ключевые слова: продукты питания, показатели безопасности, антибиотики, бактерии, остаточная микрофлора.

Вступ

До важливих чинників, що впливають на стан здоров'я населення та рівень захворюваності, відносять якість харчування та його безпечність [14]. Саме продукти – одне з небезпечних, з медичної точки зору, джерел шкідливих речовин для людини. Ця проблематика залишається предметом обговорення вітчизняних та іноземних науковців, провідних фахівців у галузі охорони здоров'я, гігієни харчування, дієтології, харчових технологій, ветеринарної медицини, а також інспекторів різних міністерств та відомств України, виробників, дистриб'юторів харчових продуктів та споживачів [6, 7].

До забруднювачів харчових продуктів і питної води відносять: важкі метали, нітрати, нітрити, пестициди, радіонукліди, антибіотики, гормональні препарати, антиоксиданти, консерванти, токсичні речовини та мікроорганізми [1, 7].

Сьогодні сучасні методи досліджень (ELISA, TLC та HPLC) дали змогу виявити такі мікродози забруднення продуктів харчування, про які раніше не підозрювали навіть науковці [17]. Отже, можемо сказати про те, що абсолютно безпечних продуктів не існує. Практично немає жодної чужорідної сполуки, яка не була би безпечним для тієї чи тієї категорії населення. Такі висновки є підставою для постійного контролю рівнів ризику й інших допустимих концентрацій забруднюючих речовин [9].

Проблемі безпеки продуктів харчування присвячені праці багатьох провідних вчених [13, 16]. У ході визначення вмісту антибіотиків фторхінолонового ряду (офлоксацин, ципрофлоксацин, енрофлоксацин, норфлоксацин) у продукції птахівництва встановлено, що у м'язовій тканині (червоній, білій) й печінці курей виробників «Курганський бройлер», «Агро-Овен», «Ripco-damaco» та «Спільне американсько-канадське підприємство» залишкових кількостей досліджуваних препаратів не виявлено. Разом з тим 50 % проб печінки курей виробника «Наша ряба» та 50 % проб червоної м'язової тканини американського виробника «Taison» містили залишкові кількості енрофлоксацину (0,46 мг/кг та 0,19 мг/кг відповідно), які перевищують МДР щодо наявності антибіотиків у досліджуваних тканинах у 2,3 та 1,9 рази відповідно [4].

Одним із важливих факторів, що впливає на безпечність м'яса, є його бактеріальне обсіменіння під час первинної переробки. На обсіменіння даної сировини мікроорганізмами можуть впливати внутрішні та зовнішні чинники. Внутрішніми, що підвищують обсіменіння м'яса, можуть бути: відсутність відпочинку тварин перед забоєм та передзабійної голодної витримки, хвороби, отруєння тощо [10, 15, 18].

На збільшення мікробіологічних показників у готових продуктах впливає недотримання температурному режиму зберігання готової продукції та термін реалізації. 2016 року на мікробіологічні показники було досліджено 66 проб харчових продуктів різних категорій, з них 22,7 % не відповідало показникам якості та безпечності, зокрема: 1 проба йогурту; 5 проб готових страв із супермаркетів; 6 проб м'яса курячого механічного обвалювання, 3 проби ікри чорної осетрових риб [8].

Під час бактеріологічного дослідження ковбасних виробів встановлено, що 10 % напівкопчених ковбасних виробів не відповідали вимогам за вмістом бактерій групи кишкової палички, 12 % варених ковбасних виробів – за вмістом мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів. З усіх досліджуваних ковбасних виробів 11,1 % не відповідали вимогам за вмістом КМАФА-нМ та 4,4 % – за вмістом бактерій групи кишкової палички [12]. Згідно з іншими дослідженнями за показниками якості та безпеки (вміст токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів, антибіотиків) напівкопчені та варені ковбаси вищого, 1 і 2 гатунку відповідали нормативним вимогам [3].

У ході визначення показників бактеріальної контамінації ковбасних виробів у м. Одесі найбільший ступінь бактеріального обсіменіння встановлений у варених ковбасах усіх гатунків, відібраних на ринках – 29,4 %. Кількість ковбас, що не відповідали ветеринарно-санітарним вимогам за кількістю МАФАнМ, у супермаркетах становила 46, що склало 18,0 % (від $2,5 \times 10^3$ до $1,0 \times 10^4$ КУО в 1 г), а на ринках – 32 проби, що склало 25,0 % (від $2,7 \times 10^3$ до $1,5 \times 10^4$). Бактерії групи кишкової палички виділено у 55 дослідних зразків ковбас, що становило 27,5 % (в супермаркеті – 10,0 %, на ринках – 17,5 %). Найбільший ступінь обсіменіння БГКП встановлений у ковбасних виробках, які реалізовувалися на агропродовольчих ринках – 36,8 % [11].

У зв'язку з цим мета роботи полягала у вивченні окремих екологічних аспектів якості та безпеки продуктів у Київському регіоні. Завданням було перевірити відповідність зразків за вмістом антибіотиків та за мікробіологічними показниками відповідно до «Обов'язкового мінімального переліку

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження, комбікормової сировини, комбікормів, вітамінних препаратів та ін., які слід проводити в державних лабораторіях ветеринарної медицини і за результатами яких видається ветеринарне свідоцтво (Ф-2)» затвердженого Наказом Державного департаменту ветеринарної медицини Міністерства аграрної політики України від 03.11.1998 р. № 16 зі змінами.

Матеріали і методи досліджень

Під час проведення ярмаркового заходу Комунальним підприємством «Міський магазин» з листопада по грудень 2017 року за адресою м. Київ проведено відбір зразків готових м'ясопродуктів, м'яса птиці, свинини та яловичини у торговців (для проведення лабораторних досліджень, експертизи, випробування). Дослідження здійснено у випробувальному центрі державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Відбір зразків проведено згідно з «Порядком відбору зразків продукції тваринного, рослинного і біотехнологічного походження для проведення досліджень» від 14 червня 2002 р. № 833. Відповідно до статті 14 Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» та згідно з Рішенням № 123 від 29.11.2017 року.

У м'ясі та м'ясопродуктах визначали показники, представлені в таблиці.

Мікробіологічні показники м'ясопродуктів та м'яса

Найменування показника	МДР за нормативними документами	Позначення НД на метод випробувань
<i>м'ясопродукти</i>		
КМАФАнМ (КУО в 1,0 г)	$1,0 \times 10^3$	ДСТУ ISO 4833:2006
БГКП (коліформи в 1,0 г)	Не допускається	ГОСТ 30518-97
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели в 25 г	Не допускається	ДСТУ Fpr EN ISO 6579-1:2016
Сульфітредукуючі клостридії в 0,01 г	Не допускається	ГОСТ 29185-91
<i>м'ясо-сировина</i>		
Мазки-відбитки	Свіже – мікрофлора відсутня та/або присутні поодинокі коки або палички; сумнівної свіжості – не більше 30 коків або паличок; не свіже – більше 30 коків або паличок	ГОСТ 23392-78
КМАФАнМ, (КУО в 1,0 г)	5×10^6	ДСТУ ISO 4833:2006
БГКП (коліформи в 1,0 г)	Не більше 10^3	ГОСТ 30518-97
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели в 25 г	Не допускається	ДСТУ Fpr EN ISO 6579-1:2016
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не допускається	ДСТУ ISO 11290-1:2003

Дослідженню підлягали наступні види сировини: яловичина, свинина, м'ясо курей та індики, а також м'ясопродукти: сосиски, варені, напівкопчені ковбаси, шинка та грудинка.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені моніторингові дослідження м'яса тварин та м'ясопродуктів показали, що випробувальний центр державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи систематично проводить контроль щодо визначення безпечності та якості харчових продуктів.

Проаналізовано зразки м'яса тварин та готові м'ясопродукти на вміст антибіотиків. Не виявлено залишків тетрациклінової групи (од/г).

Усі досліджені проби м'яса відповідали ветеринарно-санітарним вимогам за загальним бактеріальним обсіменінням. Вміст КМАФАнМ у готових м'ясопродуктах був у межах норми, коливався від 4×10^1 до $4,2 \times 10^2$ КУО/г.

Встановлено порушення дотримання норм ДСТУ 4436:2005 за таким показником, як наявність бактерій групи кишкової палички у готових м'ясопродуктах. За санітарними показниками дев'ять досліджених зразків не відповідали нормативним документам (рис.).

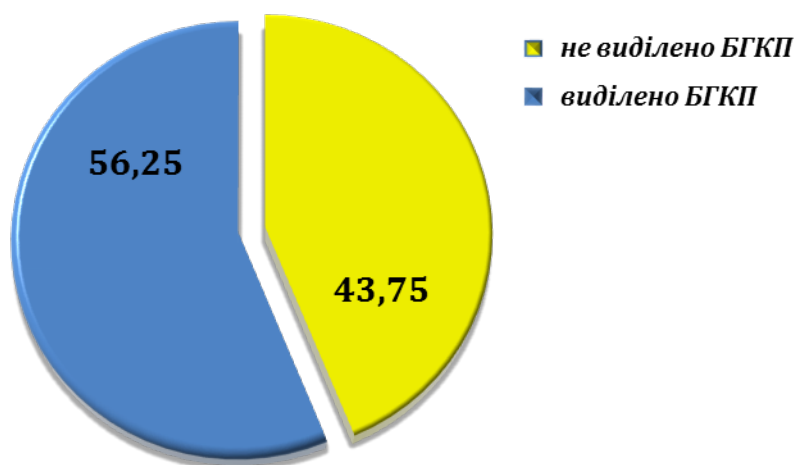


Рис. Мікробіологічні показники бактерій групи кишкової палички у м'ясопродуктах

Водночас за результатами проведеного моніторингу мікробіологічних показників м'яса тварин встановлено, що бактерії групи кишкової палички перевищували максимально допустимі рівні лише в одному зразку свинини ($6,3 \times 10^3$ КУО/г).

Відповідно до сучасних вимог щодо залишкової мікрофлори у ковбасних виробів у зразках не виявлено вміст анаеробних спорових сульфитредукуючих бактерій (у 0,1 г), сальмонел (у 25 г), протей (в 1 г) і золотистого коагулазопозитивного стафілокока (в 1 г). Вони відповідають нормі згідно з ДСТУ 4436:2005. На додаток до мікроорганізмів, що регламентуються вище зазначеними вимогами, у м'ясі відсутня *L. monocytogenes*.

Аналогічне моніторингове дослідження харчових продуктів здійснено у Житомирському регіоні. З'ясовано, що у 4,4 % зразків м'ясопродуктів виділені бактерії групи кишкової палички, в 11,1 % – мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми. Одночасно проведено бактеріологічні дослідження зразків м'яса щодо наявності ентеробактерій, МАФАНМ і бактерій роду *Salmonella* одразу після забою тварин. З'ясовано, що кількість мікроорганізмів на поверхні туш становила: роду *Enterobacteriaceae* $28,5 \pm 1,1$ КУО $\times 10^5$ /см², мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) – $38,8 \pm 1,05$ КУО $\times 10^3$ /см². Сальмонел з продуктів забою не було виявлено [3].

У роботах В. А. Котелевич (2014) за останні роки визначені детермінанти безпечності харчової продукції. За результатами досліджень тушок курей з комплексу «Агромарс» за допомогою «Премі-тесту» у м'ясі птиці не зареєстровано залишків антибіотиків [2].

Висновки

Проведені моніторингові дослідження засвідчили, що залишків антибіотиків у м'ясі тварин та м'ясопродуктах не виявлено. Встановлено, що рівень контамінації БГКП за результатами мікробіологічних досліджень вищий у готових м'ясопродуктах, ніж у м'ясі тварин, що може свідчити про порушення санітарних умов їх переробки, зберігання, транспортування та реалізації.

Перспективи подальших досліджень. Вивчити бактеріальне обсіменіння молочних продуктів.

References

1. Kaniuka, O. I., & Pavliv, O. V. (2009). Ekolohichni problemy zalyshkovykh kilkostei antybiotykyv u produktakh tvarynnystva. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 3 (42), 39–42 [In Ukrainian].
2. Kotelevych, V. A. (2017). Veterynarno-sanitarna otsinka yakosti ta bezpeky kharchovykh produktiv u Zhytomyrskomu rehioni. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 2017. 19 (78), 58–61. doi:10.15421/nvlvet7812 [In Ukrainian].

3. Kotelevych, V. A., & Burkivska, D. A. (2014). Porivnialnyi analiz yakosti ta bezpeky produktiv zaboiu ptytsi, vyroshchenoi v pryvatnomu hospodarstvi ta na kompleksi «Ahromars». *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 2 (216), 26–28 [In Ukrainian].
4. Kotelevych, V. A., Zghozinska, O. A., & Holovko, O. V. (2015). Vetsanekspertyza i vetsanotsinka kovbas TOV «Sumski miasni vyroby». *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 1 (49), Vol. 3, 128–130 [In Ukrainian].
5. Kutsan, O. T., & Pashchuk, Yu. H. (2010). Biobezpechnist produktii ptakhivnytstva shchodo naiavnosti zalyshkiv antybiotyktiv. *Veterynarna medytsyna*, 94, 302–303 [In Ukrainian].
6. Luzan, M. P., & Stetsenko, N. V. (2015). Analiz rezultativ vetsanekspertyzy produktiv tvarynnytstva – obiektyvna informatsiia shchodo epizootychnoho stanu v pivnichno-skhidnomu rehioni Ukrainy. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 1, 36–37 [In Ukrainian].
7. Mikhalieva, M. S., & Kutenska, O. V. (2008). Doslidzhennia suchasnoho stanu metrolohichnoho zabezpechennia, normuvannia yakosti kharchovoi produktii, natsionalna stratehiia vyrishennia problem yii yakosti ta bezpechnosti v Ukraini. *Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnika»*, 143–149 [In Ukrainian].
8. Tatarnikova, N. A., & Maul, O. G. (2015). Patogennaya mikroflora myasa i myasnykh produktov. *Veterinariya*, 1 (51), 87–89 [In Russian].
9. Tiutiun, A. I., Kosianchuk, N. I., Gudz, N. V., & Ushakov, F. O. (2017). Vyznachennia pokaznykiv bakterialnoho zabrudnennia kovbasnykh vyrobiv v Odesi. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 30, 240–246 [In Ukrainian].
10. Ushkalov, V. O., Danchuk, V. V., Samkova, O. P., Baranov, Yu. S., Vigovska, L. M., Vojcickij, V. M., Voloshuk, N. M., Gribova, N. Yu., Drozda, V. F., Hizhnyak, S. V., Sherban, Ye. P., Ishenko, L. M., Machuskij, O. V., Midik, S. V., Bilocerkev, T. I., Dikun, M. V., Domnenko, I. V., Kolesnikova, T. P., Konopolskij, O. P., & Sisolyatin, S. V. (2017). Biolohichna bezpeka: rezultaty monitorynhu ahroresursiv, produktii APK ta kharchovykh produktiv za 2014–2016 roky. *Veterynarna medytsyna*, 103, 88–92 [In Ukrainian].
11. Fotina, T. I., Kasianenko, O. I., & Petrov, R. V. (2007). Riven vmistu antybakterialnykh preparativ u produktakh kharchuvannia ta syrovyni tvarynnoho pokhodzhennia. *Nauk. tekhn. biul. in-tu biolohii tvaryn i DNKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*, 8 (3–4), 107–110 [In Ukrainian].
12. Yakubchak, O. M. (2011). Suchasni pidkhody do zabezpechennia bezpechnosti miasa v Ukraini. *Miasni tekhnolohii svitu*, 7, 34–36 [In Ukrainian].
13. Er, B., Onurdağ, F. K., Demirhan, B., Özgacar, S. Ö., Öktem, A. B., & Abbasoğlu, U. (2013). Screening of quinolone antibiotic residues in chicken meat and beef sold in the markets of Ankara, Turkey. *Poultry Science*, 92, 2212–2215. doi: 10.3382/ps.2013-03072.
14. Chanda, R., Fincham, R., & Venter, P. (2014). Review of the Regulation of Veterinary Drugs and Residues in South Africa. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 488–494. doi: 10.1080/10408398.2011.588348.
15. Normanno, G., La Salandra, G., Dambrosio, A., Corrente, M., Parisi, A., Santagada, G., Firinu, A., Crisetti, E., & Celano G. V. (2007). Occurrence, characterization and antimicrobial resistance of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from meat and dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 115 (3), 290–296. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.049.
16. Mesgari Abbasi, M., Nemati, M., Babaei, H., Ansarin, M., & Nourdadgar, A. O. (2012). Solid-Phase Extraction and Simultaneous Determination of Tetracycline Residues in Edible Cattle Tissues Using an HPLC-FL Method. *Iran Journal Pharmaceutical Research*, 11 (3), 781–787.
17. Ramatla, T., Ngoma, L., Adetunji, M., & Mwanza, M. (2017). Evaluation of Antibiotic Residues in Raw Meat Using Different Analytical Methods. *Antibiotics*, 6 (4), 34. doi:10.3390/antibiotics6040034.
18. Rouger, A., Tresse, O., & Zagorec, M. (2017). Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics. *Microorganisms*, 5 (3), 50. doi:10.3390/microorganisms5030050.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кім А. А., Михайлютенко С. М., Кручиненко О. В., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В. Мікробіологічні показники м'ясопродуктів та м'яса під час ярмаркових заходів у м. Києві. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 148–153.

*© Кім Алла Анатоліївна, Михайлютенко Світлана Миколаївна,
Кручиненко Олег Вікторович, Євстаф'єва Валентина Олександрівна,
Мельничук Віталій Васильович, 2019*



original article | UCD: 636.2:636.082 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.20

USING DIFFERENT SCHEMES OF HOLSTEIN BRED COWS' SYNCHRONIZATION IN AGRICULTURAL LLC "PROMIN" OF MYKOLAIIV REGION

A. U. Bulayenko,

ORCID ID: [0000-0003-3896-1133](https://orcid.org/0000-0003-3896-1133), E-mail: bulaienko.n@ukr.net,

T. V. Zvenihorodska,

ORCID ID: [0000-0002-4186-5700](https://orcid.org/0000-0002-4186-5700), E-mail: Tami777@ukr.net,

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

Increasing the profitability of dairy cattle breeding in Ukraine can be achieved by growing animal productive indices and reducing the cost for obtaining products. The effectiveness of dairy cattle breeding is closely connected with the intensity of herd reproduction. Embryonic mortality in cows is one of the reasons for the low effectiveness of artificial insemination. The loss of pregnancy during the embryonic period in highly productive herds reaches 40–55 %. For this reason our aim was to characterize the using of different synchronization schemes in agricultural LLC "Promin" of Arbuzyne district, Mykolaiv region and find out the effectiveness of Ainil preparation impact on impregnation capacity of cows. The experiment was conducted on cows of Holstein breed from two to four years of age. Two experimental (n = 50 heads) and one control group (n = 50 heads) were studied to investigate the effect of non-steroidal anti-inflammatory Ainil (ketoprofen) preparation on impregnation capacity of cows. In the control group, the cows were inseminated without using any preparations. The scheme Double OvSynch was used on the cows of both experimental groups. On the 11th day after insemination, Ainil preparation was administered intramuscularly in the dose of 15 ml to the cows in the second experimental group. 15 ml of physiological solution were administered to the cows in the first experimental group. For the cows that were not impregnated, two ReSynch schemes were used: the standard scheme for the cows without gynecological pathology and modified scheme for the cows with cysts and two-sided hypo-ovaria. They were divided into two experimental groups (n = 15 head) and one control (n = 15 head), which were re-inseminated without using any preparations. Having analyzed the statistical data in the agricultural LLC "Promin" for 2018, it was determined that the birth rate of calves per 100 heads in case of using anti-inflammatory preparation Ainil was 88.3 %, while in case of using synchronization schemes without Ainil, the birth rate was 73.5 %, or 14.8 % less (p < 0,01). Using the Ainil (ketoprofen) preparation on the 11th day after the cows' insemination and cows' being synchronized according to the Double OvSynch scheme, increased fertility by 20 % as compared with the group of cows in case of spontaneous estrus and by 14 % as compared with the group of cows that were synchronized using the Double OvSynch scheme. It was found that using ReSynch schemes for the cows that were not impregnated from the first time, the impregnation capacity was 15–33 % higher than in the control group (p < 0.05).

Key words: Ainil, Double OvSynch, ReSynch, cow, synchronization.

ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СХЕМ СИНХРОНІЗАЦІЇ ГОЛШТИНСЬКИХ КОРІВ В УМОВАХ СТОВ «ПРОМІНЬ» МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

A. Ю. Булаєнко, Т. В. Звенігородська,

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

Підвищення рентабельності молочного скотарства в Україні можна здійснити за допомогою зростання продуктивних показників тварин та зменшення витрат на одержання продукції. Ефективність молочного скотарства тісно пов'язана з інтенсивністю відтворення стада. Ембріональна смертність у корів є однією з причин низької результативності штучного осіменіння. Втрати тіль-

ності в ембріональний період у високопродуктивних стадах досягають 40–55 %. Саме тому нашою метою було охарактеризувати використання різних схем синхронізації в СТОВ «Промінь» Арбузинського району Миколаївської області та з'ясувати ефективність впливу препарату Аїніл на запліднюваність корів. Експеримент проводили на коровах голштинської породи віком від двох до чотирьох років. Щоб дослідити вплив нестероїдного протизапального препарату Аїніл (кетопрофен) на запліднюваність корів, було створено дві дослідні ($n = 50$ голів) та одну контрольну групи ($n = 50$ голів). У контрольній групі осіменіння проводили без використання будь-яких препаратів. Коровам обох дослідних груп застосовували схему *Double OvSynch*. На 11 день після осіменіння коровам другої дослідної групи внутрішньом'язово вводили препарат Аїніл у дозі 15 мл. Першій дослідній групі вводили 15 мл фізрозчину. Для корів, що не запліднилися, використовували дві схеми *ReSynch*, стандартну – для корів, що не мають гінекологічної патології, та модифіковану – для корів, що мають кісти та двосторонні гіпофункції яєчників. Їх було поділено на дві дослідні групи ($n = 15$ голів) та одну контрольну ($n = 15$ голів), яких осіменяли повторно без використання будь-яких препаратів. Проаналізувавши статистичні дані в СТОВ «Промінь» за 2018 рік, було визначено, що вихід телят на 100 голів, при застосуванні схем з протизапальним препаратом Аїніл, складав 88,3 %, а за використання схем синхронізації без Аїнілу вихід телят становив 73,5 %, що на 14,8 % менше. Використання препарату Аїніл (кетопрофен) на 11 добу після осіменіння корів, яким проводили синхронізацію за схемою *Double OvSynch*, підвищує заплідненість на 20 % порівняно з групою корів в умовах спонтанного еструсу та на 14 % порівняно з групою корів, яким проводили синхронізацію за схемою *Double OvSynch*. З'ясовано, що за використання схем *ReSynch* у тварин, що не запліднилися з першого разу, заплідненість вища на 15–33 % порівняно з контролем.

Ключові слова: Аїніл, *Double OvSynch*, *ReSynch*, корови, синхронізація.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ СИНХРОНИЗАЦИИ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ В УСЛОВИЯХ СООО «ЛУЧ» НИКОЛАЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Ю. Булаенко, Т. В. Звенигородская,

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

Использование препарата Аинил (кетопрофен) на 11 сутки после осеменения коров, которым проводили синхронизацию по схеме *Double OvSynch*, повышает оплодотворяемость на 20 % по сравнению с группой коров при спонтанном эструсе и на 14 % по сравнению с группой коров, которым проводили синхронизацию по схеме *Double OvSynch*. Установлено, что при использовании схем *ReSynch* у животных, что не оплодотворились с первого раза, оплодотворенность выше на 15–33 % по сравнению с контролем ($p < 0,05$). Анализ данных в СООО «Луч» за 2018 год показал, что выход телят на 100 голов, при применении схем с противовоспалительным препаратом Аинил, составлял 88,3, а при использовании схем синхронизации без Аинила выход телят составлял 73,5, что на 14,8 % меньше ($p < 0,01$).

Ключевые слова: Аинил, *Double OvSynch*, *ReSynch*, коровы, синхронизация.

Вступ

Відтоді як існує молочне скотарство перед спеціалістами на фермах і в приватному секторі постала проблема відтворення корів і забезпечення ферм якісним ремонтним молодняком. Послідовний вплив на відтворну функцію корів є складним біотехнологічним процесом, що забезпечує можливість отримати велику кількість приплоду у скорочені терміни та синхронізувати еструс у тварин за умови, коли виявлення статевої охоти ускладнене або неможливе внаслідок низки виробничих причин, а також для скорочення сервіс-періоду. Тому розробка нових та удосконалення існуючих способів активізації відтворної функції корів залишається одним із актуальних напрямів наукових досліджень [1, 2].

Головною проблемою для проведення стимуляції і синхронізації статевої охоти є підвищення заплідненості за умови забезпечення нормального перебігу статевого циклу і розвитку зародка, особливо на ранніх стадіях [3, 4, 15, 16].

Останнім часом у молочному скотарстві почали застосовувати нові для України технології утримання та експлуатації високопродуктивних корів, які передбачають програмування усіх виробничих процесів, зокрема і відтворення [1, 2]. З цієї метою використовують схему планових осіменінь та

родів, що надає можливість контролювати виробництво молока та інтенсивно використовувати репродуктивний потенціал корів. У зв'язку з цим виникла виробнича потреба у розробці ефективних методів стимуляції та синхронізації статевої циклічності для забезпечення прояву індукованої стадії збудження та високої заплідненості в корів за короткий період часу [5, 6]. Використання нестероїдних протизапальних препаратів у ветеринарному акушерстві та гінекології, захворюваннях молочної залози, трансплантації ембріонів, хірургічній практиці описані багатьма дослідниками [7, 10, 11, 12, 13, 14]. Нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП) мають протизапальну, знеболювальну та жарознижувальну дію за допомогою інгібування циклооксигенази (ЦОГ), зокрема ферменту ЦОГ-2, який відіграє головну роль у синтезі простагландинів [7, 8, 9, 17]. Одним із сучасних нестероїдних протизапальних засобів, доступним в Україні, що рекомендують для лікування корів, є кетопрофен [3, 4].

Метою нашого дослідження було охарактеризувати використання різних схем синхронізації голштинських корів у СТОВ «Промінь» Арбузинського району Миколаївської області та з'ясувати ефективність впливу препарату Аїніл на запліднюваність корів.

Матеріали і методи досліджень

Експеримент проводили на коровах голштинської породи віком від двох до чотирьох років, які утримувалися в умовах СТОВ «Промінь» Миколаївської області, Арбузинського району, с. Воеводське.

Щоб дослідити вплив нестероїдного протизапального препарату Аїніл (кетопрофен) на запліднюваність корів, було створено дві дослідні ($n = 50$ голів) та одну контрольну групи ($n = 50$ голів). У контрольній групі осіменіння проводили без використання будь-яких препаратів. Коровам обох дослідних груп застосовували схему Double OvSynch:

- 0 день – Оварелін 2 мл в/м (6:00)
- 7 день – Ензапрост 5 мл в/м (6:00)
- 10 день – Оварелін 2 мл в/м (6:00)
- 17 день – Оварелін 2 мл в/м (6:00)
- 24 день – Ензапрост 5 мл в/м (6:00)
- 26 день – Оварелін 2 мл в/м (14:00)
- 27 день – штучне осіменіння (6:00)

На 11 день після осіменіння коровам другої дослідної групи внутрішньом'язово вводили препарат Аїніл у дозі 15 мл. Першій дослідній групі вводили 15 мл фізрозчину.

Для корів, що не запліднилися після першого осіменіння застосовували схему ReSynch. Їх було поділено на дві дослідні групи ($n = 15$ голів) та одну контрольну ($n = 15$ голів), яких осіменяли повторно без використання будь-яких препаратів.

До першої дослідної групи ввійшли здорові корови, їм проводили синхронізацію за схемою:

- За 7 днів до УЗД – Оварелін 2 мл в/м (13:00, вівторок)
- 0 день – УЗД, Ензапрост 5 мл в/м (13:00, вівторок)
- 8 день – Ензапрост 5 мл в/м (5:00, середа)
- 9 день – Оварелін 2 мл в/м (13:00, четвер)
- 10 день – штучне осіменіння (5:00, п'ятниця)

До другої групи ввійшли проблемні корови, що мали кісти та двосторонні гіпофункції яєчників.

Для них використовували модифіковану схему ReSynch:

- За 7 днів до УЗД – Оварелін 2 мл в/м (13:00, вівторок)
- 0 день – УЗД, Оварелін 2 мл в/м (13:00, вівторок)
- 7 день – Ензапрост 5 мл в/м (5:00, вівторок)
- 8 день – Ензапрост 5 мл в/м (5:00, середа)
- 9 день – Оварелін 2 мл в/м (13:00, четвер)
- 10 день – штучне осіменіння (5:00, п'ятниця)

До контрольної групи ввійшли здорові корови та корови з гіпофункцією, яким не вводили жодних препаратів.

Діагностику вагітності проводили на 30–32 добу після осіменіння шляхом трансректального сонографічного дослідження матки та яєчників за допомогою портативного ультразвукового сканера для скотарства KX 5200 Kaixin.

За умови вагітності в матці знаходили ембріональний міхур з ембріоном у середині, в яєчнику добре розвинене жовте тіло однорідної ехогенності на його поверхні.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Для визначення ефективності застосованих схем було визначено заплідненість корів, індекс осіменіння, вихід телят на 100 голів.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати заплідненості корів за умови використання протизапального препарату Аініл представлені в таблиці 1.

1. Заплідненість корів за умови використання нестероїдного протизапального препарату Аініл

Групи корів	Кількість корів, що запліднилися	
	n	%
Перша група, дослід, (n = 50 голів)	32	64
Друга група, дослід, (n = 50 голів)	39	78
Контрольна група, (n = 50 голів)	29	58

У корів першої групи за умови використання схеми Double OvSynch заплідненість становила 64 %, що на 6 % вище порівняно з контрольною групою. За умови використання на 11 добу після осіменіння препарату Аініл заплідненість складала 78 %, що на 20 % вище порівняно з контролем та на 14 % вище в порівнянні з першою дослідною групою.

Для корів, що не запліднилися у СТОВ «Промінь», використовують дві схеми ReSynch, стандартну – для корів, що не мають гінекологічної патології та модифіковану – для корів, що мають кісти та двосторонні гіпофункції яєчників.

Для того щоб визначити ефективність цих схем було створено дві дослідні групи корів. У першій дослідній групі заплідненість становила 88 %, що на 33 % вище порівняно з контролем, у другій – 70 %, що на 15 % вище відносно контрольної групи. Сервіс-період становив для першої групи корів $97 \pm 6,2$ діб, для другої – $110,4 \pm 5,5$, тоді як у контрольній групі він складав $117,4 \pm 6,4$ діб. Індекс осіменіння в першій дослідній групі становив 2,2, у другій дослідній групі 2,6, у контрольній групі – 1,9.

Проаналізувавши статистичні дані в СТОВ «Промінь» за 2018 рік, було визначено, що вихід телят на 100 голів, при застосуванні схем з протизапальним препаратом Аініл, складав 88,3 %, а за умови використання схем синхронізації без Аінілу вихід телят становив 73,5 %, що на 14,8 % менше.

Дані, отримані у процесі дослідження, здебільшого збігаються з даними вітчизняних та зарубіжних науковців [3, 4, 7, 8]. Препарат кетопрофен широко використовують у схемах синхронізації OvSynch, що також призводить до зниження ембріональної смертності та підвищення рівня заплідненості корів.

Висновки

Використання препарату Аініл (кетопрофен) на 11 добу після осіменіння корів, яким проводили синхронізацію за схемою Double OvSynch, підвищує заплідненість на 20 % відносно групи корів за умови спонтанного еструсу та на 14 % порівняно з групою корів, яким проводили синхронізацію за схемою Double OvSynch. З'ясовано, що за умови використання схем ReSynch у тварин, що не запліднилися з першого разу, заплідненість вища на 15–33 % порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень. Заплановано дослідження ефективності інших схем синхронізації голштинських корів в умовах СТОВ «Промінь» та модифікація й удосконалення наявних схем.

References

1. Golovash, S. L. (2014). Stimulyaciya i sinhronizaciya ohoti u koriv na molochnih kompleksah. *Veterinarna medicina Ukrayini*, 7 (221), 32–33 [In Ukrainian].
2. Gonchar, A.O. (2013). Stimulyaciya vidtvornoyi funkciyi golshtinskih koriv ta yiyi ekonomichna ocinka. *Naukovij visnik LNUVMBT imeni S.Z. Gzhickogo*, 57 (3), 26–31 [In Ukrainian].
3. Traveckij, M. O., Krayevskij, A. J., & Musiyenko, Yu. V. (2017). Profilaktika embrionalnoyi smertnosti u koriv. *Naukovij visnik LNUVMBT imeni S.Z. Gzhickogo*, 77 (19), 200–203. doi:10.15421/nlvvet7743 [In Ukrainian].
4. Traveckij, M. O. (2016). Zaplidnyuvanist u koriv za spontannogo proyavu ta sinhronizaciyi estrusu. *Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu*, 39 (11), 210–216 [In Ukrainian].

5. Astiz, S., & Fargas, O. (2013). Pregnancy per AI differences between primiparous and multiparous high-yield dairy cows after using Double Ovsynch or G6G synchronization protocols. *Theriogenology*, 79 (7), 1065–1070. doi:10.1016/j.theriogenology.2013.01.026.
6. Bó, G. A., & Baruselli, P. S. (2014). Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal*, 8 (s1), 144–150. doi:10.1017/s1751731114000822.
7. Chebel, R. C., Santos, J. E. P., Cerri, R. L. A., Rutigliano, H. M., & Bruno, R. G. S. (2006). Reproduction in Dairy Cows Following Progesterone Insert Presynchronization and Resynchronization Protocols. *Journal of Dairy Science*, 89 (11), 4205–4219. doi:10.3168/jds.s0022-0302(06)72466-3.
8. Diskin, M. G., Parr, M. H., & Morris, D. G. (2012). Embryo death in cattle: an update. *Reproduction, Fertility and Development*, 24 (1), 244. doi:10.1071/rd11914.
9. Pohler, K. G., Geary, T. W., Atkins, J. A., Perry, G. A., Jinks, E. M., & Smith, M. F. (2012). Follicular determinants of pregnancy establishment and maintenance. *Cell and Tissue Research*, 349 (3), 649–664. doi:10.1007/s00441-012-1386-8.
10. Pursley, J. R., Mee, M. O., & Wiltbank, M. C. (1995). Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. *Theriogenology*, 44 (7), 915–923. doi:10.1016/0093-691x(95)00279-h.
11. Wiltbank, M. C., & Pursley, J. R. (2014). The cow as an induced ovulator: Timed AI after synchronization of ovulation. *Theriogenology*, 81 (1), 170–185. doi:10.1016/j.theriogenology.2013.09.017.
12. Richards, B. D., Black, D. H., Christley, R. M., Royal, M. D., Smith, R. F., & Dobson, H. (2009). Effects of the administration of ketoprofen at parturition on the milk yield and fertility of Holstein-Friesian cattle. *Veterinary Record*, 165 (4), 102–106. doi:10.1136/vetrec.165.4.102.
13. Rhinehart, J. D., Starbuck-Clemmer, M. J., Flores, J. A., Milvae, R. A., Yao, J., Poole, D. H., & Inskeep, E. K. (2009). Low peripheral progesterone and late embryonic/early fetal loss in suckled beef and lactating dairy cows. *Theriogenology*, 71 (3), 480–490. doi:10.1016/j.theriogenology.2008.07.031.
14. Stevenson, J. S., Pursley, J. R., Garverick, H. A., Fricke, P. M., Kesler, D. J., Ottobre, J. S., & Wiltbank, M. C. (2006). Treatment of Cycling and Noncycling Lactating Dairy Cows with Progesterone During Ovsynch. *Journal of Dairy Science*, 89 (7), 2567–2578. doi:10.3168/jds.s0022-0302(06)72333-5.
15. Webb, R., Garnsworthy, P. C., & Gong, J. G., & Armstrong, D. G. (2004). Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. *J Animal Sci.*, 82, 63–74. doi:10.2527/2004.8213_supplE63x.
16. Webb, R., Gong, J. G., Law, A. S., & Rusbridge, S. M. (1992). Control of ovarian function in cattle. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 45, 141–156.
17. Williams, G. ., Amstalden, M., Garcia, M. ., Stanko, R. ., Nizielski, S. ., Morrison, C. ., & Keisler, D. (2002). Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domestic Animal Endocrinology*, 23 (1–2), 339–349. doi:10.1016/s0739-7240(02)00169-8.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Булаєнко А. Ю., Звенігородська Т. В. Використання різних схем синхронізації голштинських корів в умовах СТОВ «Промінь» Миколаївської області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 154–158.

© Булаєнко Анастасія Юріївна, Звенігородська Таміла Владиславівна, 2019



original article | UDC 619:612.648:612.23:616.008 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.21

INFLUENCE OF HYPOXIA ON THE AMINO ACID COMPOSITION OF FETAL AMNIOUS WHICH IS BORN WITH SIGNS OF HYPOXIA

A. A. Zamasiy,

ORCID ID: [0000-0003-3138-0424](https://orcid.org/0000-0003-3138-0424), E-mail: ganavar@ukr.net,

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

The article presents the results of studies on the influence of hypoxia on the amino acid composition of fetal amniotic fluid that are born with signs of hypoxia. The total content of amino acids and their derivatives in the amniotic fluid of functionally active newborn calves was 275.37 ± 7.52 nmol/0.1 ml. Depending on the severity of the hypoxic lesion, this indicator for amniotic fluid calves born with signs of hypoxia was 1.68, 1.23 and 1.23 times lower than that of functional ovary calves ($p < 0.01$). In the calves born in the state of asphyxia or in the amniotic fluid contained in the meconium available (the first experimental group), the pool of free amino acids in the aforementioned fluid was found to be 2.34 times lower ($p < 0.001$) than that of functionally active calves. The sum of essential amino acids in the amniotic fluid of the calves of the first experimental group was lower than that of functionally active newborn calves in 2.38 times, and the replacement – in 2.34 times ($p < 0.01$). The main amino acid involved in the initial stage of this cycle is ornithine. Its content in the amniotic fluid of functionally active newborn calves was 3.43 ± 0.04 nmol/0.1 ml, and in calves born with signs of hypoxia, this indicator was 10.09, 3.30 ($p < 0.001$) and 1.26 times lower ($p < 0.05$). Citrulline in the amniotic fluid of calves in the control group was found at 3.91 ± 0.25 nmol/0.1 ml. In the amniotic fluid, the calves of all three groups that were born with signs of hypoxia contained proline and oxyproline had the opposite expression: (ie, the content of proline was lower, and the oxyproline was greater). Of considerable interest is the content of arginine, since it is the main source of NO in the body. The amount of glutamic acid and its amide (glutamine) in the amniotic fluid of functionally active calves was 9.36 % of all free amino acids. In hypoxic calves, the amount of this acid and its amide was 2.18 times smaller than that of functionally active calves. The high content of ammonia in the amniotic fluid of hypoxic calves indicates a violation of the ammonia binding function of glutamine and its detoxification.

Keywords: hypoxia, asphyxia, ammonium, fetus, amino acid, meconium.

ВПЛИВ ГІПОКСІЇ НА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД АМНІОНУ ПЛОДА

A. A. Замазій,

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

У статті наведені результати досліджень щодо впливу гіпоксії на амінокислотний склад амніону плода. Встановлено, що загальний вміст амінокислот та їх похідних у навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят становив $275,37 \pm 7,52$ нмоль/0,1 мл. Залежно від важкості гіпоксичного ураження цей показник амніотичної рідини телят, що народилися з ознаками гіпоксії був в 1,68, 1,23, та 1,23 рази нижче, ніж у функціонально активних телят ($p < 0,01$). У телят, які народились у стані асфіксії або у яких був у навколоплідній рідині наявний меконій (перша дослідна група) пул вільних амінокислот у вищезазначеній рідині виявився нижчим в 2,34 рази ($p < 0,001$), ніж у функціонально активних телят. Сума незамінних амінокислот була в навколоплідній рідині телят першої дослідної групи нижчою, ніж у функціонально активних новонароджених телят в 2,38 рази, а замічних – в 2,34 рази ($p < 0,01$). Основною амінокислотою, яка бере участь на початковому етапі даного циклу є орнітин. Її вміст у амніотичній рідині функціонально активних новонароджених телят становив $3,43 \pm 0,04$ нмоль/0,1 мл, а у телят, що народилися з ознаками гіпоксії, цей показник був у 10,09, 3,30 ($p < 0,001$) та 1,26 рази нижчим ($p < 0,05$). Цитруліну в навколоплідній рідині телят кон-

трольної групи виявлено на рівні $3,91 \pm 0,25$ нмоль/0,1 мл. У навколоплідній рідині телят усіх трьох груп, що народилися з ознаками гіпоксії вміст проліну та оксипроліну мав протилежне значення: (тобто, вміст проліну був меншим, а оксипроліну більшим). Значний інтерес представляє вміст аргініну, оскільки він є основним джерелом NO в організмі. Сума вмісту глютамінової кислоти та її аміду (глютаміну) в навколоплідній рідині функціонально активних телят складала 9,36 % усіх вільних амінокислот. У гіпоксичних телят сума цієї кислоти та її аміду була в 2,18 раза меншою, ніж у функціонально активних телят. Високий вміст аміаку в амніотичній рідині гіпоксичних телят свідчить про порушення аміак сполучної функції глютаміну та її детоксикації.

Ключові слова: гіпоксія, асфіксія, амніон, плід, амінокислота, меконій.

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИИ НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ АМНИОНА ПЛОДА

А. А. Замазий,

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

В статье приведены результаты исследований влияния гипоксии на аминокислотный состав амниона плода. Установлено, что общее содержание аминокислот и их производных в околоплодной жидкости функционально активных новорожденных телят составил $275,37 \pm 7,52$ нмоль/0,1 мл. В зависимости от тяжести гипоксического поражения данный показатель амниотической жидкости телят, родившихся с признаками гипоксии был в 1,68, 1,23, и 1,23 раза ниже, чем у функционально активных телят ($p < 0,01$). У телят, родившихся в состоянии асфиксии или у которых в околоплодной жидкости был обнаружен меконий (первая опытная группа) пул свободных аминокислот в вышеупомянутой жидкости оказался ниже в 2,34 раза ($p < 0,001$), чем у функционально активных телят. Сумма незаменимых аминокислот была в околоплодной жидкости телят первой опытной группы ниже, чем в функционально активных новорожденных телят в 2,38 раза, а заменимых – в 2,34 раза ($p < 0,01$). Основной аминокислотой, которая участвует на начальном этапе данного цикла, является орнитин. Ее содержание в амниотической жидкости функционально активных новорожденных телят составил $3,43 \pm 0,04$ нмоль/0,1 мл, а у телят, родившихся с признаками гипоксии, данный показатель был в 10,09, 3,30 ($p < 0,001$) и 1,26 раза ниже ($p < 0,05$). Цитруллин в околоплодной жидкости телят контрольной группы выявлено на уровне $3,91 \pm 0,25$ нмоль/0,1 мл.

Ключевые слова: гипоксия, асфиксия, амнион, плод, аминокислота, меконий.

Вступ

Проблему адекватної оцінки стану новонароджених продуктивних тварин, як необхідну умову зробки ефективної профілактики і цілеспрямованої корекції пренатального недорозвинення, нині неможливо вирішити без визначення низки фізіологічних критеріїв, що відображають статус органів життєзабезпечення систем на різних рівнях структурної організації. Результати досліджень багатьох авторів свідчать, що комплексний підхід до морфо-функціональної оцінки фетоплацентарного комплексу дозволить прогнозувати плацентарну недостатність і проводити її профілактику, а також своєчасну і адекватну терапію новонародженим тваринам.

Загальним напрямом фармакотерапії плацентарної недостатності є корекція матково-плацентарного кровообігу і мікроциркуляції, нормалізація газообміну в системі мати – плацента – плід, поліпшення метаболізму у плаценті, відновлення функцій клітинних мембран [1, 4]. Одним із завдань першочергової важливості в цілях розробки заходів, спрямованих на підвищення адаптативних здатностей організму, є знання фізіологічних основ росту і розвитку організму у пре- та постнатальні періоди життєдіяльності [2, 3 5, 6, 10, 12]. Окремі автори вважають, що критичні періоди життєдіяльності організму спостерігаються загалом на ранніх термінах пре- та постнатального росту й розвитку. Нормальний ріст і розвиток плода багато в чому визначається особливостями кровообігу в системі «мати – плацента – плід» [5–7, 13, 14]. Порушення матково – плацентарно – плодової геодинаміки в ранній період вагітності є причиною первинної плацентарної недостатності і, як наслідок, важких ускладнень вагітності та розвитку гіпоксії плода й новонароджених тварин [8, 9, 11]. За результатами досліджень у системі гомеостазу в корів сухостійного періоду відбуваються істотні зміни, які є елементами фізіологічної адаптації, що забезпечує функціонування цілісності гемоциркуляції в організмі самки і плода [5–7, 10].

Відповідно значну увагу необхідно зосередити на дослідженні фізіологічних основ росту й розвитку плода, складу амніотичної рідини, оскільки знання та аналіз причин, які їх викликають, сприяють розробці способів і прийомів отримання життєздатного приплоду, підвищення відтворної функції корів [15].

Мета досліджень полягала у визначенні впливу гіпоксії на амінокислотний склад амніону плода, який народжується з ознаками гіпоксії.

Матеріали і методи досліджень

Проведені дослідження були складовою частиною тематичного плану «Розробка мультипараметричної системи виробництва молока на основі секретуючої функції молочної залози, пре- та постнатального розвитку тваринного організму і методів їх корекції» (№ державної реєстрації 0108U010281).

Експериментальна частина роботи виконана у господарствах Полтавської та Сумської області, лабораторії екологічної фізіології та якості продукції і сектора аналітичних методів досліджень (м. Львів, Інститут біології тварин), клініко-діагностичної лабораторії Сумської обласної дитячої клінічної лікарні (м. Суми), районної лабораторії ветеринарної медицини (м. Лебедин).

На амінокислотному аналізаторі BIOTRONIK LC-6001 (Німеччина) з інтегратором SP-4100 на основі післяколонкової реакції з нінгідрином проводили вивчення амінокислотного складу (38 показників) рідин гомеостатичного рівня організації функціонально активних новонароджених телят та тих, що народилися з ознаками гіпоксії. Для дослідження було відібрано групу функціонально-активних телят (n=5). Телят, що народилися з ознаками гіпоксії (n=15) розділили на три групи: (телята, що народились у стані асфіксії або з наявним меконієм у навколоплідній рідині (n=5); телята, які після народження мали спонтанні, неадекватні дихальні рухи (n=5); телята, які після народження мали спонтанні, адекватні дихальні рухи (n=5).

Для дослідження амінокислотного складу амніону плода відбирали зразки амніотичної рідини під час родів у корів. Отримані зразки навколоплідної рідини осаджували з розрахунку 0,2 мл осаджувача на 0,8 мл проби. Розрахунково визначали у вищезазначених пробах загальний вміст амінокислот, вміст замісних, незамінних, ліпопластичних та глюкопластичних амінокислот.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати наших досліджень свідчать, що амінокислотний склад навколоплідної рідини функціонально активних новонароджених та у стані гіпоксії телят суттєво відрізнявся. Загальний вміст амінокислот та їх похідних у навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят становив $275,37 \pm 7,52$ нмоль/0,1 мл. Залежно від важкості гіпоксичного ураження цей показник амніотичній рідині телят, що народились з ознаками гіпоксії був в 1,68, 1,23, та 1,23 раза нижчим, ніж у функціонально активних телят ($p < 0,01$). Вміст вільних амінокислот у амніоні функціонально активних телят становив $222,97 \pm 3,82$ нмоль/0,1 мл. З них на частку незамінних амінокислот відведено $38,40 \pm 1,32$ нмоль/0,1 мл, а замісних – $184,57 \pm 3,44$ нмоль/0,1 мл. У телят, які народились у стані асфіксії або був наявний меконій у навколоплідній рідині (перша дослідна група) пул вільних амінокислот у вищезазначеній рідині виявився нижчим в 2,34 раза ($p < 0,001$), ніж у функціонально активних телят. Сума незамінних амінокислот була в навколоплідній рідині телят першої дослідної групи нижчою, ніж у функціонально активних новонароджених телят в 2,38 раза, а замісних – у 2,34 раза ($p < 0,01$).

У гіпоксичних телят другої дослідної групи загальна сума вільних амінокислот в навколоплідній рідині становила $70,91 \pm 3,02$ нмоль/0,1 мл, що в 3,14 раза ($p < 0,001$) менше, ніж у функціонально активних телят. Вірогідно нижчою у 1,64–3,89 раза, ($p < 0,001$) виявилася тут сума незамінних та замісних амінокислот у навколоплідній рідині телят. У телят, які народились з ознаками гіпоксії (тварини третьої дослідної групи) і після народження мали спонтанні адекватні дихальні рухи, загальний пул вільних амінокислот у амніотичній рідині виявився значно вищим, ніж у телят першої та другої дослідної групи, але нижчим, ніж у функціонально активних новонароджених телят.

Загальний вміст вільних амінокислот у навколоплідній рідині телят третьої групи був в 1,19–1,60 раза вищим, ніж у телят першої та другої групи і в 1,97 раза, нижчим ніж у рідинах функціонально активних новонароджених телят ($p < 0,01$). Значно нижчим, порівняно з функціонально активними телятами був вміст незамінних амінокислот у навколоплідній рідині телят цієї групи, водночас, він в 1,88–1,29 раза ($p < 0,01$) був вищим, ніж у телят першої – другої групи. Необхідно відмітити також, що сума замісних амінокислот (рис. 1) у навколоплідній рідині телят третьої групи виявилася в 1,05–1,75 раза ($p < 0,01$) вищою, ніж у телят першої та другої дослідної групи, проте в 2,23 раза нижчою, ніж у амніотичній рідині функціонально активних новонароджених телят ($p < 0,001$).

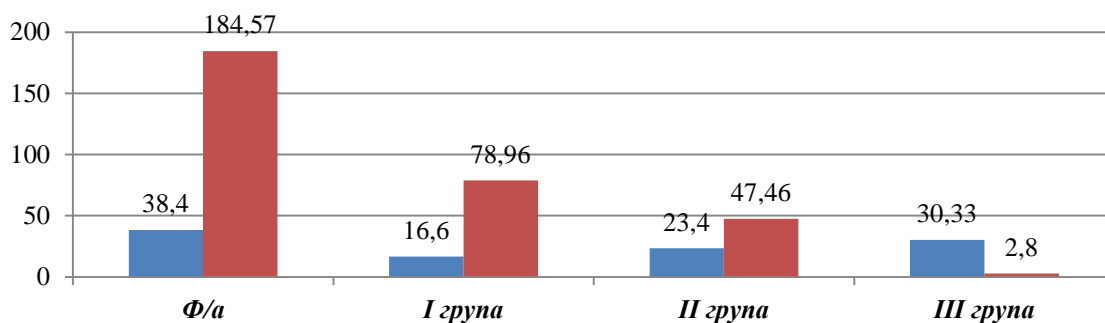


Рис. 1. Вміст незамінних та замінних амінокислот у амніоні плода (нмоль/0,1 мл)

Аналіз амінокислотного складу навколоплідної рідини функціонально активних новонароджених телят (контроль) та телят, що народилися з ознаками гіпоксії (перша – третя дослідні групи) дозволив виявити значні відмінності в їх вмісті в амніотичній рідині телят вищезазначених груп. У навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят значно вищим був вміст компонентів, які беруть участь в орнітиновому циклі. Основною амінокислотою, яка бере участь на початковому етапі даного циклу, є орнітин. Її вміст у амніотичній рідині функціонально активних новонароджених телят становив $3,43 \pm 0,04$ нмоль/0,1 мл, а у телят, що народилися з ознаками гіпоксії, цей показник був у 10,09, 3,30 ($p < 0,001$) та 1,26 рази нижчим ($p < 0,05$). Цитруліну у навколоплідній рідині телят контрольної групи виявлено на рівні $3,91 \pm 0,25$ нмоль/0,1 мл.

Найважливішими амінокислотами, як відомо, є незамінні. Серед них найвищий вміст у навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят був у валіну ($10,02 \pm 0,29$ нмоль/0,1 мл). На другому місці за вмістом у амніотичній рідині телят контрольної групи виявився лейцин ($7,30 \pm 0,06$ нмоль/0,1 мл). Вміст гліцину в навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят становив $58,09 \pm 0,50$ нмоль/0,1 мл). Це також важливо, зважаючи на те, що ця амінокислота бере участь у багатьох реакціях організму. З цієї амінокислоти утворюються білки, глутатіон, треонін, гемін, серин. Закономірним, з нашого погляду, фактором є те, що вміст попередника метіоніну, аспарагінової кислоти, виявився в 3,28–4,21 рази вищим у навколоплідній рідині функціонально активних телят ($10,83 \pm 0,02$ нмоль/0,1 мл), ніж у телят першої – третьої дослідних груп. Характерно, що вміст метіоніну в навколоплідній рідині телят, що народилися з ознаками гіпоксії (перша–третя група), був в 2,80–3,19 рази нижчим, ніж у функціонально - активних телят ($p < 0,01$). Метіонін є складовою багатьох білків і попередником таких речовин, як адреналін, креатинін, холін, креатин. Це певною мірою узгоджується із встановленим нами вищим вмістом креатиніну в навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят.

Іншою важливою амінокислотою, що бере участь у синтезі білкових речовин, є лізин. Вміст цієї амінокислоти в амніотичній рідині функціонально активних телят був в 1,41–2,50 рази ($p < 0,05$) вищим, ніж у телят, що народилися з ознаками гіпоксії.

Важливими амінокислотами організму є фенілаланін і тирозин. Їх перетворення відбувається у напрямках біосинтезу білків і пептидів, утворення гормонів і пігментів. Вміст фенілаланіну в навколоплідній рідині функціонально активних телят виявився в 6,64 рази ($p < 0,001$) та в 2,41 рази ($p < 0,01$), а тирозину – в 1,05, 2,30 та 4,94 рази вищим ($p < 0,001$), ніж у телят, що народилися з ознаками гіпоксії. У навколоплідній рідині телят усіх груп був виявлений триптофан – одна з найважливіших незамінних амінокислот і цілком закономірно у телят, що народилися функціонально активними, його вміст у вищезазначеній рідині був у 3,36 рази ($p < 0,001$) та в 1,16–1,26 рази ($p < 0,05$) вищим, ніж у телят першої – третьої групи. Важливою амінокислотою, яка належить до незамінних, є гістидин. Вона необхідна для синтезу таких речовин, як гемоглобін та цитохроми, які беруть участь у процесі дихання. Результати наших досліджень свідчать, що вміст цієї амінокислоти у навколоплідній рідині телят, що народилися з ознаками гіпоксії був в 3,29–22,4 рази нижчим, ніж у амніотичній рідині функціонально активних новонароджених телят ($p < 0,001$). Необхідно відмітити, що у навколоплідній рідині функціонально активних телят вміст аспарагінової кислоти та її амідів – аспарагіну виявився вірогідно вищим, ніж по кожній групі гіпоксичних телят, відповідно, в 1,54, 3,74 і 4,28 рази ($p < 0,01$) та в середньому по всіх групах даних телят (в 2,60 рази, $p < 0,01$).

Важливо те, що ці амінокислоти беруть участь у знешкодженні аміаку. У наших дослідях вищий

вміст аспарагінової кислоти в навколоплідній рідині функціонально активних телят супроводжувався нижчим вмістом у них аміаку ($21,86 \pm 2,21$ нмоль/0,1 мл). В амніотичній рідині гіпоксичних телят (перша–третя група) вміст даного метаболіту білкового обміну був у середньому в 1,58 раза ($p < 0,01$) вищим. Одночасно необхідно вказати і на таке. Про порушення білкового обміну в організмі плода і гіпоксичних новонароджених телят свідчить високий вміст сечовини в їх навколоплідній рідині. Цей показник в амніотичній рідині функціонально активних телят був, відповідно в 3,58, 2,38, 1,43 та в середньому в 2,46 раза нижчим ($p < 0,001$). Про більш вищий рівень процесів окиснення в навколоплідній рідині свідчить вміст проліну та оксипроліну. В амніотичній рідині функціонально активних телят вміст проліну виявився вірогідно вищим (в середньому в 3,14 раза, $p < 0,001$). Водночас у рідині телят контрольної групи виявлено вірогідно низький вміст оксипроліну (в середньому в 10,83 раза, $p < 0,001$). У навколоплідній рідині телят усіх трьох груп, що народилися з ознаками гіпоксії вміст проліну та оксипроліну мав протилежне значення: (тобто, вміст проліну був меншим, а оксипроліну більшим). Значний інтерес представляє вміст аргініну, оскільки він є основним джерелом NO в організмі. За літературними даними гіпоаргінінемія призводить до гальмування росту та розвитку плоду, знижує продукцію NO в ендотелії плацентарних судин, що викликає їх спазм і підвищення опору кровотоку в судинах ворсинок плаценти, внаслідок чого розвивається гіпоксія плода. В навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят вміст аргініну виявився в 4,38–11,67 рази вище ($p < 0,001$), ніж у телят, що народилися з ознаками гіпоксії. Сума вмісту глютамінової кислоти та її аміду (глютаміну) в навколоплідній рідині функціонально активних телят складала 9,36 % усіх вільних амінокислот. У гіпоксичних телят сума цієї кислоти та її аміду була в 2,18 раза меншою, ніж у функціонально активних телят. Високий вміст аміаку в амніотичній рідині гіпоксичних телят свідчить про порушення аміак сполучної функції глютаміну та її детоксикації. В навколоплідній рідині функціонально активних телят вміст сечовини виявився в 4,25, 2,82 та 1,69 раза нижче, ніж у телят що народилися з ознаками гіпоксії.

Висновки

1. У амніотичній рідині функціонально активних телят вміст вільних амінокислот становив $222,97 \pm 3,82$ нмоль/0,1 мл.
2. Вміст лізину в амніотичній рідині функціонально активних телят був в 1,41–2,50 раза ($p < 0,05$) вищим, ніж у телят, що народилися з ознаками гіпоксії.
3. Вміст сечовини в навколоплідній рідині функціонально активних новонароджених телят виявився в 4,25, 2,82 та 1,69 раза нижче, ніж у телят що народилися з ознаками гіпоксії.
4. Сума вмісту глютамінової кислоти та її аміду (глютаміну) в навколоплідній рідині функціонально активних телят складала 9,36 % усіх вільних амінокислот. У гіпоксичних телят сума цієї кислоти та її аміду була в 2,18 раза меншою, ніж у функціонально активних телят.

References

1. Burka, S. A., Kose, B. A., & Matviienko, M. A. (2006). Zminy systemnoi hemodynamiky u novonarodzhenykh v krytychnykh stanakh. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny – Visnyk Ukrainiskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii*, 4 (18), 129 [in Ukrainian].
2. Zhuravin, I. A., Vasilev, D. D., & Dubrovskaya, N. M. (2007). Vliyanie gipoksii na metabolizm amiloidnogo peptida i razvitie funktsii mozga. *XX sezd fiziologicheskogo obshestva im. I. P. Pavlova: Tezisy dokladov*. Moskva: Izdatelskij dom «Russkij vrach» [in Russian].
3. Zamazii, A. A. (2009). Vplyv hipoksii na hematolohichni indeksy teliat. *Visnyk Sumskoho natsionalnogo ahrarynogo universytetu*, 3 (24), 25–28 [in Ukrainian].
4. Zamazii, A. A. (2006). Pokaznyky hemostazu u vikovii dynamitsi yak vidobrazhennia mekhanizmiv adaptatsii tvaryn do umov isnuvannia. *Naukovyi visnyk LNAVМ imeni S.Z. Hzhyskoho*, 2 (29), 62–65 [in Ukrainian].
5. Zamazii, A. A. (2008). Porivnialna kharakterystyka umov hazoobminu u novonarodzhenykh tvaryn ta molodniaku. *Materialy mizhnarodnoi naukovy – praktychnoi konferentsii prysviachenoj 100 – richchii shchodo narodzhennia prof. L.A. Khrystievoj*. Dnipro: Dnipropetrovskyi DAU [in Ukrainian].
6. Ippolitova, T. V. (2007). Adaptacionnye reaktsii nervnoj i serdechno – sosudistoj sistemy zhivotnyh. *XX sezd fiziologicheskogo obshestva im. I. P. Pavlova: Tezisy dokladov*. Moskva: Izdatelskij dom «Russkij vrach» [in Russian].
7. Lebkova, N. P. (2000). Sovremennye predstavleniya o vnutrikletochnyh mekhanizmah obespecheniya energeticheskogo gomeostaza v norme i patologii. *Vestnik RAMN*, 9, 16–22 [in Russian].

8. Plesnova, S. A., Dubrovskaya, N. M., & Nalivaeva, N. N. (2007). Prenatalnaya gipoksiya narushaet metabolism amiloidnogo peptida i formirovanie kognitivnyh funkciy v ontogeneze mlekoopitayushih. *XX sezd fiziologicheskogo obshchestva im. I. P. Pavlova: Tezisy dokladov*. Moskva: Izdatelskij dom «Russkij vrach» [in Russian].
9. Fedoniuk, Ya. I., Bilyk, L. S., & Mykula, N. Kh. (2001). *Anatomiia ta fiziolohiia z patolohiieiu*. Ternopil: Ukrmedknyha [in Ukrainian].
10. Gross, J., Burgoyne, R. D., & Rose, S. P. R. (1981). Influence of Prenatal Hypoxia on Brain Development: Effects on Body Weight, Brain Weight, DNA, Protein, Acetylcholinesterase, 3-Quinuclidinyl Benzilate Binding, and In Vivo Incorporation of [14C]Lysine into Subcellular Fractions. *Journal of Neurochemistry*, 37 (1), 229–237. doi:10.1111/j.1471-4159.1981.tb05313.x.
11. Habek, D., Habek, J. C., Jugović, D., & Salihagić, A. (2002). Intrauterine hypoxia and sudden infant death syndrome. *Acta Medica Croatica: Casopis Hrvatske Akademije Medicinskih Znanosti*, 56 (3), 109–118.
12. Kerridge, C., Kozlova, D. I., Nalivaeva, N. N., & Turner, A. J. (2015). Hypoxia Affects Neprilysin Expression Through Caspase Activation and an APP Intracellular Domain-dependent Mechanism. *Frontiers in Neuroscience*, 9. doi:10.3389/fnins.2015.00426.
13. Kutzsche, S., Ilves, P., Kirkeby, O. J., & Saugstad, O. D. (2001). Hydrogen Peroxide Production in Leukocytes during Cerebral Hypoxia and Reoxygenation with 100 % or 21 % Oxygen in Newborn Piglets. *Pediatric Research*, 49 (6), 834–842. doi:10.1203/00006450-200106000-00020.
14. Maslova, M. V., Maklakova, A. S., Sokolova, N. A., Ashmarin, I. P., Goncharenko, E. N., & Krushinskaya, Y. V. (2003). The effects of ante- and postnatal hypoxia on the central nervous system and their correction with peptide hormones. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 33 (6): 607–11. doi:10.1023/A:1023938905744.
15. Rigano, S., Bozzo, M., Ferrazzi, E., Bellotti, M., Battaglia, F. C., & Galan, H. L. (2001). Early and persistent reduction in umbilical vein blood flow in the growth-restricted fetus: A longitudinal study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 185 (4), 834–838. doi:10.1067/mob.2001.117356.

Стаття надійшла до редакції 22.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Замазій А. А. Вплив гіпоксії на амінокислотний склад амніону плода. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 159–164.

© Замазій Андрій Анатолійович, 2019



original article | UDC 636.2.087.26.636.084.577.12 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.22

APPLYING NUTRIENTS IN COW ORGANISM AT DIFFERENT ENERGY SUPPLY

M. D. Kambur,

ORCID ID: [0000-0002-4864-5292](https://orcid.org/0000-0002-4864-5292), E-mail: kaf.anatomia@ukr.net,

Sumy National Agrarian University, 160/5, Gerasima Kondratieva str., Sumy, 40021, Ukraine

The article provides data on digesting and using nutrients in cow organism under the conditions of different energy supply. The results of the conducted studies indicate that the balance of nitrogen was positive in animals of all groups. Animals of the first (control) group used 24.54 % of the consumed nitrogen and 30.24 % of digestible nitrogen. These indices were correspondingly: 28.58–35.59 % and 37.95–45.86 % in the second and third groups. The total amount of nitrogen used by cows was 264.86 g in the first group, which constituted 45.99 % of the consumed and 56.53 % of the digestible. In the second group, the figures were: 277.19 g, 49.82 % and 61.66 % correspondingly. The balance of calcium was characterized by a high level of using this element by cows of all groups during the second month of lactation. The animals of the control group altogether used 131.55 g of calcium, which constituted 69.45 % of the consumed and 99.62 % of the digested calcium. The corresponding indices in the second and third groups of animals were: 124.63; 63.64; 99.59; and 151, 83; 69.59 and 92.719 %. A high level of using nutrients contributed to the fact that milk productivity of the control group of cows during the lactation period was: 4387.3 kg of genuine and 4168.4 kg of 4 % milk. On the average, 4484.6 kg of genuine milk and 4541.9 kg of 4 % milk was obtained from the cows of the second group. The annual yield of genuine milk from cows of the third group amounted to 5250.5 kg, and 5494.9 kg of 4 % milk, which was 1.20–1.32 times more than in the control group of cows ($p < 0.01$). During six months of lactation, fat content of milk was higher in the experimental groups of cows. This indicator in the control group was 3.69 %, and 3.90 %, 3.97 % in the second and third groups of animals, correspondingly. The data indicate that the lowest percentage of fat in milk was found at the highest daily yield. The percentage of fat in milk noticeably reduced to the fourth month of lactation, and then again increased till the seventh month of lactation. Such tendency was characteristic of all animal groups.

Keywords: cow, organism, energy supply, metabolism.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ КОРІВ В УМОВАХ РІЗНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

М. Д. Камбур,

Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кондратьєва, 160/5, м. Суми, 40021, Україна

У статті наведені дані щодо перетравлення та використання поживних речовин в організмі корів в умовах різного енергетичного забезпечення. Результати проведених досліджень свідчать, що баланс азоту був позитивним у тварин усіх груп. Використано азоту тваринами першої (контрольної) групи 24,54 % від споживаного та 30,24 % від перетравного. У другій і третій групі показники склали відповідно: 28,58–35,59 % і 37,95–45,86 %. Усього засвоєно азоту коровами першої групи 264,86 г, що склало 45,99 % від споживаного й 56,53 % від перетравного. У другій групі ці показники склали: 277,19 г, 49,82 % та 61,66 %. Баланс кальцію характеризується високим рівнем перетравлення цього елемента в організмі корів усіх груп на другому місяці лактації. Тваринами контрольної групи всього використано від спожитого 131,55 г кальцію, що склало 69,45 % від спожитого та 99,62 % від перетравленого. У тварин другої та третьої груп ці показники відповідно склали: 124,63; 63,64; 99,59 %; та 151, 83; 69,59 і 92,719 %. Високий рівень використання поживних речовин сприяв

тому, що молочна продуктивність корів контрольної групи в період лактації склала: 4387,3 кг натурального і 4168,4 кг 4 % молока. Від корів другої групи в середньому отримано 4484,6 кг натурального молока і 4541,9 кг 4 % молока. Річний надій натурального молока від корів третьої групи склав 5250,5 кг, а 4 % молока – 5494,9 кг, що в 1,20–1,32 рази більше, ніж у корів контрольної групи ($p < 0,01$). За шість місяців лактації жирність молока була вищою у корів дослідних груп. Цей показник у контрольній групі становив 3,69 %, а у тварин другої та третьої груп відповідно 3,90 % та 3,97 %. Найменший відсоток жиру в молоці реєстрували під час найбільш великих добових надоях. Відсоток жиру в молоці помітно знижується до четвертого місяця лактації, а потім знов зростає до сьомого місяця лактації. Така тенденція була характерною для тварин усіх груп.

Ключові слова: корова, організм, енергетичне забезпечення, метаболізм, обмін речовин.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ КОРОВ ПРИ УСЛОВИИ РАЗНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

М. Д. Камбур,

Сумской национальный аграрный университет, ул. Герасима Кондратьева, 160/5, г. Сумы, 40021, Украина

В статье приведены данные относительно переваривания и использования питательных веществ в организме коров в условиях различного энергетического обеспечения. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что баланс азота был положительным у животных всех групп. Использованы азота животными первой (контрольной) группы 24,54 % от потребляемого и 30,24 % от перевариваемого азота. Во второй и третьей группе данные показатели составили соответственно: 28,58–35,59 % и 37,95–45,86 %. Всего использовано азота коровами первой группы 264,86 г, что составило 45,99 % от принятого и 56,53 % от перевариваемого. Во второй группе данные показатели составили: 277,19 г, 49,82 % и 61,66 %. Баланс кальция характеризуется высоким уровнем использования этого элемента коровами всех групп на втором месяце лактации. Животными контрольной группы всего использовано от применяемого 131,55 г кальция, что составило 69,45 % от принятого, и 99,62 % от перевариваемого. У животных второй и третьей группы данные показатели соответственно составили: 124,63; 63,64; 99,59; и 151,83; 69,59 и 92,719 %.

Ключевые слова: корова, организм, энергетическое обеспечение, метаболізм, обмен веществ.

Вступ

Отримання високої молочної продуктивності від корів пов'язана з великим навантаженням на організм, що супроводжується інтенсифікацією обміну речовин, необхідністю забезпечення тканин молочної залози попередниками для синтезу компонентів молока, депонування енергії в організмі, формування відповідних умов для росту і розвитку плоду та отримання життєздатного приплоду. Всі ці процеси в організмі корів як правило відбуваються паралельно і вимагають надзвичайної уваги до забезпечення організму тварин енергією. Однак ця проблема в умовах виробництва залишається поза увагою та вимагає подальшого дослідження.

Проведені дослідження були складовою частиною тематичного плану «Розробки мультипараметричної системи виробництва молока на основі секретотворюючої функції молочної залози, пренатального розвитку тваринного організму і методів їх корекції» (номер державної реєстрації 0108U10281).

Будь-яке порушення годівлі високопродуктивних корів призводить до виникнення метаболічних хвороб, насамперед кетозу, захворювань печінки, нирок, серця, ендокринних залоз, дистонії передшлунків, ураження кінцівок, зміщення сичуга тощо. Унаслідок незбалансованої годівлі відбувається масова захворюваність тварин, що призводить до передчасного вибуття корів із продуктивного стада, значних витрат і зниження рентабельності галузі [1, 2]. Між підвищенням рівня годівлі і продуктивністю тварин існує пряма залежність. Чим вища продуктивність, тим більше кормів повинна споживати корова. Узагальнення фізіологічних досліджень і практичних результатів свідчить про те, що споживання кормів раціону залежить від ступеня наповнення рубця і кишківника, швидкості перетравлення, просування кормових мас по травному тракту, всмоктування продуктів травлення, насичення рідких тканин організму (гуморальна система) продуктами обміну [3, 4]. Збільшення або зни-

ження активності процесів, що регулюють споживання корму, контролюється центральною нервовою системою. Відповідно до фізіологічних потреб корів, що знаходяться в запуску або з невисокими надоями, споживають 12–18 кг сухої речовини корму [5, 6]. Найбільшу кількість кормів корови споживають у кінці 2–3-го місяця лактації. Однак при високих надоях тварини не у змозі спожити стільки кормів, щоб повністю відновити витрати поживних речовин на утворення молока (період негативного енергетичного балансу) [6]. У цьому випадку корови використовують депоновану енергію і поживні речовини з тканин власного тіла. Корови з високою продуктивністю можуть споживати сухої речовини до 4–4,3 кг і навіть до 4,6 кг на 100 кг маси тіла, що в абсолютних величинах сягає 24–27 кг сухої речовини на одну тварину за добу. Таке споживання сухої речовини можливе з раціону, який містить високоякісні корми, які багаті на легко перетравні речовини і передусім легко перетравну клітковину. Клітковина перетравлюється загалом у передшлунках, тому і рівень споживання кормів, які містять багато клітковини, залежить від об'єму передшлунків і швидкості перетравлення в ньому корму [5, 7, 8]. Обмін енергії в організмі жуйних тварин тісно пов'язаний з обміном легко перетравних вуглеводів. Присутність останніх у раціонах впливає на загальний рівень ЛЖК (леткі жирні кислоти) і співвідношення їх у рубці, використання азоту, рівень і якість молочної продукції [7, 8]. Вони посилюють утворення пропіонової кислоти в рубці, яка використовується головно для синтезу глюкози, глікогену і жиру тіла [9, 10, 11]. Утворення великої кількості масляної кислоти в рубці або потрапляння її з недоброякісним кормом призводить до накопичення кетонів у крові і спричиняє захворювання типу кетозів [12, 8]. Не менш важливим є співвідношення сумарної кількості цукру і крохмалю до перетравного протеїну, і воно зростає від 2,3 : 1 до 2,7 : 1 (в середньому 2,5 : 1) за умови збільшення продуктивності в корів [13, 15]. Недостатня кількість енергії в кормах раціону призводить до порушення процесу засвоєння протеїну через те що споживання великої кількості сухої речовини обмежене і за цих умов повинна зростати і концентрація енергії у кілограмі сухої речовини раціону [1, 2, 14]. Ця проблема вимагає ретельного дослідження і використання в умовах виробництва результатів.

У зв'язку з вищенаведеним, метою наших досліджень було встановити вплив різного рівня енергетичного забезпечення організму корів на перетравлення поживних речовин корму та їх використання на молочну продукцію.

Матеріали і методи досліджень

Для проведення досліджень нами в умовах господарства «Сад» були сформовані три групи корів (по 10 тварин у кожній) на початку лактації. Упродовж першого місяця лактації тварини усіх трьох груп перебували на зрівняльному періоді досліду. На початку другого місяця лактації тварини другої та третьої групи отримували з кормами раціону підвищений рівень енергії на 10–12 % більше, порівняно з коровами контрольної групи, що забезпечувалося додатковим надходженням кормового буряку та концентрованих кормів.

Упродовж усієї лактації в кінці кожного місяця досліду проводили відбір зразків крові, вмісту рубця та молока від 5 корів з кожної групи. Балансовий дослід був проведений у кінці другого місяця лактації. Вміст жиру в молоці визначали з допомогою напівавтоматичного апарату «Мілкотестер–3»; білка – з допомогою білкоміра «БМЦ–1». Під час досліду враховували індивідуальну масу тіла і молочну продуктивність тварин (раз на місяць). Хімічний склад молока визначали по мірі відбору проб при проведенні контрольного доїння.

При проведенні балансового досліду з метою вивчення перетравності поживних речовин раціону, балансу азоту, кальцію, фосфору в фізіологічні групи включали не менше трьох тварин досліджуваної групи. Підготовчий період балансового досліду продовжувався не менше 14 днів, обліковий – 10 днів. Упродовж облікового періоду враховували: кількість заданих та неспожитих кормів; кількість виділеного калу та сечі. Під час проведення експериментальних досліджень дотримувалися міжнародних вимог «Про захист тварин від жорстокого поводження».

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать, що баланс азоту (табл. 1) виявився позитивним у тварин усіх груп.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Баланс азоту в корів у період лактації

Показники	Групи		
	1	2	3
Прийнято азоту, г	576,72	584,5	753,61
Видалено азоту:			
- з калом, г	108,65	111,84	129,98
- з сечею, г	203,43	180,49	205,34
- з молоком, г	123,12	124,10	131,06
Відкладено в тілі, г	141,56	168,09	287,23
Використано, в % від:			
- прийнятого	24,54	28,58	37,95
- перетравленого	30,24	35,59	45,86
Використано на молоко, в %:			
- від прийнятого	21,36	21,24	17,42
- від перетравленого	26,29	26,24	21,06
Разом використано, в % від:			
- прийнятого	264,68	277,19	418,29
- перетравленого	45,90	49,82	55,36
- перетравленого	56,53	61,66	66,91

Використано азоту тваринами першої (контрольної) групи 24,54 % від споживаного та 30,24 % від перетравного азоту. У другій і третій групі показники склали відповідно: 28,58 – 35,59 % і 37,95 – 45,86 %. Усього використано азоту коровами першої групи 264,86 г, що склало 45,99 % від спожитого й 56,53 % від перетравного. У другій групі ці показники склали: 277,19 г, 49,82 % та 61,66 %. Тваринами третьої групи використано 418,29 г азоту, що становить 55,36 % від прийнятого і 66,91 % від перетравленого. Баланс кальцію (табл. 2) характеризується великим рівнем використання цього елемента коровами усіх груп на другому місяці лактації. Тваринами контрольної групи всього використано від вживаного 131,55 г кальцію, що склало 69,45 % від спожитого та 99,62 % від перетравленого. У тварин другої та третьої групі показники відповідно склали: 124,63; 63,64; 99,59; та 151, 83; 69,59 і 92,719 %. Деяко менший рівень використання кальцію тваринами другої групи, можливо пов'язано з тим, що корови виділили з калом 70,59 г. кальцію при 57,99 г у тварин контрольної групи і 66,03 г коровами третьої групи.

2. Баланс кальцію в організмі корів (2 місяць лактації)

Показники	Групи		
	1	2	3
Прийнято, г	189,34	195,73	210,31
Видалено, г з калом	57,29	70,59	66,03
Перетравлено:			
- в г	132,05	125,14	152,28
- у %	69,71	63,89	69,79
Виділено, г у сечі	0,51	0,51	0,44
Виділено, г у молоці	17,17	11,21	12,25
Відкладено в тілі, г:			
- в % від прийнятого	114,38	113,43	139,58
- в % від перетравленого	60,35	57,95	64,01
	86,36	90,68	91,60
Використано на молоко, в %:			
- від прийнятого	9,1	5,71	5,58
- від перетравленого	13,25	8,91	8,10
Разом використано, г:			
- в % від прийнятого	131,69	124,63	151,83
- в % від перетравленого	69,45	63,64	69,59
- в % від перетравленого	99,62	99,59	92,71

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Картина балансу фосфору в організмі корів усіх груп відповідала картині балансу кальцію. Тваринами другої групи виділено фосфору 38,80 г при 31,21 г тваринами контрольної і 37,76 г коровами третьої групи. Але необхідно відмітити, що фосфору виділеного з молоком 20,71 г тваринами другої групи, 21,58 г коровами контрольної групи і 23,61 г тваринами третьої групи. Відкладено фосфору в організмі корів другої групи 17,40 г, що на 6,93 г менше, ніж у тварин контрольної групи і на 22 г, ніж у корів третьої групи. Усього використано фосфору коровами контрольної групи 45,91 г, що складає 59,19 % від прийнятого і 99,04 % від перетравленого. У тварин третьої групи ці показники склали 62,11 % та 99,30 % відповідно.

За шість місяців лактації жирність молока була більш висока в корів дослідних груп. Цей показник у контрольній групі склав 3,69 %, а у тварин другої та третьої групи 3,90 % та 3,97 % відповідно. Отримані дані свідчать про те, що найменший відсоток жиру в молоці міститься при найбільш високих добових надоях. Відсоток жиру в молоці помітно знижується до четвертого місяця лактації, а потім знов зростає до сьомого місяця лактації. Причому така картина характерна для тварин усіх груп.

Молочна продуктивність корів (табл. 3) контрольної групи в період лактації склала: 4387,3 кг натурального і 4168,4 кг 4 %-го молока.

3. Продуктивність корів і оплата корму за весь період лактації

Показники	Групи		
	1	2	3
Надоєно на корову літрів:			
- натурального молока	4387,3	4484,6	5250,5
- 4 % молока	4168,4	4541,9	5494,9
Витрачено на 1 літр молока, к. од:			
- натурального молока	0,85	1,04	1,09
- 4 % молока	0,89	1,02	1,04
Вміст жиру в молоці, %	3,8	4,05	4,26

Від корів другої групи в середньому отримано 4484,6 кг натурального молока і 4541,9 кг 4 % молока. Річний надій натурального молока від корів третьої групи склав 5250,5 кг, а 4 % – 5494,9 кг. У контрольній групі витрачено 0,85 кормових одиниць на виробництво одного літра натурального молока та 0,89 кормових одиниць на 1 літр 4 % молока. У другій і третій групі дані показники зростали відповідно на: 0,19; 0,13 та 0,24 і 0,15 кормових одиниць. Показники якості молока свідчать про більш високий рівень наявності жиру в секреті молочної залози корів дослідних груп. Наявність білка склала 3,68 % в молоці корів у другій групі. У тварин контрольної і третьої дослідної групи цей показник дорівнює 3,59 %. Наявність сухого залишку в молоці корів третьої групи склала 13,43 %, а у контрольній і другої групі, 12,16 та 12,15 % відповідно. Відновлення маси тіла тваринами до маси тіла перед отелом спостерігали до кінця 6 місяця лактації. Наприкінці 5 місяця лактації тварини контрольної групи мали 98 % маси тіла, а дослідні – 95–96 % до маси тіла на початку лактації.

Висновки

1. Молочна продуктивність корів контрольної групи у період лактації склала: 4387,3 кг натурального і 4168,4 кг 4 % молока. Від корів другої групи, в середньому, отримано 4484,6 кг натурального молока і 4541,9 кг 4 %-го молока. Річний надій натурального молока від корів третьої групи склав 5250,5 кг, а 4 % молока – 5494,9 кг.

2. У тварин всіх груп баланс азоту був позитивний. Тваринами першої (контрольної) групи використано 24,54 % від спожитого і 30,24 % від перетравлено азоту. У тварин другої та третьої групи ці показники склали відповідно: 28,58 – 35,59 % і 37,95 – 45,86 %.

3. У молоці корів другої групи вміст білку склав 3,68 %. У тварин контрольної і третьої дослідної групи цей показник дорівнює 3,59 %. Наявність сухого залишку в молоці корів третьої групи склала 13,43 %, а у контролі і другій групах, 12,16 та 12,15 % відповідно.

4. Результати досліджень дозволяють рекомендувати збільшувати енергетичне забезпечення високопродуктивних корів на 10–12 % з другого місяця лактації.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження з цієї проблеми дають змогу визначати перетравлення поживних речовин в організмі корів в умовах різного енергетичного забезпечення, їх використання на молочну продукцію.

References

1. Bordunova, O. H., Kraievskiy, Y. A., & Chivanov, V. D. (2009). *Vykorystannia plazmovo-desorbtsiinoi mas-spektrometrii v doslidzhenniakh produktiv ptakhivnyystva ta tvarynyystva: metodychni rekomendatsii*. Sumy [in Ukrainian].
2. Vlizlo, V. V. (Ed.). (2004). *Fiziolo-ho-biokhimichni metody doslidzhen u biolohii, tvarynyystvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk*. Lviv: VKP «VMS» [in Ukrainian].
3. Hordiichuk, L. M. (2012). Letki zhyrni kysloty u krovi i molotsi ta molochna produktyvnist koriv za riznogo vmistu klitkovyny v ratsioni. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biolohii tvaryn i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*, 13 (1–2), 24–28 [in Ukrainian].
4. Kambur, M. D., & Zamazii, A. A. (2009). Vplyv enerhetychnoho zabezpechennia orhanizmu koriv na sekretornu funktsiiu molochnoi zalozy i zhyttiezdatnist pryplodu. *Naukovo-tekhnichnykh biuleten Instytutu biolohii tvaryn i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*, 10 (1–2), 45–50 [in Ukrainian].
5. Kurtiak, B. M., & Ivaniak, V. V. (2000). Zminy vmistu okremykh klasiv lipidiv u plazmi koriv u kintsi tilnosti i na pochatku laktatsii. *Biolo-hiia tvaryn*, 2 (1), 84–87 [in Ukrainian].
6. Mazurkevych, A. Y., Karpovskiy, V. I., & Kambur, M. D. (2012). *Fiziolo-hiia tvaryn: pidruchnyk*. Vinnytsia: Nova knyha [in Ukrainian].
7. Tkach, I. M. (2010). Vplyv spivvidnoshennia krokhmaliiu ta zhyru v ratsioni na rubtsevu fermentatsiiu ta molochnu produktyvnist koriv. *Naukovo-tekhnichnykh biuleten Instytutu biolohii tvaryn i DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok*, 11 (1) 136–140 [in Ukrainian].
8. Khan, M. J., Hosseini, A., Burrell, S., Rocco, S. M., McNamara, J. P., & Loor, J. J. (2013). Change in subcutaneous adipose tissue metabolism and gene network expression during the transition period in dairy cows, including differences due to sire genetic merit. *Journal of Dairy Science*, 96 (4), 2171–2182. doi:10.3168/jds.2012-5794.
9. Lean, I. J., Van Saun, R., & DeGaris, P. J. (2013). Energy and Protein Nutrition Management of Transition Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29 (2), 337–366. doi:10.1016/j.cvfa.2013.03.005.
10. Loor, J. J., Bionaz, M., & Invernizzi, G. (2011). Systems Biology and Animal Nutrition: Insights from the Dairy Cow during Growth and the Lactation Cycle. M. F.W. Pas, H. Woelders, A. Bannink (Ed.). *Systems Biology and Livestock Science*, 215–245. doi:10.1002/9780470963012.ch9.
11. Rabelo, E., Rezende, R. L., Bertics, S. J., & Grummer, R. R. (2003). Effects of Transition Diets Varying in Dietary Energy Density on Lactation Performance and Ruminant Parameters of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86 (3), 916–925. doi:10.3168/jds.s0022-0302(03)73674-1.
12. Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Collier, R. J., Sanders, S. R., Weber, W. J., Crooker, B. A., & Baumgard, L. H. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*, 92 (5), 1986–1997. doi:10.3168/jds.2008-1641.
13. Sales, J., Homolka, P., & Koukolová, V. (2010). Effect of dietary rumen-protected choline on milk production of dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93 (8), 3746–3754. doi:10.3168/jds.2010-3106.
14. Van Kneysel, A. T. M., van der Drift, S. G. A., Čermáková, J., & Kemp, B. (2013). Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy balance, health, and fertility: A systematic review. *The Veterinary Journal*, 198 (3), 707–713. doi:10.1016/j.tvjl.2013.10.005.
15. Zahra, L. C., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Overton, T. R., Putnam, D., & LeBlanc, S. J. (2006). Effects of Rumen-Protected Choline and Monensin on Milk Production and Metabolism of Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89 (12), 4808–4818. doi:10.3168/jds.s0022-0302(06)72530-9.

Стаття надійшла до редакції 22.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Камбур М. Д. Використання поживних речовин в організмі корів за умов різного енергетичного забезпечення. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 165–170.

© Камбур Марія Дмитрівна, 2019



review article | UDC 636.09:579.882:614.4 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.23

GENERALIZING THE INFORMATION REGARDING CHLAMYDIAL INFECTIONS AND THEIR ZOONOTIC POTENTIAL

V. Zezekalo,

ORCID ID: [0000-0003-1430-813X](https://orcid.org/0000-0003-1430-813X), E-mail: v.zezekalo@gmail.com,

S. Peredera,

ORCID ID: [0000-0001-6363-878X](https://orcid.org/0000-0001-6363-878X), E-mail: 13peredera@ukr.net,

N. Shcherbakova,

ORCID ID: [0000-0002-3573-7673](https://orcid.org/0000-0002-3573-7673), E-mail: peredera@ukr.net,

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

The aim of this paper is to provide updated and generalized the information regarding chlamydial infections in both domestic and wild animal species, with an emphasis on the diseases that are caused by certain species of chlamydia and its zoonotic potential, and also to explain regarding the host range expansion for various types of chlamydia and chlamydia-related organisms. The following research methods were used: system analysis of available scientific sources, empirical method (according to a comprehensive assessment of the current state of the research object), abstract-logical – to clarify the essence of the basic concepts. Chlamydiae are extremely widespread around the world; they cause a wide range of diseases of various organs and systems. Chlamydiae cover a broad host range: protozoa, arthropods, fish, birds, wild animals, livestock, domestic animals, humans, and so on. Chlamydiae adapt well and multiply in the epithelial cells of the mucous membranes of the respiratory system, urogenital system, digestive tract organs, and in the cells of the reticulo-endothelial system. The nature of the pathological changes caused by chlamydiae depends on the types of chlamydias, their tropism and the route of infection. The broad host range that can be infected and the variety of clinical manifestations make it difficult to standardize diagnostic approaches for these pathogens. There is an increase in the host range for the known species, and new species are emerging that pose a threat to animal and human health. The number of species that pose a potential zoonotic threat has increased, and pet owners, agricultural workers and other people who have direct contact with animals should take this into account. The updated and generalized information on chlamydial infections of both domestic and wild animal species is presented, with an emphasis on diseases, which are caused by certain types of chlamydiae and their zoonotic potential. Explanations are given regarding the host range expansion for various types of chlamydiae and chlamydia-related organisms. The information provided can be used in scientific research, introduced into the educational process in the field of veterinary medicine, and can also be used by practicing veterinary doctors in order to improve the treatment and prevention of animal and human chlamydioses.

Key words: *chlamydial infection in animals, chlamydia-like organisms, chlamydia-related bacteria, zoonoses, pathogenicity, infection.*

УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ХЛАМІДІЙНИХ ІНФЕКЦІЙ ТВАРИН ТА ЇХ ЗООНОЗНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

В. К. Зезекало, С. Б. Передера, Н. С. Щербакова,

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

Ця оглядова стаття покликана надати оновлену і узагальнену інформацію щодо хламідійних інфекцій як свійських, так і диких видів тварин, з акцентом на захворюваннях, які спричиняють ті чи

ті види хламідій та їх зоонозного потенціалу. Дати роз'яснення, щодо розширення кола господарів для різних видів хламідій та хламідіє-споріднених організмів. Хламідії надзвичайно розповсюджені по всьому світу, вони викликають широкий спектр захворювань різних органів та систем. Хламідії охоплюють значне коло хазяїв: найпростіших, членистоногих, риб, птахів, диких тварин худоби, домашніх тварин, людини, тощо. Хламідії добре адаптуються і розмножуються в епітеліальних клітинах слизових оболонок респіраторної системи, сечостатевої системи, системи органів травлення, і в клітинах ретикуло-ендотеліальної системи. Характер патологічних змін, спричинених хламідіями залежить від видів хламідій, їх тропізму та шляху інфікування. Широкий діапазон господарів, що може бути інфікований, та різноманітність клінічних проявів ускладнює стандартизацію діагностичних підходів для цих патогенів. Спостерігається розширення кола господарів для відомих видів та з'являються нові види, що становлять загрозу для здоров'я тварин та людини. Збільшилась і кількість видів, які несуть потенційну зоонозну загрозу, на що необхідно зважати власникам домашніх тварин, робітникам сільського господарства та іншим людям, які мають безпосередній контакт з тваринами. Представлена оновлена й узагальнена інформація щодо хламідійних інфекцій як свійських, так і диких видів тварин, з акцентом на захворюваннях, що викликають ті чи ті види хламідій та їх зоонозного потенціалу. Надано роз'яснення щодо розширення кола господарів для різних видів хламідій та хламідіє-споріднених організмів. Надана інформація може бути використана в наукових дослідженнях, впроваджена в навчальний процес при підготовці спеціалістів у галузі ветеринарної медицини, а також використовуватися практикуючими лікарями ветеринарної медицини з метою покращення лікування та профілактики хламідіозів тварин та людини.

Ключові слова: хламідіози тварин, хламідіє-подібні організми, хламідіє-споріднені бактерії, зоонози, патогенність, інфекція.

ОБОБЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ КАСАТЕЛЬНО ХЛАМИДИЙНЫХ ИНФЕКЦИЙ ЖИВОТНЫХ И ИХ ЗООНОЗНОГО ПОТЕНЦИАЛА

В. К. Зезекало, С. Б. Передера, Н. С. Щербакова,

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

Эта обзорная статья призвана предоставить обновленную и обобщенную информацию относительно хламидийных инфекций как домашних, так и диких видов животных, с акцентом на заболеваниях, которые вызывают те или иные виды хламидий и их зоонозного потенциала. А также дать разъяснения касательно расширения круга хозяев для различных видов хламидий и хламидиеподобных организмов. Хламидии охватывают широкий круг хозяев: простейших, членистоногих, рыб, птиц, диких животных скота, домашних животных, человека и тому подобное. Характер патологических изменений, вызванных хламидиями зависит от хозяина, видов хламидий, их тропизма и пути инфицирования. Наблюдается расширение круга хозяев для известных видов и появляются новые виды патогенов, представляющие угрозу для здоровья животных и человека. Увеличилось и количество видов хламидий, которые несут потенциальную зоонозную угрозу, и это следует учитывать владельцам домашних животных, рабочим сельского хозяйства и другим людям, которые имеют непосредственный контакт с животными.

Ключевые слова: хламидиозы животных, хламидие-подобные организмы, хламидие-родственные бактерии, зоонозы, патогенность, инфекция.

Вступ

Представники порядку *Chlamydiales*, поширені в усьому світі, спричиняють широкий діапазон захворювань людини, худоби, домашніх тварин, а також диких та екзотичних тварин. Понад те, вони можуть зберігатися у вигляді безсимптомних інфекцій протягом тривалого часу. Більше 400 видів господарів було задокументовано в усьому світі, більшість з них дикі тварини [2, 3, 4, 16].

В останнє десятиліття відбулося швидке збільшення кількості представників порядку *Chlamydiales*, зростає і чисельність повідомлень про патогенний потенціал нововідкритих видів [5, 74, 75, 76]. Водночас науковцями різних країн триває вивчення вже відомих представників, оскільки проблема хламідіозів надзвичайно важлива натеper.

Огляд літератури дає змогу охарактеризувати нововиявлених представників, узагальнити наявну інформацію щодо патогенності хламідійних видів, клінічних проявів хламідіозів та діапазону господарів.

На сьогоднішній день до порядку *Chlamydiales*, входять 9 родин: *Chlamydiaceae*, *Waddliaceae*, *Parachlamydiaceae*, *Criblamydiaceae*, *Simkaniaceae*, *Ca. Clavochlamydiaceae*, *Ca. Rhabdochlamydiaceae*, *Ca. Piscichlamydia*, *Ca. Parilichlamydiaceae*, чотири з яких перебувають у статусі кандидатів. До родини *Chlamydiaceae*, роду *Chlamydia* належать 11 видів: *C. abortus*, *C. avium*, *C. caviae*, *C. felis*, *C. gallinacea*, *C. muridarum*, *C. pecorum*, *C. pneumoniae*, *C. psittaci*, *C. suis*, *C. trachomatis* і три кандидати: *Ca. Chlamydia ibidis*, *Ca. Chlamydia sanzina*, *Ca. Chlamydia corallus* [1].

Для позначення бактерій, що належать до порядку *Chlamydiales*, але не належать до родини *Chlamydiaceae*, використовують такі термини як хламідіє-споріднені бактерії (*Chlamydia*-related bacteria, CRBs), хламідіє-подібні організми (*Chlamydia*-like organisms, CLOs) [38]. Раніше їх ще називали «екологічними», тобто такими, що на відміну від «патогенних» не призводять до захворювань і в нормі знаходяться в навколишньому середовищі. Наразі доведено патогенний потенціал хламідіє-подібних мікроорганізмів, тому назва «екологічні хламідії» майже не використовується. Можливо, найкращим прикладом таких бактерій є *Waddlia chondrophila* та *Parachlamydia acanthamoebae*, вони згадуються в численних публікаціях у зв'язку з абортми, пневмоніями, респіраторними захворюваннями ВРХ та людини [7, 11, 12, 14, 19, 21, 32, 43, 84, 85].

Хламідіози діагностують на всіх континентах земної кулі. Хламідіози можуть мати гострий, хронічний та латентний перебіг. Залежно від виду хазяїна та виду хламідій, що спричиняють захворювання, вони можуть мати перебіг як безсимптомної інфекції, так і важкої небезпечної для життя хвороби, а також як моноінфекції, так і в асоціації з вірусами й патогенними бактеріями. Тварини, які перехворіли на хламідіоз, і ті, інфекція у яких мала безсимптомний характер, можуть надовго залишатися хламідієносіями [1–4].

Хламідії добре адаптуються і розмножуються в епітеліальних клітинах слизових оболонок респіраторної системи, сечостатевої системи, системи органів травлення і в клітинах ретикуло-ендотеліальної системи.

Прояви захворювання за умови хламідійних інфекцій залежать від господаря і тропізму хламідійного виду, що призводить до запальних процесів різноманітних тканини. Захворювання може проявлятися кон'юнктивітами від легкого перебігу до помутніння рогівки, кератитами, ринітами, фарингітами бронхітами, пневмоніями, абортми, кістами яєчників, вагінітами, ендометритами, цервіцитами, сальпінгітами, везикулітами, маститами, ілеїтами, гепатитами, проктитами, перитонітами, ентеритами, енцефалітами, поліартритами, безпліддям, ендокардитами та гранульоматозним запаленням внутрішніх органів, а також захворюванням зябер риб [3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 77, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85].

Широта клінічних проявів, різноманітність варіантів перебігу хламідіозів, широке коло господарів, тривале хламідієносієство, відсутність стандартних діагностичних підходів надзвичайно ускладнюють діагностику хламідіозів (табл. 1, 2)

Упровадження та вдосконалення досліджень на молекулярному рівні дає можливість не тільки виявити нові хламідійні види, але визначити можливі варіанти хазяїв для існуючих видів (табл. 3, 4).

Chlamydia abortus – збудник, що вражає здебільшого свиней, овець, кіз, велику рогату худобу, диких тварин і призводить, загалом, до захворювання репродуктивних органів, що проявляються як вагініти, ендометрити, везикуліти та латентні мастити. Розширення кола господарів *Chlamydia abortus* не обмежується тільки людиною [27, 45, 46], є інформація щодо виявлення цього виду в котів, курей і навіть молюсків [27, 45, 46] (табл. 3).

Доведено, що *Chlamydia caviae*, вид, виділений з кон'юнктиви морської свинки (*Cavia cobaya*) [49], та *Chlamydia felis*, що спричиняє кон'юнктивіти, риніти, пневмонії та урогенітальні ураження у свійських і диких м'ясоїдних родини котячих (*Felidae*) [3], може становити небезпеку для людини [71].

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Клінічні прояви хламідіозів, пов'язаних з бактеріями роду *Chlamydia*

Види хламідій	Клінічні прояви	Джерело
<i>Chlamydia abortus</i>	аборти, вагініти, ендометрити, везикуліти, мастити	27, 45, 46
<i>Chlamydia avium</i>	описані не достатньо	59
<i>Chlamydia caviae</i>	фолікулярні кон'юнктивіти, кератити	49
<i>Chlamydia felis</i>	кон'юнктивіти, риніти	3, 71
<i>Chlamydia gallinacea</i>	описано не достатньо	59, 44
<i>Chlamydia muridarum</i>	пневмонії, ілеїти	29, 35
<i>Chlamydia pecorum</i>	ДРХ – енцефаліти, поліартрити, пневмонії, ентерити, вагініти, ендометрити, і ВРХ – поліартрити, ентерити, пневмонії; у свиней – кератокон'юнктивіти, вагініти, кісти яєчників, коали – безпліддя	16, 54, 61, 79, 80
<i>Chlamydia pneumonia</i>	риніти, пневмонії, кон'юнктивіти, ентерити, гранульоматозне запалення внутрішніх органів	44
<i>Chlamydia psittaci</i>	кон'юнктивіти, пневмонії, ентерити, гепатити	41, 50, 55, 60, 37, 41, 55, 60, 44, 81
<i>Chlamydia trachomatis</i>	атеросклерози, кон'юнктивіти, фарингіти, бронхіти; пневмонії, уретрити, епідидиміти; цервіцити, ендокардити, ендометрити, сальпінгіти, безпліддя, проктити, гепатити, перитоніти	52, 53, 57, 65, 42
<i>Chlamydia suis</i>	кон'юнктивіти, пневмонії, ентерити, поліартрити	61, 22
<i>Ca. Chlamydia ibidis</i>	ентерити, респіраторні захворювання	59, 77
<i>Ca. Chlamydia sanzinia</i>	описані не достатньо	73
<i>Ca. Chlamydia corallus</i>	описані не достатньо	73

2. Клінічні прояви хламідіозів, пов'язаних із хламідіє-спорідненими бактеріями

Види патогенів	Клінічні прояви	Джерело
<i>Waddlia chondrophila</i>	аборти	8, 9, 10, 11, 12, 23, 85
<i>Parachlamydia acanthamoeba</i> <i>Parachlamydiaceae Uncultured</i>	аборти, пневмонія, респіраторні захворювання	6, 7, 11, 12, 14, 19, 33, 34, 36, 43, 82, 84, 85
<i>Protochlamydia naegleriophila</i>	респіраторні захворювання	17
<i>Simkania negevensis</i>	респіраторні захворювання	31, 39, 78
<i>Rhabdochlamydia sp.</i>	респіраторні захворювання	43, 51
<i>Neochlamydia sp.</i>	хвороби очей	78, 76
<i>Ca. Rhabdochlamydia crassificans</i>	набряки	18
<i>Simkaniaceae Uncultured</i>	гранульоматозне запалення	53
<i>Ca. Clavochlamydia salmonicola</i> <i>Ca. Piscichlamydia salmonis</i> <i>Ca. Parilichlamydia carangidicola</i> <i>Ca. Actinochlamydia clariae</i> <i>Ca. Similichlamydia laticola</i> <i>Ca. Similichlamydia labri</i> <i>Ca. Similichlamydia latridicola</i> <i>Ca. Renichlamydia lutjani</i> <i>Syngnamydia venezia</i> <i>Neochlamydia</i> -подібні	захворювання зябер, епітеліоцистоз (epitheliocystis)	34, 40, 62, 24, 26, 62, 69, 67, 64, 70, 67, 68, 20, 30, 25, 69

C. trachomatis напевне найвідоміший представник *Chlamydiaceae*, тому що спричиняє захворювання людини, понад те є найбільш поширеною причиною хвороб людини, що передаються статевим шляхом, у всьому світі. Інфекції статевих шляхів, спричинені хламідіями, призводять до запалення статевих шляхів, безпліддя або позаматкової вагітності, крім цього *C. trachomatis* пов'язують з атеросклерозом, кон'юнктивітами, фарингітами, бронхітами, пневмоніями, уретритами, епідидимітами; цервіцитами, ендометритами, сальпінгітами, проктитами, гепатитами, перитонітами, ендокардитами. Варто зазначити, що *C. trachomatis* в лабораторних умовах може викликати захворювання свиней, а також ДНК

C. trachomatis було виявлено при дослідженні птахів у Польщі [52, 53, 57, 65, 42].

Захворювання птахів загальновідомі під назвами пситтакоз або орнітоз, зумовлені інфекцією пов'язаною з *Chlamydia psittaci*. *Chlamydia psittaci* трапляється у понад 465 птахів видів, зокрема й домашніх, птахів-компаньонів і диких птахів. Захворювання птахів супроводжується кон'юнктивітами, пневмоніями, ентеритами, гепатитами. Серед бактеріальних інфекцій птахів саме хвороби, спричинені збудником *Chlamydia psittaci*, найчастіше є причиною загибелі птахів [41, 50, 55, 60, 81]. Нещодавно було описано нові не типові представники *Chlamydia* як патогени домашніх (*Chlamydia gallinacea*), синантропних (*Chlamydia avium*), [59] та диких птахів (*Ca. Chlamydia ibidis*) [77]. Є відомості щодо про виявлення традиційно патогенного для мишей та морських свинок виду *Chlamydia muridarum* у мазках свійських курей, качок та гусей [29, 35]. Крім того, відомо про виявлення ДНК *C. gallinacea*, *C. psittaci*, *C. pneumoniae* у зразках крові та вагінальних мазках корів у Китаї [44] *Chlamydia psittaci*, визнаний пташиний патоген, є причиною зоонозів. Більшість із захворювань людини, спричинених *Chlamydia psittaci*, здебільшого трапляються серед робітників, що працюють із птахами, людьми, які утримують птахів, та працівниками охорони здоров'я. Зоонози, що пов'язані з *C. psittaci*, можуть мати безсимптомний перебіг, або призводять до тяжких системних захворювань, пневмонії, міокардії, енцефалітам [37, 41, 55, 60]. Досить рідкісна, але ж не виключена, безпосередня передача збудника від людини до людини та безпосередня передача серед інших видів савців [15, 61, 81] (табл. 3). *Chlamydia psittaci* може передаватися від інфікованих тварин, таких як велика рогата худоба, буйволи, вівці та кози людям, які знаходяться в безпосередньому контакті з ними. 2014 року в Австралії 9 робітників: 6 студентів-ветеринарів і три співробітники кінного господарства контактували з аномальною плацентою, з якої була виділена *C. psittaci*. Згодом, після цього контакту, на підставі наявних клінічних ознак пневмонії, рентгенографії грудної клітини з наступним серологічним дослідженням було діагностовано п'ять випадків людського пситтакозу. Є й інші випадки зараження *C. psittaci* без безпосереднього контакту людини та птахів [15].

Chlamydia pecorum пов'язують з енцефалітами, поліартритами, пневмоніями, ентеритами, вагінітами, ендометритами дрібної рогатої худоби; поліартритами, ентеритами, пневмоніями корів; кератокон'юнктивітами, вагінітами, кістами яєчників диких тварин, свиней та безпліддям коал [54, 61, 79, 80]. Bachmann N, Polkinghorne A, et al (2014 р.) повідомляють про патогенність *Chlamydia pneumoniae* для коней, коал, сумчастих, земноводних, рептилій та людини [13, 54, 56, 66]. Нещодавні молекулярні й серологічні дослідження показали, що *Chlamydia pecorum* – найпоширеніший зі збудників хламідіозів, що циркулюють у дикій природі [16].

Chlamydia suis який вперше виявили у свиней (*Sus scrofa*), цей вид хламідій найчастіше викликає кон'юнктивіти, ентерити і пневмонії в домашніх і диких свиней. Наразі є інформація щодо захворювання інших тварин та людини, спричинені *Chlamydia suis* [61, 22]. Доведено, що *C. suis*, хламідійний вид, ендемічний для свиней, може заражати людей. У Непалі було виявлено ДНК *C. suis* у мазках з кон'юнктиви пацієнтів, хворих на трахому, саме *C. suis* був причиною виснажливого захворювання очей, що традиційно пов'язується з людським хламідійним патогеном *C. trachomatis* [22] (табл. 1, 3). Два, нещодавно запропоновані, досі не достатньо вивчені кандидати: *Ca. Chlamydia sanzinia*, *Ca. Chlamydia corallus* – пов'язують із захворюваннями змії [73].

Щодо хламідіє-подібних бактерій (табл. 2), таких як *Waddlia chondrophila* (*Waddliaceae*), що пов'язують з викиднями у вагітних жінок та жуйних [8, 9, 10, 11, 12, 23, 85], а також *Parachlamydia acanthamoebae*, які є причиною респіраторних захворювань ВРХ та людини і хворобами репродуктивних органів ВРХ, що призводять до втрати приплоду [6, 7, 11, 12, 14, 19, 33, 34, 43, 84, 85], вони можливо є потенційною зооносною загрозою. Стосовно *Parachlamydiaceae Uncultured* [36], *Simkania negevensis* [31, 39, 78], *Protochlamydia naegleriophila* [17], *Rhabdochlamydia sp.* [43, 51], то їх виявляють у різноманітних клінічних зразках людей із респіраторними захворюваннями. *Neochlamydia sp* пов'язують з хворобами очей у котів [76], *Ca. Rhabdochlamydia crassificans* із захворюванням тарганів, яке характеризується набряком тіла [18], а *Simkaniaceae Uncultured* – з гранульоматозним запаленням у рептилій [53] (табл. 2, 4).

Найбільш переконливі докази патогенної ролі в хламідіє-подібних організмів для тварин представлені в публікаціях, пов'язаних із бактеріями родини *Ca. Parilichlamydiaceae* [69]. Представників цієї родини, а також кілька інших видів у родинях: *Simkaniaceae*, *Ca. Piscichlamydiaceae* і *Ca. Clavochlamydiaceae* пов'язують з епітеліоцистозом, поширеним захворюванням зябер риб [69]. *Ca. Clavochlamydia salmonicola* [34, 40, 62] *Ca. Piscichlamydia salmonis* [24, 26, 62, 69],

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Ca. Parilichlamydia carangidicola [67], *Ca. Actinochlamydia clariae* [64], *Ca. Similichlamydia laticola* [70], *Ca. Similichlamydia labri* [67], *Ca. Similichlamydia latridicola* [68], *Ca. Renichlamydia lutjani* [20], *Syngnamydia venezia* [30] та *Neochlamydia*-подібні [25] – всі вони є патогенами риб, що проявляється епітеліоциститом (epitheliocystis) – наявністю характерних включень в епітеліальних клітинах зябер. Хворіє найчастіше молодняк, клінічні ознаки, які спостерігаються у риб у зв'язку з епітеліоциститом, можуть включати респіраторний дистрес, млявість. Висока смертність не характерна, але існують випадки повного знищення молодих аквакультур різних видів [69] (табл. 2, 4).

3. Діапазон господарів родини *Chlamydiaceae*

Господарі	Родина <i>Chlamydiaceae</i>													
	<i>Chlamydia abortus</i>	<i>Chlamydia avium</i>	<i>Chlamydia caviae</i>	<i>Chlamydia felis</i>	<i>Chlamydia gallinacea</i>	<i>Chlamydia muridarum</i>	<i>Chlamydia pecorum</i>	<i>Chlamydia pneumonia</i>	<i>Chlamydia psittaci</i>	<i>Chlamydia trachomatis</i>	<i>Chlamydia suis</i>	<i>Ca. Chlamydia ibtidis</i>	<i>Ca. Chlamydia sanzinia</i>	<i>Ca. Chlamydia corallus</i>
Людина	✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓			
Свиня	✓						✓			✓	✓			
ВРХ	✓				✓		✓	✓	✓		✓			
Вівці	✓						✓				✓			
Кози	✓						✓							
Коні	✓		✓				✓	✓	✓		✓			
Олені	✓						✓		✓					
Миші	✓					✓								
Хомяк						✓								
Морські свинки			✓			✓								
Кролі	✓													
Кішки	✓		✓	✓				✓			✓			
Собаки			✓	✓				✓	✓					
Кажани														
Коала, суммча-							✓	✓						
Жаби								✓	✓		✓			
Кури	✓				✓	✓	✓	✓	✓		✓			
Інші види пта-	✓	✓				✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Черепахи	✓													
Змії	✓							✓					✓	✓
Ящірки				✓				✓						
Крокодили									✓					
Молюски	✓													

Джерело: сформовано на основі: 3, 22, 27, 29, 35, 37, 41, 44, 45, 46, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 65, 71, 42, 73, 80, 81.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

4. Діапазон господарів хламідіє-споріднених бактерій

Хламідіє-споріднені бактерії	Господарі													
	Людина	ВРХ	Кішка	Кажани	Сумчасті	Жаби	Саламандри	Миші	Риба	Комахи	Найпростіші	Ракоподібні	Інші з води	Рептилії
<i>Ca. Clavochlamydia salmonicola</i>									✓					
<i>Ca. Amphibiichlamydia ranarum</i>						✓								
<i>Ca. Amphibiichlamydia salamandrae</i>							✓							
<i>Waddlia chondrophila</i>	✓	✓			✓			✓						
<i>Ca. Waddlia malayensiensis</i>				✓										
<i>Parachlamydia acanthamoebae</i>	✓	✓									✓			✓
<i>Neochlamydia hartmannellae</i> ,			✓						✓		✓			
<i>Ca. Protochlamydia aemobophila</i>											✓			
<i>Ca. Protochlamydia naegleriophila</i>	✓										✓			
<i>Ca. Metachlamydia lacustris</i>											✓			
<i>Ca. Mesochlamydia elodeae</i>											✓			
<i>Ca. Rubidis massiliensis</i>											✓			
<i>Criblamydia sequanensis</i>													✓	
<i>Estrella lausannensis</i>													✓	
<i>Simkania negevensis</i>	✓										✓		✓	
<i>Ca. Fritschea bemisiae</i>										✓				
<i>Ca. Fritschea eriococci</i>										✓				
<i>Ca. Syngamydia venezia</i>									✓					
<i>Ca. Syngamydia salmonis</i>									✓					
<i>Ca. Neptunochlamydia vexillifera</i>											✓			
<i>Ca. Rhabdochlamydia porcellionis</i>	✓											✓	✓	
<i>Ca. Rhabdochlamydia lutjani</i>									✓					
<i>Ca. Rhabdochlamydia crassifican</i>										✓				
<i>Ca. Piscichlamydia salmonis</i>									✓					
<i>Ca. Parilichlamydia carangidicola</i>									✓					
<i>Ca. Actinochlamydia clariae</i>									✓					
<i>Ca. Similichlamydia laticola</i>									✓					
<i>Ca. Similichlamydia labri</i>									✓					
<i>Ca. Similichlamydia latridicola</i>									✓					

Джерело: сформовано на основі: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 23, 20, 24, 25, 26, 30, 31, 33, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 51, 53, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 76, 78, 84, 85.

Висновки

З появою й удосконаленням молекулярних методів досліджень з'явилася можливість виявити більшу кількість представників типу *Chlamydiae*, в більш широкому діапазоні господарів. Неминучим

наслідком накопичення знань щодо нових представників цієї групи мікроорганізмів є ускладнення сучасної класифікації бактерій порядку *Chlamydiales*. У зв'язку з вищенаведеним, метою нашої роботи було надати оновлену й узагальнену інформацію щодо хламідійних інфекцій як свійських, так і диких видів тварин, з акцентом на захворюваннях, що спричиняють ті чи ті види хламідій та їх зоонозного потенціалу. Дати роз'яснення щодо розширення кола господарів для різних видів хламідій та хламідіє-споріднених організмів. Отже, до родини *Chlamydiaceae* тепер належать 14 видів бактерій, три з яких перебувають у статусі кандидатів. Крім цієї, добре відомої родини до порядку *Chlamydiales* входять 8 родин (*Waddliaceae*, *Parachlamydiaceae*, *Criblamydiaceae*, *Simkaniaceae*, *Ca. Clavochlamydiaceae*, *Ca. Rhabdochlamydiaceae*, *Ca. Piscichlamydia*, *Ca. Parilichlamydiaceae*). Ці 8 родин з їх численними представниками називають хламідіє-спорідненими бактеріями або хламідіє-подібними організмами через їх генетичну та фенотипову подібність і філогенетичну відокремленість від родини *Chlamydiaceae*. Характер патологічних змін, спричинених хламідіями залежить від видів хламідій, їх тропізму та шляху інфікування. Широкий діапазон господарів, що може бути інфікований, та різноманітність клінічних проявів ускладнює стандартизацію діагностичних підходів для цих патогенів. Спостерігається розширення кола господарів для відомих видів та з'являються нові види патогенів, що становлять загрозу для здоров'я тварин та людини. Збільшилася кількість видів, які мають потенційну зоонозну загрозу, це необхідно брати до уваги власникам домашніх тварин, робітникам сільського господарства та іншим людям, які мають безпосередній контакт із тваринами.

References

1. Zezekalo, V. K., Peredera, S. B., Buslik, T. V., & Pochernyaev, K. F. (2018). PCR-test system specific identification *Parachlamydia acanthamoebae*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (92), 101–104. doi:10.32718/nvlvet9220.
2. Ksonz, I. M., Skrypyk, V. H., Nekhoroshykh, Z. M., Zahrebelnyi, V. O., Mezhenyskyi, A. O., Nevolko, O. M., Mezhenyska, N. A. (2014). *Zoonozni khlamidiozy : monohrafiia*. Kyiv : DNDILDVSE [In Ukrainian].
3. Ksonz, I. M. (2011). Istoriia vyvchennia khlamidiozu ta taksonomichne polozhennia zbudnyka. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 18, 140–148 [In Ukrainian].
4. Ksonz, I. M. *Khlamidiozy tvaryn: monohrafiia*. (2012). Poltava: Oriiana [In Ukrainian].
5. AbdelRahman, Y. M., & Belland, R. J. (2005). The chlamydial developmental cycle: Figure 1. *FEMS Microbiology Reviews*, 29 (5), 949–959. doi:10.1016/j.femsre.2005.03.002.
6. Ammerdorffer, A., Stojanov, M., Greub, G., & Baud, D. (2017). Chlamydia trachomatis and chlamydia-like bacteria. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 30 (3), 289–296. doi:10.1097/qco.0000000000000369.
7. Baud, D., Goy, G., Gerber, S., Vial, Y., Hohlfeld, P., & Greub, G. (2009). Evidence of Maternal–Fetal Transmission of *Parachlamydia acanthamoebae*. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (1), 120–121. doi:10.3201/eid1501.080911.
8. Baud, D., Goy, G., Osterheld, M.-C., Croxatto, A., Borel, N., Vial, Y., Pospischil, A., & Greub, G. (2014). Role of *Waddlia chondrophila* Placental Infection in Miscarriage. *Emerging Infectious Diseases*, 20 (3), 460–464. doi:10.3201/eid2003.131019.
9. Baud, D., Goy, G., Osterheld, M.-C., Borel, N., Vial, Y., Pospischil, A., & Greub, G. (2011). *Waddlia chondrophila*: From Bovine Abortion to Human Miscarriage. *Clinical Infectious Diseases*, 52 (12), 1469–1471. doi:10.1093/cid/cir205.
10. Baud, D., Thomas, V., Arafa, A., Regan, L., & Greub, G. (2007). *Waddlia chondrophila*, a Potential Agent of Human Fetal Death. *Emerging Infectious Diseases*, 13 (8), 1239–1243. doi:10.3201/eid1308.070315.
11. Barkallah, M., Gharbi, Y., Hassena, A. B., Slima, A. B., Mallek, Z., Gautier, M., Greub, G., Gdoura, R. & Fendri, I. (2014). Survey of Infectious Etiologies of Bovine Abortion during Mid- to Late Gestation in Dairy Herds. *PLoS ONE*, 9 (3), e91549. doi:10.1371/journal.pone.0091549.
12. Blumer, S., Greub, G., Waldvogel, A., Hässig, M., Thoma, R., Tschuor, A., Pospischil, A., & Borel, N. (2011). *Waddlia*, *Parachlamydia* and *Chlamydiaceae* in bovine abortion. *Veterinary Microbiology*, 152 (3–4), 385–393. doi:10.1016/j.vetmic.2011.05.024.
13. Bodetti, T. J., Jacobson, E., Wan, C., Hafner, L., Pospischil, A., Rose, K., & Timms, P. (2002). Molecular Evidence to Support the Expansion of the Hostrange of *Chlamydia pneumoniae* to Include Reptiles as Well as Humans, Horses, Koalas and Amphibians. *Systematic and Applied Microbiology*, 25 (1), 146–152. doi:10.1078/0723-2020-00086.

14. Borel, N., Ruhl, S., Casson, N., Kaiser, C., Pospischil, A., & Greub, G. (2007). Parachlamydia spp. and Related Chlamydia-like Organisms and Bovine Abortion. *Emerging Infectious Diseases*, 13 (12), 1904–1907. doi:10.3201/eid1312.070655.
15. Branley, J., Bachmann, N. L., Jelocnik, M., Myers, G. S. A., & Polkinghorne, A. (2016). Australian human and parrot Chlamydia psittaci strains cluster within the highly virulent 6BC clade of this important zoonotic pathogen. *Scientific Reports*, 6 (1). doi:10.1038/srep30019.
16. Burnard, D., & Polkinghorne, A. (2016). Chlamydial infections in wildlife—conservation threats and/or reservoirs of “spill-over” infections? *Veterinary Microbiology*, 196, 78–84. doi:10.1016/j.vetmic.2016.10.018.
17. Casson, N., Michel, R., Müller, K.-D., Aubert, J. D., & Greub, G. (2008). Protochlamydiae: aegleriophila as Etiologic Agent of Pneumonia. *Emerging Infectious Diseases*, 14 (1), 168–172. doi:10.3201/eid1401.070980.
18. Corsaro, D., Thomas, V., Goy, G., Venditti, D., Radek, R., & Greub, G. (2007). “Candidatus Rhabdochlamydia crassificans”, an intracellular bacterial pathogen of the cockroach *Blattella orientalis* (Insecta: Blattodea). *Systematic and Applied Microbiology*, 30 (3), 221–228. doi:10.1016/j.syapm.2006.06.001.
19. Corsaro, D., Venditti, D., & Valassina, M. (2002). New parachlamydial 16S rDNA phylotypes detected in human clinical samples. *Research in Microbiology*, 153 (9), 563–567. doi:10.1016/s0923-2508(02)01369-4.
20. Corsaro, D., & Work, T. (2012). Candidatus *Renichlamydia lutjani*, a Gram-negative bacterium in internal organs of blue-striped snapper *Lutjanus kasmira* from Hawaii. *Diseases of Aquatic Organisms*, 98 (3), 249–254. doi:10.3354/dao02441.
21. De Bary, M., & Greub, G. (2013). *Waddlia chondrophila*: from biology to pathogenicity. *Microbes and Infection*, 15 (14–15), 1033–1041. doi:10.1016/j.micinf.2013.09.010.
22. Dean, D., Rothschild, J., Ruettger, A., Kandel, R. P., & Sachse, K. (2013). Zoonotic Chlamydiaceae Species Associated with Trachoma, Nepal. *Emerging Infectious Diseases*, 19(12), 1948–1955. doi:10.3201/eid1912.130656.
23. Dilbeck, P. M., Evermann, J. F., Crawford, T. B., Ward, A. C., Leathers, C. W., Holland, C. J., Mebus, C. A., Logan, L. L., Rurangirwa, F. R., & McGuire, T. C. (1990). Isolation of a previously undescribed rickettsia from an aborted bovine fetus. *Journal of clinical microbiology*, 28 (4), 814–816.
24. Draghi, A., Bekak, J., Daniels, S., Tulman, E., Geary, S., West, A., Popov, V. L., & Frasca, S. (2010). Identification of “Candidatus *Piscichlamydia salmonis*” in Arctic charr *Salvelinus alpinus* during a survey of charr production facilities in North America. *Diseases of Aquatic Organisms*, 89, 39–49. doi:10.3354/dao02171.
25. Draghi, A., Bekak, J., Popov, V., Noble, A., Geary, S., West, A., Byrne, P., & Frasca, S. J. (2007). Characterization of a Neochlamydia-like bacterium associated with epitheliocystis in cultured Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 76, 27–38. doi:10.3354/dao076027.
26. Draghi, A., Popov, V. L., Kahl, M. M., Stanton, J. B., Brown, C. C., Tsongalis, G. J., West, A. B., & Frasca, S. (2004). Characterization of “Candidatus *Piscichlamydia salmonis*” (Order Chlamydiales), a Chlamydia-Like Bacterium Associated With Epitheliocystis in Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Clinical Microbiology*, 42 (11), 5286–5297. doi:10.1128/jcm.42.11.5286-5297.2004.
27. Essig, A., & Longbottom, D. (2015). Chlamydia abortus: New Aspects of Infectious Abortion in Sheep and Potential Risk for Pregnant Women. *Current Clinical Microbiology Reports*, 2(1), 22–34. doi:10.1007/s40588-015-0014-2.
28. Everett, K. D. E. (2000). Chlamydia and Chlamydiales: more than meets the eye. *Veterinary Microbiology*, 75 (2), 109–126. doi:10.1016/s0378-1135(00)00213-3.
29. Everett, K. D. E., Bush, R. M., & Andersen, A. A. (1999). Emended description of the order Chlamydiales, proposal of Parachlamydiaceae fam. nov. and Simkaniaceae fam. nov., each containing one monotypic genus, revised taxonomy of the family Chlamydiaceae, including a new genus and five new species, and standards for the identification of organisms. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 49 (2), 415–440. doi:10.1099/00207713-49-2-415.
30. Fehr, A., Walther, E., Schmidt-Posthaus, H., Nufer, L., Wilson, A., Svercel, M., Richter, D., Segner, H., Pospischil, A., & Vaughan, L. (2013). Candidatus *Syngnamydia Venezia*, a Novel Member of the Phylum Chlamydiae from the Broad Nosed Pipefish, *Syngnathus typhle*. *PLoS ONE*, 8 (8), e70853. doi:10.1371/journal.pone.0070853.
31. Friedman, M. G. (2006). Detection of *Simkania negevensis* by culture, PCR, and serology in respiratory tract infection in Cornwall, UK. *Journal of Clinical Pathology*, 59 (3), 331–333. doi:10.1136/jcp.2004.025601.
32. Greub, G., Boyadjiev, I., Scola, B., Raoult, D., & Martin, C. (2003). Serological Hint Suggesting That Parachlamydiaceae Are Agents of Pneumonia in Polytraumatized Intensive Care Patients. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 990 (1), 311–319. doi:10.1111/j.1749-6632.2003.tb07381.x.

33. Greub, G., Scola, B., & Raoult, D. (2003). Parachlamydia acanthamoeba Is Endosymbiotic or Lytic for Acanthamoeba polyphaga Depending on the Incubation Temperature. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 990 (1), 628–634. doi:10.1111/j.1749-6632.2003.tb07437.x.
34. Greub, G., Mege, J.-L., & Raoult, D. (2003). Parachlamydia acanthamoeba Enters and Multiplies within Human Macrophages and Induces Their Apoptosis. *Infection and Immunity*, 71 (10), 5979–5985. doi:10.1128/iai.71.10.5979-5985.2003.
35. Guo, W., Li, J., Kaltenboeck, B., Gong, J., Fan, W., & Wang, C. (2016). Chlamydia gallinacea, not C. psittaci, is the endemic chlamydial species in chicken (Gallus gallus). *Scientific Reports*, 6 (1). doi:10.1038/srep19638.
36. Haider, S., Collingro, A., Walochnik, J., Wagner, M., & Horn, M. (2008). Chlamydia-like bacteria in respiratory samples of community-acquired pneumonia patients. *FEMS Microbiology Letters*, 281 (2), 198–202. doi:10.1111/j.1574-6968.2008.01099.
37. Harkinezhad, T., Geens, T., & Vanrompay, D. (2009). Chlamydophila psittaci infections in birds: A review with emphasis on zoonotic consequences. *Veterinary Microbiology*, 135 (1–2), 68–77. doi:10.1016/j.vetmic.2008.09.046.
38. Horn, M. (2011). Phylum XXIV. Chlamydiae Garrity and Holt 2001. N. R. Krieg, J. T. Staley, D. R. Brown, B. P. Hedlund, B. J. Paster, N. L. Ward, W. Ludwig, W. B. Whitman, (Ed.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2nd edn.)*. (p. 843). New York, NY: Springer.
39. Kahane, S., Greenberg, D., Friedman, M. G., Haikin, H., & Dagan, R. (1998). High Prevalence of “Simkania Z,” a Novel Chlamydia-like Bacterium, in Infants with Acute Bronchiolitis. *The Journal of Infectious Diseases*, 177 (5), 1425–1429. doi:10.1086/517830.
40. Karlsen, M., Nylund, A., Watanabe, K., Helvik, J. V., Nylund, S., Plarre, H. (2008). Characterization of ‘Candidatus Clavochlamydia salmonicola’: an intracellular bacterium infecting salmonid fish. *Environ Microbiol*, 10 (1), 208–218. doi: 10.1111/j.1462-2920.2007.01445.x
41. Knittler, M. R., & Sachse, K. (2014). Chlamydia psittaci: update on an underestimated zoonotic agent. *Pathogens and Disease*, 73 (1), 1–15. doi:10.1093/femspd/ftu007.
42. Krawiec, M., Piasecki, T., & Wieliczko, A. (2015). Prevalence of Chlamydia psittaci and Other Chlamydia Species in Wild Birds in Poland. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 15 (11), 652–655. doi:10.1089/vbz.2015.1814.
43. Lamoth, F., Aeby, S., Schneider, A., Jaton-Ogay, K., Vaudaux, B., & Greub, G. (2009). Parachlamydia and Rhabdochlamydia in Premature Neonates. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (12), 2072–2075. doi:10.3201/eid1512.090267.
44. Lamoth, F., Jaton, K., Vaudaux, B., & Greub, G. (2011). Parachlamydia and Rhabdochlamydia: Emerging Agents of Community-Acquired Respiratory Infections in Children. *Clinical Infectious Diseases*, 53 (5), 500–501. doi:10.1093/cid/cir420.
45. Li, J., Guo, W., Kaltenboeck, B., Sachse, K., Yang, Y., Lu, G., Zhang, J., Luan, L., You, J., Huang, K., Qiu, H., Wang, Y., Li, M., Yang, Z., & Wang, C. (2016). Chlamydia pecorum is the endemic intestinal species in cattle while C. gallinacea, C. psittaci and C. pneumoniae associate with sporadic systemic infection. *Veterinary Microbiology*, 193, 93–99. doi:10.1016/j.vetmic.2016.08.008.
46. Longbottom, D., & Coulter, L. J. (2003). Animal Chlamydioses and Zoonotic Implications. *Journal of Comparative Pathology*, 128 (4), 217–244. doi:10.1053/jcpa.2002.0629.
47. Longbottom, D., Entrican, G., Wheelhouse, N., Brough, H., & Milne, C. (2013). Evaluation of the impact and control of enzootic abortion of ewes. *The Veterinary Journal*, 195 (2), 257–259. doi:10.1016/j.tvjl.2012.06.018.
48. Mandell, G.L., Bennett, J.E., Dolin, R. (2010). *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases*, 7th Edition Edited by Gerald L. Mandell, John E. Bennett, and Raphael Dolin Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier, 2009. doi:10.1086/655696.
49. Mitchell, S. O., Steinum, T., Rodger, H., Holland, C., Falk, K., & Colquhoun, D. J. (2010). Epitheliocystis in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., farmed in fresh water in Ireland is associated with “Candidatus Clavochlamydia salmonicola” infection. *Journal of Fish Diseases*, 33 (8), 665–673. doi:10.1111/j.1365-2761.2010.01171.x.
50. Murray, E. S. (1964). Guinea Pig Inclusion Conjunctivitis Virus: I. Isolation and Identification as a Member of the Psittacosis-Lymphogranuloma-trachoma Group. *Journal of Infectious Diseases*, 114 (1), 1–12. doi:10.1093/infdis/114.1.1.
51. Nemeth, N. M., Gonzalez-Astudillo, V., Oesterle, P. T., & Howerth, E. W. (2016). A 5-Year Retrospective Review of Avian Diseases Diagnosed at the Department of Pathology, University of Georgia. *Journal of Comparative Pathology*, 155 (2–3), 105–120. doi:10.1016/j.jcpa.2016.05.006.

52. Niemi, S., Greub, G., & Puolakkainen, M. (2011). Chlamydia-related bacteria in respiratory samples in Finland. *Microbes and Infection*, 13 (10), 824–827. doi:10.1016/j.micinf.2011.04.012.
53. O'Connell, C. M., & Ferone, M. E. (2016). Chlamydia trachomatis Genital Infections. *Microbial Cell*, 3 (9), 390–403. doi:10.15698/mic2016.09.525.
54. Paavonen, J. (2011). Chlamydia trachomatis infections of the female genital tract: State of the art. *Annals of Medicine*, 44(1), 18–28. doi:10.3109/07853890.2010.546365.
55. Polkinghorne, A., Hanger, J., & Timms, P. (2013). Recent advances in understanding the biology, epidemiology and control of chlamydial infections in koalas. *Veterinary Microbiology*, 165 (3–4), 214–223. doi:10.1016/j.vetmic.2013.02.026.
56. Radomski, N., Einenkel, R., Muller, A., & Knittler, M., R. (2016). Chlamydia-host cell interaction not only from a bird's eye view: some lessons from Chlamydia psittaci. *FEBS Lett.*, 590 (21), 3920–3940 doi:10.1002/1873-3468.12295.
57. Roulis, E., Bachmann, N., Polkinghorne, A., Hammerschlag, M., Kohlhoff, S., & Timms, P. (2014). Draft Genome and Plasmid Sequences of Chlamydia pneumoniae Strain B21 from an Australian Endangered Marsupial, the Western Barred Bandicoot. *Genome Announcements*, 2 (1). doi:10.1128/genomea.01223-13.
58. Roulis, E., Polkinghorne, A., & Timms, P. (2013). Chlamydia pneumoniae: modern insights into an ancient pathogen. *Trends in Microbiology*, 21 (3), 120–128. doi:10.1016/j.tim.2012.10.009.
59. Sachse, K., Bavoil, P. M., Kaltenboeck, B., Stephens, R. S., Kuo, C.-C., Rosselló-Móra, R., & Horn, M. (2015). Emendation of the family Chlamydiaceae: Proposal of a single genus, Chlamydia, to include all currently recognized species. *Systematic and Applied Microbiology*, 38 (2), 99–103. doi:10.1016/j.syapm.2014.12.004.
60. Sachse, K., Laroucau, K., Riege, K., Wehner, S., Dilcher, M., Creasy, H. H., Weidmann, M., Myers, G., Vorimore, F., Vicari, N., Magnino, S., Liebler-Tenorio, E., Ruettger, A., Bavoil, P. M., Hufert, F. T., Rosselló-Móra, R., & Marz, M. (2014). Evidence for the existence of two new members of the family Chlamydiaceae and proposal of Chlamydia avium sp. nov. and Chlamydia gallinacea sp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 37 (2), 79–88. doi:10.1016/j.syapm.2013.12.004.
61. Sachse, K., Laroucau, K., & Vanrompay, D. (2015). Avian Chlamydiosis. *Current Clinical Microbiology Reports*, 2 (1), 10–21. doi:10.1007/s40588-014-0010-y.
62. Schautteet, K., & Vanrompay, D. (2011). Chlamydiaceae infections in pig. *Veterinary Research*, 42 (1), 29. doi:10.1186/1297-9716-42-29.
63. Schmidt-Posthaus, H., Polkinghorne, A., Nufer, L., Schifferli, A., Zimmermann, D. R., Segner, H., Steiner, P., & Vaughan, L. (2011). A natural freshwater origin for two chlamydial species, Candidatus Piscichlamydia salmonis and Candidatus Clavochlamydia salmonicola, causing mixed infections in wild brown trout (Salmo trutta). *Environmental Microbiology*, 14 (8), 2048–2057. doi:10.1111/j.1462-2920.2011.02670.x.
64. Soldati, G., Lu, Z. H., Vaughan, L., Polkinghorne, A., Zimmermann, D. R., Huder, J. B., & Pospischil, A. (2004). Detection of Mycobacteria and Chlamydiae in Granulomatous Inflammation of Reptiles: A Retrospective Study. *Veterinary Pathology*, 41 (4), 388–397. doi:10.1354/vp.41-4-388.
65. Steigen, A., Nylund, A., Karlsbakk, E., Akoll, P., Fiksdal, I. U., Nylund, S., Odong, R., Plarre, H., Semyalo, R., Skår, C., & Watanabe, K. (2013). “Cand. Actinochlamydia clariae” gen. nov., sp. nov., a Unique Intracellular Bacterium Causing Epitheliocystis in Catfish (Clarias gariepinus) in Uganda. *PLoS ONE*, 8 (6), e66840. doi:10.1371/journal.pone.0066840.
66. Schautteet, K., Stuyven, E., Cox, E., & Vanrompay, D. (2010). Validation of the Chlamydia trachomatis genital challenge pig model for testing recombinant protein vaccines. *Journal of Medical Microbiology*, 60 (1), 117–127. doi:10.1099/jmm.0.024448-0.
67. Storey, C., Lusher, M., Yates, P., & Richmond, S. (1993). Evidence for Chlamydia pneumoniae of non-human origin. *Journal of General Microbiology*, 139 (11), 2621–2626. doi:10.1099/00221287-139-11-2621.
68. Stride, M. C., Polkinghorne, A., Miller, T. L., Groff, J. M., LaPatra, S. E., & Nowak, B. F. (2012). Molecular Characterization of “Candidatus Parilichlamydia carangidicola,” a Novel Chlamydia-Like Epitheliocystis Agent in Yellowtail Kingfish, Seriola lalandi (Valenciennes), and the Proposal of a New Family, “Candidatus Parilichlamydiaceae” fam. nov. (Order Chlamydiales). *Applied and Environmental Microbiology*, 79 (5), 1590–1597. doi:10.1128/aem.02899-12.
69. Stride, M. C., Polkinghorne, A., Miller, T. L., & Nowak, B. F. (2013). Molecular Characterization of “Candidatus Similichlamydia latridicola” gen. nov., sp. nov. (Chlamydiales: “Candidatus Parilichlamydiaceae”), a Novel Chlamydia-Like Epitheliocystis Agent in the Striped Trumpeter, Latris lineata (Forster). *Applied and Environmental Microbiology*, 79 (16), 4914–4920. doi:10.1128/aem.00746-13.

70. Stride, M. C., Polkinghorne, A., & Nowak, B. F. (2014). Chlamydial infections of fish: Diverse pathogens and emerging causes of disease in aquaculture species. *Veterinary Microbiology*, 170 (1–2), 19–27. doi:10.1016/j.vetmic.2014.01.022.
71. Stride, M. C., Polkinghorne, A., Powell, M. D., & Nowak, B. F. (2013). “Candidatus Similichlamydia laticola”, a Novel Chlamydia-like Agent of epitheliocystis in Seven Consecutive Cohorts of Farmed Australian Barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch). *PLoS ONE*, 8 (12), e82889. doi:10.1371/journal.pone.0082889.
72. Sykes, J. E. (2005). Feline Chlamydiosis. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 20 (2), 129–134. doi:10.1053/j.ctsap.2004.12.018.
73. Taylor-Brown, A., Bachmann, N. L., Borel, N., & Polkinghorne, A. (2016). Culture-independent genomic characterisation of Candidatus Chlamydia sanzinia, a novel uncultivated bacterium infecting snakes. *BMC Genomics*, 17 (1). doi:10.1186/s12864-016-3055-x.
74. Taylor-Brown, A., & Polkinghorne, A. (2017). New and emerging chlamydial infections of creatures great and small. *New Microbes and New Infections*, 18, 28–33. doi:10.1016/j.nmni.2017.04.004.
75. Taylor-Brown, A., Spang, L., Borel, N., & Polkinghorne, A. (2017). Culture-independent metagenomics supports discovery of uncultivable bacteria within the genus Chlamydia. *Scientific Reports*, 7 (1). doi:10.1038/s41598-017-10757-5.
76. Taylor-Brown, A., Vaughan, L., Greub, G., Timms, P., & Polkinghorne, A. (2014). Twenty years of research into Chlamydia-like organisms: a revolution in our understanding of the biology and pathogenicity of members of the phylum Chlamydiae. *Pathogens and Disease*, 73 (1), 1–15. doi:10.1093/femspd/ftu009.
77. Von Bomhard, W., Polkinghorne, A., Huat Lu, Z., Vaughan, L., Vogtlin, A., Zimmermann, D. R., Spiess, B., & Pospischil, A. (2003). Detection of novel chlamydiae in cats with ocular disease. *American Journal of Veterinary Research*, 64 (11), 1421–1428. doi:10.2460/ajvr.2003.64.1421.
78. Vorimore, F., Hsia, R., Huot-Creasy, H., Bastian, S., Deruyter, L., Passet, A., Sachse, K., Bavoil, P., Myers, G., & Laroucau, K. (2013). Isolation of a New Chlamydia species from the Feral Sacred Ibis (*Threskiornis aethiopicus*): Chlamydia ibidis. *PLoS ONE*, 8 (9), e74823. doi:10.1371/journal.pone.0074823.
79. Vouga, M., Baud, D., & Greub, G. (2016). Simkania negevensis, an insight into the biology and clinical importance of a novel member of the Chlamydiales order. *Critical Reviews in Microbiology*, 43 (1), 62–80. doi:10.3109/1040841x.2016.1165650.
80. Walker, E., Lee, E. J., Timms, P., & Polkinghorne, A. (2015). Chlamydia pecorum infections in sheep and cattle: A common and under-recognised infectious disease with significant impact on animal health. *The Veterinary Journal*, 206 (3), 252–260. doi:10.1016/j.tvjl.2015.09.022.
81. Walker, E., Moore, C., Shearer, P., Jelocnik, M., Bommana, S., Timms, P., & Polkinghorne, A. (2016). Clinical, diagnostic and pathologic features of presumptive cases of Chlamydia pecorum-associated arthritis in Australian sheep flocks. *BMC Veterinary Research*, 12 (1). doi:10.1186/s12917-016-0832-3.
82. Wallensten, A., Fredlund, H., & Runeheger, A. (2014). Multiple human-to-human transmission from a severe case of psittacosis, Sweden, January–February 2013. *Eurosurveillance*, 19 (42). doi:10.2807/1560-7917.es2014.19.42.20937.
83. Wheelhouse, N., Howie, F., Gidlow, J., Greub, G., Dagleish, M., & Longbottom, D. (2012). Involvement of Parachlamydia in bovine abortions in Scotland. *The Veterinary Journal*, 193 (2), 586–588. doi:10.1016/j.tvjl.2012.01.008.
84. Wheelhouse, N., & Longbottom, D. (2015). Chlamydia-related Organisms: Infection in Ruminants and Potential for Zoonotic transmission. *Current Clinical Microbiology Reports*, 2 (1), 1–9. doi:10.1007/s40588-014-0011-x.
85. Wheelhouse, N., & Longbottom, D. (2011). Endemic and Emerging Chlamydial Infections of Animals and Their Zoonotic Implications. *Transboundary and Emerging Diseases*, 59 (4), 283–291. doi:10.1111/j.1865-1682.2011.01274.x.

Стаття надійшла до редакції 22.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Зезекало В. К., Передера С. Б., Щербакова Н. С. Узагальнення інформації що до хламідійних інфекцій тварин та їх зоонозного потенціалу. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 171–182.

© Зезекало Вікторія Костянтинівна, Передера Сергій Борисович,
Щербакова Наталія Сергіївна, 2019



original article | UDC 639.1.091 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.24

THE MONITORING OF SPREADING AFRICAN SWINE FEVER IN UKRAINE AND POLTAVA REGION

G. O. Omelchenko,

ORCID ID: [0000-0001-9389-8400](https://orcid.org/0000-0001-9389-8400), E-mail: anna72milanko@gmail.com,

M. O. Petrenko,

ORCID ID: [0000-0002-5275-9401](https://orcid.org/0000-0002-5275-9401), E-mail: mail:petreenkoma1@ukr.net,

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

N. O. Avramenko,

ORCID ID: [0000-0002-1920-5757](https://orcid.org/0000-0002-1920-5757), E-mail: avramenkonata72@gmail.com,

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

In recent years, African swine fever (ASF) has put the Ukrainian pig breeding sector at risk. The spreading of ASF in Ukraine has already led to serious social-economic consequences. Although certain results have been achieved in fighting this disease, its negative impact on the domestic meat market is continuing. In 2014, 16 cases were detected in the north-eastern part of the country, on the territory of three regions (Luhansk region, Chernihiv region, and Sumy region). In total, in 2015, 40 cases were registered, and in 2016 their number increased by almost 2.3 times and reached the maximum (91 cases). In 2016, the disease was spreading even more quickly, and during the year, 91 outbreaks of ASF (84 among domestic and 7 among wild pigs) in 16 regions of Ukraine were confirmed. In 2017, 163 cases (119 among domestic, 38 among wild and 6 infected animals) were confirmed in 23 regions of Ukraine. From January 1 to February 22, 2018, 37 cases of this disease were officially registered, in particular in January 2018 – 18 outbreaks. In 2015, there were five unfavorable places in connection with African swine fever in Poltava region – Pyriatyn, Hrebinka, Kremenchuk, and Hlobyne districts. In all cases, the cause of carrying the pathogen is irresponsible attitude of citizens to the requirements of the current veterinary legislation. In 2016, 10 unfavorable cases concerning African swine fever (Khorol, Velyka Bahachka, Hlobyne, Lubny, Lokhvytsia, Hadiach, Kobeliaky, Hrebinka districts and the town of Hadiach) were registered in Poltava region including 4 cases among wild boars and 6 among domestic pigs. In 2017, 21 unfavorable places in connection with African swine fever in Poltava region were registered including domestic pigs: 16 individual farms, 3 farms of different forms of ownership and 2 places in wild fauna, in which 193 domestic pigs fell ill and died and 2 corpses of wild boars were found (Velyka Bahachka, Shyshaky, Kotelva, Karlivka, Chutove, Lubny, Hlobyne, Pyriatyn, Hadiach, Kobeliaky, Semenivka, Orzhytsia districts and the town of Lubny). In 2018, 8 unfavorable places concerning African swine fever (Chutove, Kremenchuk, Poltava, Dykanka, Myrhorod, Kotelva, Lubny, and Kobeliaky districts) were registered in Poltava region. The real level of ASF incidence in Ukraine remains uncertain due to the limited ability of the state veterinary services to quickly detect and confirm the diagnosis of the disease. According to experts' forecasts, if there is no timely and effective control of the disease, the negative impact of its spreading is likely to increase and create new risks for farmers and pork processing enterprises.

Key words: monitoring, African swine fever, pigs, epizootic situation, infectious diseases.

МОНІТОРИНГ ПОШИРЕННЯ АФРИКАНСЬКОЇ ЧУМИ СВИНЕЙ В УКРАЇНІ ТА ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Г. О. Омельченко, М. О. Петренко,

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

Н. О. Авраменко,

Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021, Україна

Останніми роками АЧС поставила під загрозу український сектор свинарства. Поширення АЧС в Україні вже призвело до серйозних соціально-економічних наслідків. Хоча й було досягнуто певних результатів у знищенні цієї хвороби, втім її негативний вплив на внутрішній ринок м'яса триває. 2014 року в північно-східній частині країни на території трьох областей (Луганська обл., Чернігівська обл., Сумська обл.) виявлено 16 випадків захворювання. Загалом 2015 року зареєстровано 40 випадків захворювань, а 2016 р. їхня кількість збільшилася майже у 2,3 рази і досягла максимуму (91 випадок). 2016 року захворювання поширювалося ще більшими темпами і упродовж року підтверджено 91 спалах АЧС (84 серед домашніх і 7 серед диких свиней) в 16 областях України. 2017 року підтверджено 163 випадки (119 серед домашніх, 38 серед диких і 6 інфікованих об'єктів) на території 23 областей України. З 1 січня по 22 лютого 2018 р. уже офіційно зареєстровано 37 випадків цього захворювання, зокрема в січні 2018 р. – 18 спалахів. У Полтавській області 2015 року було зареєстровано 5 неблагополучних пунктів з африканською чумою свиней: Пирятинський, Гребінківський, Кременчуцький та Глобинський райони. У всіх випадках причиною занесення збудника є безвідповідальне ставлення громадян до вимог чинного ветеринарного законодавства. 2016 року в Полтавській області було зареєстровано 10 неблагополучних пунктів африканською чумою свиней (Хорольський, Великобагачанський, Глобинський, Лубенський, Лохвицький, Гадяцький, Кобеляцький, Гребінківський райони та м. Гадяч); з них 4 випадки серед диких кабанів та 6 – домашніх свиней. 2017 року в Полтавській області було зареєстровано 21 неблагополучний пункт з африканської чуми свиней, зокрема серед домашніх свиней: у населення – 16, у господарствах різних форм власності – 3 та в дикій фауні – 2, де захворіли і загинули домашні свині в кількості 193 голови та знайдено 2 трупи диких кабанів (Великобагачанський, Шишацький, Котелевський, Карлівський, Чутівський, Лубенський, Глобинський, Пирятинський, Гадяцький, Кобеляцький, Семенівський, Оржицький райони та м. Лубни). 2018 року в Полтавській області було зареєстровано 8 неблагополучних пунктів африканською чумою свиней (Чутівський, Кременчуцький, Полтавський, Диканський, Миргородський, Котелевський, Лубенський та Кобеляцький райони). Реальний рівень розповсюдженості АЧС в Україні залишається невизначеним через обмежені можливості державних ветеринарних служб швидко виявляти та підтверджувати діагноз захворювання. За прогнозами експертів, якщо не здійснювати своєчасний та дієвий контроль за хворобою, негативний вплив від її поширення, ймовірно, буде збільшуватися і зумовить нові ризики для фермерів і переробників свинини.

Ключові слова: моніторинг, африканська чума свиней, свині, епізоотична ситуація, інфекційні хвороби.

МОНІТОРИНГ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ В УКРАИНЕ И ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Омельченко, М. А. Петренко,

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

Н. А. Авраменко,

Сумский национальный аграрный университет, ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 40021, Украина

В последние годы АЧС поставила под угрозу украинский сектор свиноводства. Распространение АЧС в Украине уже привело к серьезным социально-экономическим последствиям. Хотя и были достигнуты определенные результаты по ликвидации этой болезни, однако ее негативное влияние на внутренний рынок мяса продолжается. В 2014 году в северо-восточной части страны на территории трех областей (Луганская обл., Черниговская обл., Сумская обл.) выявлено 16 случаев заболевания. Всего в 2015 году зарегистрировано 40 случаев заболеваний, а в 2016 году их количество увели-

чилося почти в 2,3 раза и достигло максимума (91 случай). В 2016 году заболевание распространялось еще большими темпами и в течение года подтверждена 91 вспышка АЧС (84 среди домашних и 7 среди диких свиней) в 16 областях Украины. В 2017 году подтверждено 163 случая (119 среди домашних, 38 среди диких и 6 инфицированных объектов) на территории 23 областей Украины. С 1 января по 22 февраля 2018 года уже официально зарегистрировано 37 случаев этого заболевания, в частности, в январе 2018 года – 18 вспышек. В Полтавской области в 2015 году было зарегистрировано 5 неблагополучных пунктов по африканской чуме свиней: Пирятинский, Гребинковский, Кременчугский и Глобинский районы. Во всех случаях причиной заноса возбудителя является безответственное отношение граждан к требованиям действующего ветеринарного законодательства. В 2016 году в Полтавской области было зарегистрировано 10 неблагополучных пунктов по африканской чуме свиней (Хорольский, Великобагачанский, Глобинский, Лубенский, Лохвицкий, Гадячский, Кобеляцкий, Гребинковский районы и г. Гадяч), из них 4 случая среди диких кабанов и 6 – домашних свиней. В 2017 году в Полтавской области было зарегистрировано 21 неблагополучный пункт африканской чумы свиней, в том числе среди домашних свиней: у населения – 16, в хозяйствах различных форм собственности – 3 и в дикой фауне – 2, где заболели и погибли домашние свиньи в количестве 193 головы и найдены 2 трупа диких кабанов (Зеньковский, Шишацкий, Котелевский, Карловский, Чутовский, Лубенский, Глобинский, Пирятинский, Гадячский, Кобеляцкий, Семеновский, Оржицкий районы и г. Лубны). В 2018 году в Полтавской области было зарегистрировано 8 неблагополучных пунктов по африканской чуме свиней (Чутовский, Кременчугский, Полтавский, Диканьский, Миргородский, Котелевский, Лубенский и Кобеляцкий районы). Реальный уровень распространенности АЧС в Украине остается неопределенным из-за ограниченных возможностей государственных ветеринарных служб быстро выявлять и подтверждать диагноз.

Ключевые слова: мониторинг, африканская чума свиней, свиньи, эпизоотическая ситуация, инфекционные болезни.

Вступ

Африканська чума свиней (АЧС, *Pestis Africana suum*) – це заразне захворювання, деякі ознаки якого можуть розвиватися доволі швидко, але не завжди є специфічними для встановлення остаточного діагнозу [4–6]. Збудник АЧС – це ДНК-вмісний вірус сферичної форми, що належить до родини *Asfviridae* [8, 9, 11]. Він дуже складний і проявляє значну генетичну мінливість [21]. Вірус АЧС заражає клітини імунної системи та ініціює вироблення величезної кількості специфічних антитіл, які, на жаль, не здатні до повної нейтралізації збудника [13, 20]. Це і є однією з основних причин, чому виготовлення ефективної вакцини проти нього наразі неможливе [7, 14]. АЧС достатньо легко передається від хворої до здорової тварини, чому сприяє надзвичайна стійкість вірусу в навколишньому середовищі [6, 3].

В умовах України лише домашні та дикі свині виду *Sus scrofa* можуть хворіти на АЧС. Усі інші тварини не сприйнятливі до збудника цієї хвороби. Вірус АЧС не передається людині і є безпечним для її здоров'я. Натепер виділено та описано 22 генотипи вірусу АЧС, однак більшість із них ніколи не виділялась за межами Африки [19]. У 2012–2019 рр. в Україні було виявлено вірус АЧС генотипу II, що за останні 8 років набув широкого розповсюдження, прокрокувавши з Кавказу, через Європейську частину Російської Федерації до Білорусі, України, країн Балтії та Польщі [11, 12, 14, 15, 18].

У зв'язку з неблагополучною эпизоотичною ситуацією щодо АЧС в Україні метою нашої роботи було провести аналіз розповсюдження АЧС серед свійських та диких тварин в Україні та Полтавській області.

Матеріали і методи досліджень

Аналіз эпизоотологічного стану проводили, використовуючи дані Міжнародного Епізоотичного Бюро, ЄАБХП (Європейської Агенції з Безпеки Харчових Продуктів, EFSA), звіти Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України, Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи.

Результати досліджень та їх обговорення

2014 року в північно-східній частині країни на території трьох областей (Луганська обл., Чернігівська обл., Сумська обл.) виявлено 16 випадків захворювання, з них: 11 реєстрацій – у Чернігівській облас-

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

ті. 2015 року захворювання виявлено в 11 областях України і знову найбільше (13 випадків) – у Чернігівській. Крім північних областей (Київська обл., Житомирська обл.) АЧС проникла у південний (Одеська обл., Миколаївська обл.) і західний (Рівненська обл.) регіони країни. Випадки АЧС реєструвались як у популяціях диких свиней (з 2014–2015 років лісовий цикл АЧС став домінувати), так і серед свійських свиней, а нерідко й одночасно. Загалом 2015 року зареєстровано 40 випадків захворювань, а 2016 року їхня кількість збільшилася майже у 2,3 рази і досягла максимуму (91 випадок).

Станом на початок квітня 2017 року у країні було зареєстровано 60 таких випадків. Найчастіше хворіли свині (по 27 випадків) у Чернігівській та Одеській областях. Істотна чисельність виявлена у Полтавській (25 випадків) і Миколаївській (23 випадки). Понад 10 захворювань зареєстровано у Харківській, Сумській, Київській областях, в інших – менше ніж десять. Попри проведені заходи, 2016 року захворювання поширювалося ще більшими темпами і упродовж року підтверджено 91 спалах АЧС (84 серед домашніх і 7 серед диких свиней) у 16 областях України (рис. 1).

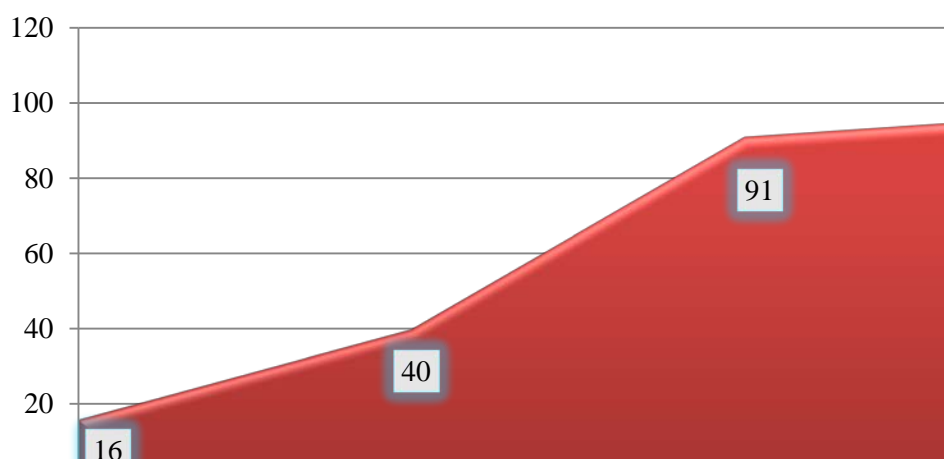


Рис. 1. Поширення африканської чуми свиней в Україні за 2012–2017 роки

Серед 244 випадків щодо АЧС за 2012–2017 роки, більшість випадків припадало на приватний сектор (рис. 2) серед домашніх тварин (207) порівняно з дикими тваринами (37 відповідно).



Рис. 2. Кількість випадків африканської чуми свиней в Україні за 2012–2017 роки

2017 року підтверджено 163 випадки (119 серед домашніх, 38 серед диких і 6 інфікованих об'єктів) на території 23 областей України (рис. 3).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

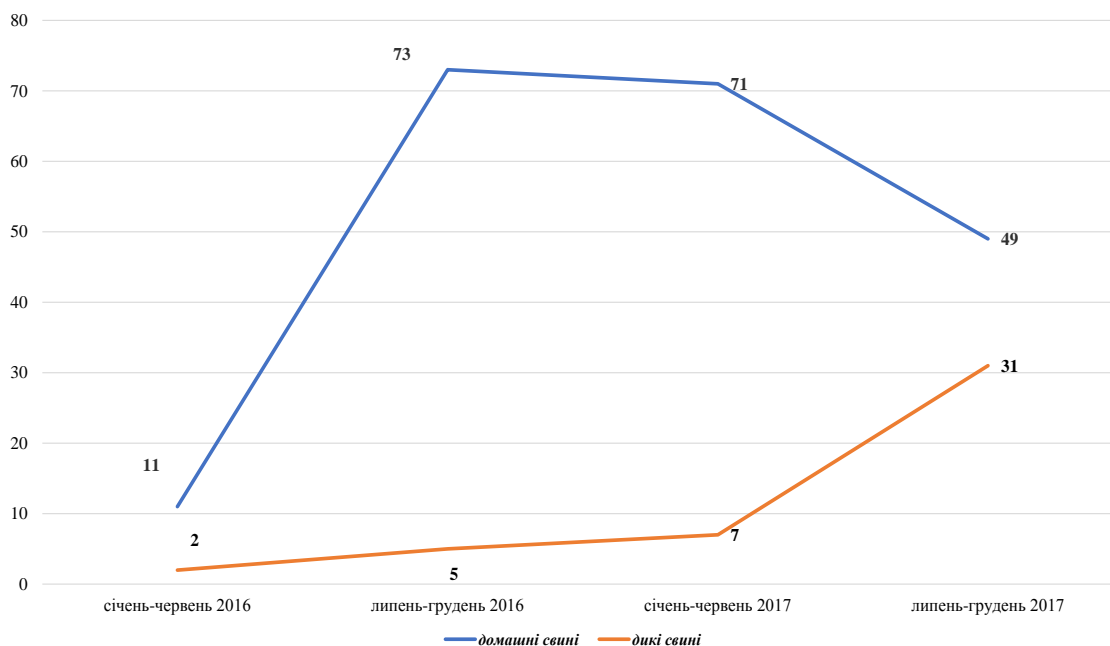


Рис. 3. Епізоотичний стан щодо африканської чуми свиней за 2017 рік в Україні (за даними Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів)

З 1 січня по 22 лютого 2018 р. уже офіційно зареєстровано 37 випадків цього захворювання, зокрема в січні 2018 р. – 18 спалахів. Якщо 2014 року випадки африканської чуми фіксували один раз на 13 або 30 діб, то у 2017 і 2018 рр. цю інфекцію в Україні реєструють кожні дві доби. Упродовж останніх двох років АЧС охопила усі області України. Найбільше спалахів цього захворювання було зафіксовано в Полтавській (38), Одеській (36), Чернігівській (30), Миколаївській (30) та Харківській (25) областях.

У зв'язку із проведенням систематичних щеплень проти класичної чуми свиней (рис. 4), маємо тенденцію до зменшення випадків захворювання на АЧС в Україні щодо приватного сектору за 2017–2018 роки 91 та 62 відповідно (рис. 5).

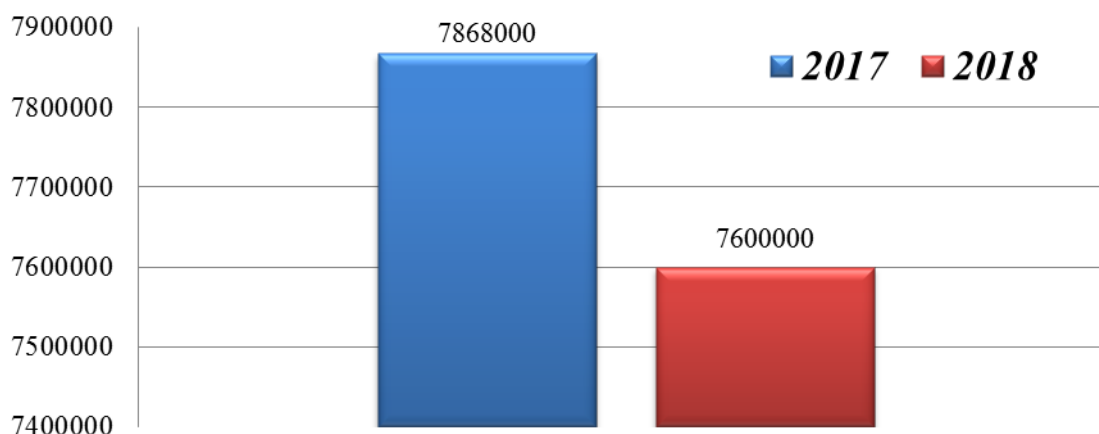


Рис. 4. Кількість свиней, яких було щеплено проти класичної чуми свиней в Україні за 2017–2018 роки

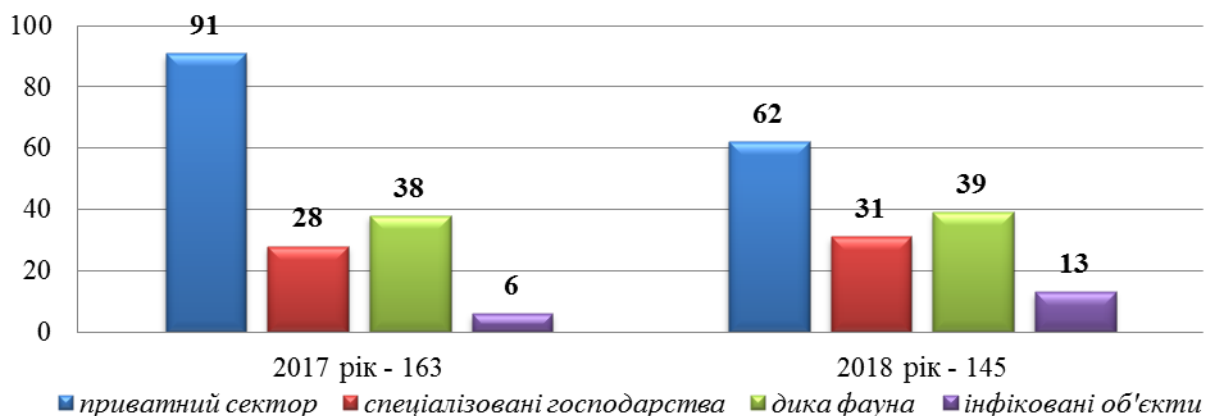


Рис. 5. Кількість неблагополучних пунктів щодо африканської чуми свиней в Україні за 2017–2018 роки

У Полтавській області в 2015 році було зареєстровано 5 неблагополучних пунктів з африканською чумою свиней: (Пирятинський, Гребінківський, Кременчуцький та Глобинський райони). У всіх випадках причиною занесення збудника є безвідповідальне ставлення громадян до вимог чинного ветеринарного законодавства. 2016 року в Полтавській області було зареєстровано 10 неблагополучних пунктів з африканською чумою свиней (Хорольський, Великобагачанський, Глобинський, Лубенський, Лохвицький, Гадяцький, Кобеляцький, Гребінківський райони та м. Гадяч), з них 4 випадки серед диких кабанів та 6 – домашніх свиней.

2017 року в Полтавській області було зареєстровано 21 неблагополучний пункт з африканської чуми свиней, зокрема серед домашніх свиней: у населення – 16, у господарствах різних форм власності – 3 та в дикій фауні – 2, де захворіли і загинули домашні свині в кількості 193 голови та знайдено 2 трупи диких кабанів (Великобагачанський, Шишацький, Котелевський Карлівський, Чутівський, Лубенський, Глобинський, Пирятинський, Гадяцький, Кобеляцький, Семенівський, Оржицький райони та м. Лубни). 2018 року в Полтавській області було зареєстровано 8 неблагополучних пунктів з африканською чумою свиней (Чутівський, Кременчуцький, Полтавський, Диканський, Миргородський, Котелевський, Лубенський та Кобеляцький райони). На даний час епізоотична ситуація по африканській чумі свиней знаходиться під постійним контролем Головного управління Держпродспоживслужби в Полтавській області. Робота по ліквідації спалахів африканської чуми свиней у неблагополучних пунктах триває.

Реальний рівень розповсюдженості АЧС в Україні залишається невизначеним через обмежені можливості державних ветеринарних служб швидко виявляти та підтверджувати діагноз захворювання. За прогнозами експертів, якщо не здійснювати своєчасний та дієвий контроль за хворобою, негативний вплив від її поширення, ймовірно, буде збільшуватися і зумовить нові ризики для фермерів і переробників свинини.

Висновки

1. У зв'язку із проведенням систематичних щеплень проти класичної чуми свиней маємо тенденцію до зменшення випадків захворювання на АЧС в Україні щодо приватного сектору за 2017–2018 роки 91 та 62 відповідно.

2. Поширення африканської чуми свиней на території Полтавської області має тенденцію до зменшення: 2015 року – 5, 2016 року – 10, 2017 року – 21, 2018 року – 8 неблагополучних пунктів.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується провести моніторингові дослідження щодо поширення АЧС серед свійських та диких тварин впродовж 2019 року.

References

1. Priskoka, V. A., Gorzhayev, V. M., & Zagrebelnij, V. O. (2012). *Afrikanska chuma svinej: evolyuciya ta ekspansiya*. Kiyiv: DNDILDVSE [in Ukrainian].

2. Priskoka, V. A., Nevolko, O. M., Sviderskij, V. S., Skovpen, V. M., Dacenko, R. A., & Skorohod, S. V. (2014). Uchasniki epizootichnogo procesu pri afrikanskij chumi svinej ta naslidki yih vzayemodiyi. *Veterinarna medicina Ukrayini*, 2 (216), 14–19 [in Ukrainian].
3. African swine Fever (2015). *Food and Agriculture Organization*. Retrieved from: <http://www.fao.org/about/ru>.
4. Ballester, M., Galindo-Cardiel, I., Gallardo, C., Argilaguët, J. M., Segalés, J., Rodríguez, J. M., & Rodríguez, F. (2010). Intranuclear detection of African swine fever virus DNA in several cell types from formalin-fixed and paraffin-embedded tissues using a new in situ hybridisation protocol. *Journal of Virological Methods*, 168 (1–2), 38–43. doi:10.1016/j.jviromet.2010.04.013.
5. Blome, S., Gabriel, C., Dietze, K., Breithaupt, A., & Beer, M. (2012). High Virulence of African Swine Fever Virus Caucasus Isolate in European Wild Boars of All Ages. *Emerging Infectious Diseases*, 18 (4). doi:10.3201/eid1804.111813.
6. Carrascosa, A. L., Bustos, M. J., & de Leon, P. (2011). Methods for Growing and Titrating African Swine Fever Virus: Field and Laboratory Samples. *Current Protocols in Cell Biology*. doi:10.1002/0471143030.cb2614s53.
7. Costard, S., Wieland, B., de Glanville, W., Jori, F., Rowlands, R., Vosloo, W., Roger, F., Pfeiffer, D. U., & Dixon, L. K. (2009). African swine fever: how can global spread be prevented? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364 (1530), 2683–2696. doi:10.1098/rstb.2009.0098.
8. Fernández-Pinero, J., Gallardo, C., Elizalde, M., Robles, A., Gómez, C., Bishop, R., Heath, L., Couacy-Hymann, E., Fasina, F. O., Pelayo, V., Soler, A. & Arias, M. (2012). Molecular Diagnosis of African Swine Fever by a New Real-Time PCR Using Universal Probe Library. *Transboundary and Emerging Diseases*, 60 (1), 48–58. doi:10.1111/j.1865-1682.2012.01317.x.
9. Gabriel, C., Blome, S., Malogolovkin, A., Parilov, S., Kolbasov, D., Teifke, J. P., & Beer, M. (2011). Characterization of African Swine Fever Virus Caucasus Isolate in European Wild Boars. *Emerging Infectious Diseases*, 17 (12), 2342–2345. doi:10.3201/eid1712.110430.
10. Giammarioli, M., Gallardo, C., Oggiano, A., Iscaro, C., Nieto, R., Pellegrini, C., Dei, G. S., Arias, M., & De Mia, G. M. (2011). Genetic characterisation of African swine fever viruses from recent and historical outbreaks in Sardinia (1978–2009). *Virus Genes*, 42 (3), 377–387. doi:10.1007/s11262-011-0587-7.
11. Gulenkin, V. M., Korennoy, F. I., Karaulov, A. K., & Dudnikov, S. A. (2011). Cartographical analysis of African swine fever outbreaks in the territory of the Russian Federation and computer modeling of the basic reproduction ratio. *Preventive Veterinary Medicine*, 102 (3), 167–174. doi:10.1016/j.prevetmed.2011.07.004.
12. Hlebeniuk, V. V. (2016). Nozoareal afrykanskoi chumy svynei v Ukraini. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten*, 4 (3), 54–58 [in Ukrainian].
13. James, H. E., Ebert, K., McGonigle, R., Reid, S. M., Boonham, N., Tomlinson, J. A., Hutchings, G. H., Denyer, M., Oura, C. A., Dukes, J. P. & King, D. P. (2010). Detection of African swine fever virus by loop-mediated isothermal amplification. *Journal of Virological Methods*, 164 (1–2), 68–74. doi:10.1016/j.jviromet.2009.11.034.
14. Jori, F., & Bastos, A. D. S. (2009). Role of Wild Suids in the Epidemiology of African Swine Fever. *EcoHealth*, 6 (2), 296–310. doi:10.1007/s10393-009-0248-7.
15. Mur, L., Boadella, M., Martínez-López, B., Gallardo, C., Gortazar, C., & Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2012). Monitoring of African Swine Fever in the Wild Boar Population of the Most Recent Endemic Area of Spain. *Transboundary and Emerging Diseases*, 59 (6), 526–531. doi:10.1111/j.1865-1682.2012.01308.x/.
16. Penrith, M.-L. (2009). African swine fever : transboundary diseases. *Onderstepoort J Vet Res*, 76 (1). doi:10.4102/ojvr.v76i1.70.
17. Penrith, M.-L., & Vosloo, W. (2009). Review of African swine fever : transmission, spread and control : review article. *Journal of the South African Veterinary Association*, 80 (2). doi:10.4102/jsava.v80i2.172.
18. Rahimi, P., Sohrabi, A., Ashrafihelan, J., Edalat, R., Alamdari, M., Masoudi, M., Mostofi, S. & Azadmanesh, K. (2010). Emergence of African Swine Fever Virus, Northwestern Iran. *Emerging Infectious Diseases*, 16 (12), 1946–1948. doi:10.3201/eid1612.100378.
19. Sánchez-Vizcaíno, J. M., Mur, L., & Martínez-López, B. (2012). African Swine Fever: An Epidemiological Update. *Transboundary and Emerging Diseases*, 59, 27–35. doi:10.1111/j.1865-1682.2011.01293.x.

20. Tignon, M., Gallardo, C., Iscaro, C., Hutet, E., Van der Stede, Y., Kolbasov, D., De Mia, G. M., Le Potier, M. F., Bishop, R. P., Arias, M. & Koenen, F. (2011). Development and inter-laboratory validation study of an improved new real-time PCR assay with internal control for detection and laboratory diagnosis of African swine fever virus. *Journal of Virological Methods*, 178 (1–2), 161–170. doi:10.1016/j.jviromet.2011.09.007.

21. Tulman, E. R., Delhon, G. A., Ku, B. K., & Rock, D. L. (2009). African Swine Fever Virus. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 43–87. doi:10.1007/978-3-540-68618-7_2.

Стаття надійшла до редакції 23.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Омельченко Г. О., Петренко М. О., Авраменко Н. О. Моніторинг поширення африканської чуми свиней в Україні та Полтавській області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 183–190.

© Омельченко Ганна Олексіївна, Петренко Максим Олександрович,
Авраменко Наталія Олексіївна, 2019



original article | UDC 614.777:636.082:636.4 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.25

SANITARY-HYGIENIC CHARACTERISTICS OF WATER ON DAIRY AND PIG FARMS

V. Sokolyuk,

ORCID ID: [0000-0003-2311-1910](https://orcid.org/0000-0003-2311-1910), E-mail: vmsokoluk@gmail.com,

I. Ligomina,

ORCID ID: [0000-0001-8569-9487](https://orcid.org/0000-0001-8569-9487), E-mail: ligominairina@ukr.net,

S. Furman,

ORCID ID: [0000-0002-1079-5797](https://orcid.org/0000-0002-1079-5797), E-mail: svitlana.furman@ukr.net,

D. Lisogurskaya,

ORCID ID: [0000-0002-2559-6520](https://orcid.org/0000-0002-2559-6520), E-mail: lisogurskadina@gmail.com,

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

V. 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, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

The sanitary and hygienic indicators of water quality from a water supply source used for watering animals on dairy and pig farms located nearby were studied in the southern bio-geochemical zone of Ukraine. The main purpose of the research was to investigate the water quality and the condition of the water supply source, as well as establish the factors and mechanisms that influence the formation of its mineral composition. Water samples were taken from two places (pit well and drinkers) in different seasons, corresponding to the standard procedure. The assessment of water quality and safety was carried out in accordance with the requirements of the State Sanitary standards and rules “Hygienic requirements to drinking water for human consumption” (DSanPin 2.2.4–171–10). According to the results of our research, a number of violations of sanitary requirements as to the water treatment in the source were established; also, the boundaries of sanitary protection zones which prevent the pollution of water-bearing stratum were not maintained. Unsatisfactory sanitary and technical condition of water supply system, its long-term operation also contributed to the deterioration of water quality on the farm. It was established that as to organoleptic characteristics the water was of good quality, but at the same time microbiological parameters did not meet the sanitary-hygienic requirements. The total number of mesophilic, aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the water exceeded the permissible levels by 1.1–1.2 times in the water supply source and by 4.0–4.7 times in the drinkers. Nitrogen ammonium and nitrites concentrations in the water samples were within the standard levels. The content of nitrates in the water was high during all the study period, and exceeded the maximum permissible concentration in (MAC 50 mg N/dm³) by 2.1–3.9 times. The content of organic substances as to the index of permanganate oxidation varied from 2.4 to 6.8 mg O/dm³ in different study periods (MAC ≤ 5,0 mg O/dm³). The total hardness of the water under investigation was high and ranged from 8.1 to 9.4 mg eq/dm³ during the study period. The level of total mineralization of the water was changing during the year from 927.0 to 1498.0 mg/dm³ with its highest level in the summer period. The concentration of calcium ions in the water was increased during all the study periods (150.3–160.3 mg/dm³). The content of magnesium, potassium and sodium ions did not exceed the limits of standard levels. The content of chlorides and sulfates in the water did not exceed the permissible values either. During the research the microelement content of the water was determined. The concentration of plumbum, cadmium, arsen, mercury, cuprum, zinc, ferrum, and cobalt was insignificant. The content of manganese in the water exceeded the standard values by 1.5–3.8 times, with its highest concentration in the winter and spring periods. The violation of ecological state in the area of the farm location and adjoining territories contributed to the pollution of soil and surface waters.

The absence of the sanitary protection zone of the water supply source and unsatisfactory sanitary-technical condition of the water supply network on the farm cause microbial pollution of water.

Key words: livestock farms, water supply source, water quality, cows, chemical composition of water, microbial pollution.

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ В РАЙОНІ МОЛОЧНОТОВАРНОЇ ФЕРМИ ТА СВИНОФЕРМИ

В. М. Соколюк, І. П. Лігоміна, С. В. Фурман, Д. В. Лісогурська,

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

В. Б. Духницький,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Вивчено санітарно-гігієнічні показники якості води із джерела водопостачання розташованого в районі молочнотоварної ферми та свиноферми, яка використовується для напування тварин в одному із господарств південної біогеохімічної зони України. Метою дослідження було дослідити якість та стан джерела водопостачання, а також встановити чинники та механізми, які впливають на формування її мінерального складу. Проби води відбирали із двох точок (шахтний колодязь і напувалка) посезонно відповідно до методики. Оцінку води щодо її якості та безпечності проводили відповідно до вимог Державних санітарних норм і правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПін 2.2.4.–171–10). За результатами наших досліджень встановлено низку порушень санітарних вимог до вододжерела. Також не дотримано кордони поясів зон санітарної охорони, що запобігають забрудненню водоносного шару. Незадовільний санітарний та технічний стан системи водопостачання, їх тривала експлуатація сприяють погіршенню якості води в господарстві. Встановлено, що за органолептичними характеристиками вода була доброякісною, а мікробіологічні показники не відповідали санітарно-гігієнічним вимогам. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у воді перевищувала допустимі значення в 1,1–1,2 рази у джерелі водопостачання та в 4,0–4,7 разів у напувалці. Концентрації Нітрогену амонійного та нітритів у пробах води була в межах нормованих величин. Вміст нітратів у воді був високим протягом всього періоду досліджень, і перевищував гранично допустиму концентрацію (ГДК 50 мг N/дм³) у 2,1–3,9 рази. Вміст органічних речовин за показником перманганатної окиснюваності був у межах від 2,4 до 6,8 мг O/дм³ у різні періоди досліджень (ГДК ≤ 5,0 мг O/дм³). Загальна жорсткість досліджуваної води була високою, і становила від 8,1 до 9,4 мг екв/дм³ упродовж періоду досліджень. Рівень загальної мінералізації води впродовж року становив від 927,0 до 1498,0 мг/дм³, а найвищий її показник був улітку. Концентрація іонів Кальцію у воді була підвищеною в усі періоди досліджень (150,3–160,3 мг/дм³). Уміст іонів Магнію, Калію та Натрію не виходив за межі регламентованих величин. Вміст хлоридів і сульфатів у воді також не перевищував допустимих значень. Проведеними дослідженнями було встановлено мікроелементний склад води. Концентрація Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Меркурію, Купруму, Цинку, Феруму, Кобальту була незначною. Вміст Мангану у воді перевищував у 1,5–3,8 рази нормативні значення, найвищу його концентрацію відмічали в зимово-весняний період. Порушення екологічного стану в зоні розташування тваринницьких ферм та прилеглих до них територій сприяє забрудненню ґрунтових і поверхневих вод. Відсутність зони санітарної охорони джерела водопостачання, незадовільний санітарно-технічний стан водопровідної мережі в господарстві є причиною бактеріального забруднення води.

Ключові слова: тваринницькі ферми, джерело водопостачання, якість води, корови, хімічний склад води, мікробне забруднення.

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЫ В РАЙОНЕ МОЛОЧНОТО-ВАРНОЙ ФЕРМЫ И СВИНОФЕРМЫ

В. М. Соколюк, И. П. Лигомина, С. В. Фурман, Д. В. Лисогурская,

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

В. Б. Духницкий,

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина

Установлено, что по органолептическим характеристикам вода отвечала регламентированным величинам. Микробиологические показатели не соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям. Общее количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в воде превышало допустимые значения в 1,1–1,2 раза в источнике водоснабжения и в 4,0–4,7 раз – при выпашивании животных. Концентрация Нитрогена аммонийного и нитритов в пробах воды не превышали регламентированных величин. Содержание нитратов в воде было высоким в течение всего периода исследований, и превышало предельно допустимую концентрацию (50 мг N/дм³) в 2,1–3,9 раза. Содержание органических веществ по показателю перманганатной окисляемости было в пределах от 2,4 до 6,8 мг O/дм³ в разные периоды исследований (ГДК ≤ 5,0 мг O/дм³). Общая жесткость исследуемой воды была высокой и составляла от 8,1 до 9,4 мг экв/дм³ в течение периода исследований. Уровень общей минерализации воды в течение года составил от 927,0 до 1498,0 мг/дм³, а самый высокий показатель минерализации наблюдался в летний период. Концентрация ионов Кальция в воде была повышенной во все периоды исследований (150,3–160,3 мг/дм³). Содержание ионов Магния, Калия и Натрия не выходило за пределы регламентированных величин. Хлориды и сульфаты в воде также не превышали допустимых значений.

Ключевые слова: животноводческие фермы, источник водоснабжения, качество воды, коровы, химический состав воды, микробное загрязнение.

Вступ

Екологічна проблема тваринництва і водних біоресурсів України зумовлена наслідками інтенсивного забруднення навколишнього середовища промисловими та комунально-побутовими відходами, тобто зумовлена антропогенною діяльністю. Основними забруднювачами біосфери є нафтопродукти, поверхнево-активні речовини, фосфати, мінеральні добрива, важкі метали, окисли Нітрогену, Сульфур, Карбону та пестициди [8].

Згідно з біогеохімічними вченням академіка В. І. Вернадського більшість хімічних елементів належить до розсіяних речовин (мікроелементів), які присутні в мікродозах у підземних та поверхневих водах, гірських породах, ґрунті, атмосферному повітрі, живих організмах у стані рухомої рівноваги. Переміщуючись по трофічному ланцюгу, вони накопичуються в рослинах, кормах, організмі тварин та їх продукції [3, 7].

Тваринництво так само є одним із дієвих забруднювачів навколишнього середовища. Все гостріше стають питання [10] щодо запобігання забруднення гнойовими стоками, технічними відходами поверхневих водойм, річок, ґрунтових вод, які зі свого боку можуть слугувати джерелами водопостачання тваринницьких ферм та населених пунктів.

Відомо, що питна вода є одним із основних джерел надходження мінеральних речовин в організм тварин. Однак залежно від якості вода, як складова біогеохімічного ланцюга, може впливати на стан здоров'я та продуктивність тварин [1, 11, 12, 16]. Тваринництво поряд із виробництвом продукції, заготівлею кормів передбачає також знезараження, переробку та використання гною, виробничих та господарсько-побутових вод. Обсяг їх залежить від способу утримання тварин, поголів'я, виду та віку, тривалості стійлового періоду, прийнятої системи видалення гною, виду кормів тощо [18, 20].

Концентрація забруднювальних речовин у таких стоках дуже висока. Відходи тваринницьких ферм та сільськогосподарських підприємств відрізняються високим вмістом екологічно небезпечних речовин: аміаку, сірководню, фенолу, жирних кислот, солей важких металів, пестицидів, лікарських засобів та інших забруднювачів [2, 6].

Гноеві стоки можуть також містити патогенні мікроорганізми. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) тваринницькі відходи можуть бути джерелом розповсюдження збудників більше як 100 видів захворювань тварин та людей [4, 17, 19]. До таких хвороб належать: ящур, бруцельоз, сибірка,

лептоспіроз, сальмонельоз, енцефаліт, бешиха та чума свиней і багато інших. Також у стічних водах виявляють значну кількість яєць та личинок гельмінтів, які спричиняють інвазійні захворювання тварин. Тому за відсутності належного контролю за збереженням та використанням тваринницьких стоків створюється реальна загроза поширення інфекційних та інвазійних хвороб у зоні ведення тваринництва [14].

Необхідно також зазначити, що розчини, які використовуються для дезінфекції тваринницьких приміщень більшою мірою належать до біоцидів. Після потрапляння у ґрунт вони здатні діяти згубно на корисні ґрунтові мікроорганізми [21], а за умови потрапляння у водні джерела – забруднювати їх.

Порушення екологічної рівноваги на фермах, комплексах та прилеглих до них територіях сприяє різкому погіршенню санітарного стану природних водойм та підвищенню вмісту забруднювальних речовин у воді джерел водопостачання. Разом з тим, фахівці ветеринарної медицини та технологи з виробництва продукції тваринництва мало уваги приділяють питанням санітарно-гігієнічної якості питної води, яку використовують на тваринницьких фермах.

У зв'язку з вищенаведеним *мета* дослідження полягала у визначенні якості води та стану джерел водопостачання в одному з господарств південної біогеохімічної зони України. *Завдання* досліджень було встановити чинники та механізми, які впливають на якість і формування мінерального складу води в господарстві.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували в господарстві ДПДГ «Елітне» (2-ге відділення с. Степове) Кіровоградської області. Проби води, що використовується на молочнотоварній фермі відбирали з двох точок (шахтного колодязя та напувалки), посезонно відповідно до методики [9]. Дослідження води проводили методом паралельних проб ($n=3$), у акредитованих державних лабораторіях ветеринарної медицини. Хімічний склад води визначали за формулою Курлова [13]. Оцінку води щодо її якості та безпечності виконували відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4–171–10) [5].

Результати дослідження та їх обговорення

Водозабір у ДПДГ «Елітне» (друге відділення с. Степове) здійснюється із шахтного колодязя глибиною 9 метрів, який живиться ґрунтовими та підземними водами. Джерело знаходиться нижче рівня розміщення тваринницьких приміщень, на віддалі 70–100 метрів від території молочної ферми та свиноферми. Поруч також є ставок глибиною 1,5–2 м, у який стікають поверхневі води та побутові стоки. На території ферм обладнані два гноєсховища, де проходить біотермічне знезараження гною. Вище зазначені чинники сприяють забрудненню поверхневих та підземних вод на території господарства.

Під час дослідження нами також було виявлено цілу низку порушень санітарних вимог до розміщення та експлуатації джерела води. Територія місця водозабору не облаштована, відсутня огорожа, має місце вільний доступ людей і тварин. Це створює умови для порушення експлуатації зон санітарної охорони (близьке розташування до тваринницьких приміщень споруд для зберігання сінажу та силосу, вигульних площадок для тварин, резервуару для накопичення побутових стоків, гноєсховища). Ці чинники сприяють значному погіршенню якості води, яку використовують у господарстві. Одним із них, який сприяє забрудненню води, є незадовільний стан системи водопостачання в господарстві. Згідно з технічною документацією водопровідна мережа експлуатується вже протягом 35–40 років. Тривала експлуатація водогону без належного догляду є причиною небезпечного вторинного забруднення питної води, яке виникає внаслідок відкладень органічного походження на внутрішній поверхні труб, утворення хімічних сполук під час взаємодії відкладень із засобами для дезінфекції, корозійних процесів та завдяки наявності застійних зон у тупикових ділянках водогону.

Дослідження води за органолептичними показниками (запах, смак, забарвлення, каламутність зумовлене вмістом органічних речовин і завислих частинок) показали, що вона була доброякісною.

За мікробіологічними показниками досліджувані зразки води не відповідали санітарно-гігієнічним вимогам. Зокрема, загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФМ) у воді перевищувала допустимі значення в 1,1–1,2 рази у джерелі водопостачання та в 4,0–4,7 разів у напувалці. Значення колі-індексу перевищувало нормативні показники у воді напувалок майже у 2,5 рази.

За наявністю у воді нітрогеновмісних сполук (Нітрогену амонійного, нітратів і нітритів), їх кількістю та співвідношенням оцінюють ступінь і давність її забруднення органічними речовинами. Джерелами їх надходження у водоносні горизонти є гноєві, побутові та господарські стоки, азотні добрива.

Якщо рівень нітратів у питній воді перевищує 50 мг/дм^3 , то така вода вважається основним джерелом їх сумарного надходження в організм тварин і може спричинити отруєння. Нітрати є кінцевим продуктом окиснення органічних речовин, а останні вважаються індикаторами забруднення [21].

Нами встановлено, що концентрації Нітрогену амонійного та нітритів у пробах води не перевищували регламентованих величин. Вміст нітратів у воді був високим протягом всього періоду досліджень, і перевищував гранично допустиму концентрацію (50 мг N/дм^3) у 2,1–3,9 рази.

Нітрати у рубці жуйних (товстому відділі кишечника моногастричних тварин) відновлюються до нітритів, які після всмоктування у кров окиснюють гемоглобін у стійку форму – метгемоглобін, що призводить до порушення газообміну в організмі [15].

Вміст органічних речовин за показником перманганатної окиснюваності був у межах від 2,4 до $6,8 \text{ мг O/дм}^3$ у різні періоди досліджень ($\text{ГДК} \leq 5,0 \text{ мг O/дм}^3$).

Загальна жорсткість досліджуваної води була високою і становила від 8,1 до $9,4 \text{ мг екв/дм}^3$ упродовж періоду досліджень.

Рівень загальної мінералізації води впродовж року становив від 927,0 до $1498,0 \text{ мг/дм}^3$, а найвищий показник мінералізації був улітку. Концентрація іонів Кальцію у воді була підвищеною в усі періоди досліджень ($150,3\text{--}160,3 \text{ мг/дм}^3$). Уміст іонів Магнію, Калію та Натрію не перевищував регламентовані величини. Вміст хлоридів і сульфатів у воді також був у межах допустимих значень.

Порядок головних іонів у воді змінювався залежно від сезону року. За отриманими результатами їх класифікували таким чином: навесні – гідрокарбонатно – кальцієвий клас, група Кальцію; влітку – гідрокарбонатно- натрієвий клас, група Натрію; восени та взимку – гідрокарбонатно-кальцієвий клас, групи Кальцію.

Сольовий склад природних вод представлений, головню, солями хлористоводневої, сульфатної, карбонатної кислот з металами – Натрієм, Калієм, Магнієм, Кальцієм. Розчинені у воді солі, зазвичай представлені іонами HCO_3^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} .

Після аналізу результатів робимо висновок, що вода належить до прісних, із підвищеною мінералізацією.

Проведеними дослідженнями було встановлено мікроелементний склад води. Концентрація Плюмбуму, Кадмію, Арсену, Меркурію, Купруму, Цинку, Феруму, Кобальту була незначною. Вміст Мангану у воді перевищував у 1,5–3,8 рази регламентовані величини. Найвища його концентрація у воді була в зимово-весняний період.

Висновки

Порушення екологічного стану в зоні розташування тваринницьких ферм та прилеглих до них територій сприяє забрудненню ґрунтових і поверхневих вод. Відсутність зони санітарної охорони джерела водопостачання, незадовільний санітарно-технічний стан водопровідної мережі в господарстві є причиною бактеріального забруднення води.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у пробах питної води з джерела водопостачання ДПДГ «Елітне» (друге відділення с. Степове) Кіровоградської області перевищувала допустимий рівень в 1,1–1,2 разу, а у пробах води з напувалки – в 4,0–4,7 разу.

Вміст нітратів у пробах питної води перевищував гранично допустиму концентрацію у 2,1 і 3,9 рази.

За хімічним складом досліджувана вода є прісною, жорсткою, з підвищеною мінералізацією гідрокарбонатного класу, групи Натрію та Кальцію.

Для забезпечення тварин якісною і безпечною водою необхідно проводити постійний ветеринарно-санітарний контроль за станом джерел та систем водопостачання.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні можливого впливу якості води, яку споживають тварини в господарстві, на організм корів, якість та безпеку тваринницької продукції.

References

1. Brilo, I. V., Trofimov, A. F., & Sodomov, N. A. (2007). Kachestvo pitevoj vody i zdorove zhivotnyh. *Uchenye zapiski UO VGAVM*, 43 (1), 39–42 [In Russian].
2. Bublivenko, N. O., Levitina, N. V., & Bublivenko, V. V. (2004). Tekhnolohiia ochyshchennia stokiv svynokompleksiv. *Vodo- i vodoochysni tekhnolohii*, 4, 44–45 [In Ukrainian].
3. Vernadskij, V. I. (1967). *Biosfera. Izbrannye trudy po biogeohimii*. Moskva: Mysl [In Russian].
4. Globalnaya ezhednevnyaya ocenka sostoyaniya sanitarii i vodosnabzheniya v ramkah Mehanizma OON po vodnym resursam (GLAAS), 2010 god: Celevoe ispolzovanie resursov dlya dostizheniya progressa. *Vsemirnaya*

organizaciya zdravoohraneniya. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/9789241599351/ru/ [In Russian].

5. Derzhavni sanitarni normy ta pravyla «Hihiyenichni vymohy do vody pytnoyi, pryznachenoyi dlya spozhyvannya lyudynoyu» (DSanPiN 2.2.4.–171–10). *Nakaz MOZ Ukrayiny vid 12.05.2010* [In Ukrainian].

6. Karas, A. V. Sanitarno-gigienicheskaya charakteristika kachestva vody v rajone svinovodcheskogo kompleksa. *Uchenye zapiski UO VGAVM*, 43 (1 (1)), 64–68 [In Russian].

7. Ligomina, I. P., Furman, S. V., & Lysogurska, D. V. (2016). Poshyrennia, etiologhiia ta diahnostryka hipotyreozy u koriv Zhytomyrskoho Polissia. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 18 (3 (70)), 174–178. doi:10.15421/nvlvet7041 [In Ukrainian].

8. Mamenko, O. M. (2007). Ekolohichni problemy tvarynnytstva. *Ahroekolohichni zhurnal*, 4, 11–17 [In Ukrainian].

9. Zakharenko, M. O., Poliakovskiy, V. M., Shevchenko, L. V., Mykhalska, V.M., & Mamoha, L.V. (2013). Metodychnyi posibnyk (dlia provedennia laboratornykh zaniat z dystsypliny «Hihiiena tvaryn» dlia studentiv fakultetu tekhnolohii vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva». Kyiv: «Vyd–vo TOV «RVP Inter-servis» [In Ukrainian].

10. Pisarenko, V. N., Pisarenko, P. V., & Pisarenko, V. V. (2008). Ekologicheskie problemy v zonah zhivodnovodcheskih kompleksov: Negativnoe vliyanie othodov zhivotnovodstva na okruzhayushuyu sredu. *Agroekologiya*. (s. 36–40). Poltava [In Russian].

11. Sokolyuk, V. M. (2014). Pokazateli biologicheskoy bezopasnosti pitevoj vody i zaboлеваemost zhivotnyh. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*, 2, 41–44 [In Russian].

12. Sokoliuk, V. M., Lihomina, I. P., Furman, S. V., & Zghozinska, O. A. (2018). Yakisna i bezpechna voda – kliuchovy aspekt orhanichnogo vyrobnytstva moloka na molochnykh fermakh. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka: zbirnyk dop. uchasn. VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr*: O. O. Evenok [In Ukrainian].

13. Khilchevskiy, V. K., Osadchyi, V. I., & Kurylo, S.M. (2012). *Osnovy hidrokhimii: pidruchnyk*. Kyiv: Nika-Tsentr [In Ukrainian].

14. Shejko, I. P. (2016). Promyshlennoe svinovodchestvo i okruzhayushaya sreda. *Efektivne tvarinnictvo*, 1, 46–48 [In Russian].

15. Beede, D. K., (2005). Assessment of water quality and nutrition for dairy cattle. *Proceedings of Mid-South ruminant Nutrition Conference*. Arlington, TX.

16. Lardner, H. A., Braul, L., Schwartzkopf-Genswein, K., Schwean-Lardner, K., Damiran, D., & Darambazar, E. (2013). Consumption and drinking behavior of beef cattle offered a choice of several water types. *Livestock Science*, 157(2-3), 577–585. doi:10.1016/j.livsci.2013.08.016.

17. Council Directive 98/58/EC of 20 July 1998 concerning the protection of animals kept for farming purposes (1998). *Official Journal L*. 221/25.

18. Li, X., Watanabe, N., Xiao, C., Harter, T., McCowan, B., Liu, Y., & Atwill, E. R. (2013). Antibiotic-resistant *E. coli* in surface water and groundwater in dairy operations in Northern California. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186 (2), 1253–1260. doi:10.1007/s10661-013-3454-2.

19. Vidon, P., Campbell, M. A., & Gray, M. (2008). Unrestricted cattle access to streams and water quality in till landscape of the Midwest. *Agricultural Water Management*, 95 (3), 322–330. doi:10.1016/j.agwat.2007.10.017.

20. Wright, C. L. (2007). Management of Water Quality for Beef Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23 (1), 91–103. doi:10.1016/j.cvfa.2006.12.002.

21. Zia, H., Harris, N. R., Merrett, G. V., Rivers, M., & Coles, N. (2013). The impact of agricultural activities on water quality: A case for collaborative catchment-scale management using integrated wireless sensor networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 96, 126–138. doi:10.1016/j.compag.2013.05.001.

Стаття надійшла до редакції 07.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Соколюк В. М., Лігоміна І. П., Фурман С. В., Лісогурська Д. В., Духницький В. Б. Санітарно-гігієнічна характеристика води в районі молочнотоварної ферми та свиноферми. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 191–196.

© Соколюк Василь Мінович, Лігоміна Ірина Павлівна, Фурман Світлана Володимирівна, Лісогурська Діна Володимирівна, Духницький Володимир Богданович, 2019



Veterinary
medicine

**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 636:576.8:616.995.1 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.26

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF COPROOVOSCOPIC DIAGNOSTICS METHODS OF SHEEP DIGESTIVE TRACT NEMATODOSES

V. V. Melnychuk,

ORCID ID: [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065), E-mail: melnychuk86@ukr.net,

I. D. Yuskiv,

ORCID ID: [0000-0002-6029-3488](https://orcid.org/0000-0002-6029-3488), E-mail: igor_yuskiv@ukr.net,

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

Diagnostic studies are an important component in a complex of measures aimed at achieving epizootic safety concerning parasitic animal diseases. At present, a large number of diagnostic methods and ways have been developed in the world, and they are divided into post-mortem and life-time. In their turn, the latter are divided into qualitative and quantitative. It should be noted that quantitative methods of diagnosing animal invasion diseases enable to assess objectively the level of the organism parazitation by a specific causal agent. Therefore, the development of effective and ergonomic methods of quantitative coproovoscopic diagnostics remains an urgent issue. In connection with the above mentioned the objective of the conducted research was to determine the effectiveness of well-known and improved methods of coproovoscopic diagnostics of sheep digestive tract nematodoses. The work was carried out in the Laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian Academy. Experimentally it was established that the improved method of quantitative coproovoscopic diagnostics of sheep digestive tract nematodoses turned out to be more effective, than the prototype method, as to the number of positive samples by 14.3 % and the number of found nematode eggs in the tested sample – by 18.5 %. High indices of diagnostic effectiveness were confirmed during production tests when comparing the improved method with the methods of analogues and prototype (Stoll, 1959; Trach, 1992; Liashenko et al., 2012; Taylor et al., 2015). According to the number of positive samples, the method was more effective by 8.0–44.0; concerning the minimal and maximal indices of the number of found nematode eggs in 1g of faeces the improved method was correspondingly by 14.3–80.9 % and 4.4–90.5 % more effective. According to the average number of nematode eggs in the sample as compared with the analogous methods: of Liashenko et al. the effectiveness was by 86.9 % higher, of Trach – by 37.9 %, and of Stoll – by 27.7 % higher, and by the prototype method – by 5.9 %. Analyzing the process of microscopy of the preparations made by different methods, it was found that the samples made in an improved way were the most convenient for the study. In the microscopic field, the smallest amount of foreign residues and air bubbles was detected, which did not interfere with the process of microscopy and the calculation of invasive elements.

Key words: method, coproovoscopic diagnostics, flotation, effectiveness, nematode eggs, sheep.

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СПОСОБІВ КОПРООВОСКОПІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ НЕМАТОДОЗІВ ТРАВНОГО КАНАЛУ ОВЕЦЬ

В. В. Мельничук, І. Д. Юськів,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

Діагностичні дослідження є важливим компонентом у комплексі заходів, що спрямовані на досягнення епізоотичного благополуччя з паразитарних захворювань тварин. На сьогодні у світі розроблено значну кількість способів та методів діагностики, які поділяють на посмертні та зажиттєві.

Серед останніх – якісні та кількісні. Необхідно зазначити, що кількісні способи діагностики інвазійних захворювань тварин дають змогу об'єктивно оцінити рівень ураженості організму конкретним збудником. Тому розробка ефективних та ергономічних способів кількісної копроовоскопічної діагностики залишається актуальним питанням. У зв'язку з вищевказаним мета проведених досліджень полягала у визначенні ефективності загальновідомих та удосконаленого способів копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець. Роботу виконували в умовах лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Експериментальним шляхом встановлено, що удосконалений спосіб кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець виявився ефективнішим порівняно зі способом прототипу. За числом позитивних проб на 14,3 % та за кількістю виявлених яєць нематод у досліджуваній пробі на 18,5 %. Високі показники діагностичної ефективності підтверджувалися в умовах виробничих випробувань при порівнянні удосконаленого способу зі способами аналогами та прототипу (Столла, 1959; Трача, 1992; Ляшенко й ін., 2012 та Taylor et al., 2015). За показниками кількості позитивних проб спосіб був ефективнішим на 8,0–44,0 %. За мінімальними та максимальними показниками кількості виявлених яєць нематод у 1 г фекалій на 14,3–80,9 % та 4,4–90,5 % відповідно. За показником середньої кількості яєць нематод у пробі порівняно зі способами аналогами: Ляшенко й ін. – на 86,9 %, Трача – на 37,9 %, Столла – на 27,7 % та способом прототипу – на 5,9 %. Аналізуючи процес мікроскопії препаратів, виготовлених різними способами, встановлено, що найбільш зручними для дослідження виявилися зразки, виготовлені за удосконаленим способом. У полі зору мікроскопа виявляли найменшу кількість сторонніх решток та пухирців повітря, які не заважали процесу мікроскопії та проведенню підрахунку інвазійних елементів.

Ключові слова: спосіб, копроовоскопічна діагностика, флотація, ефективність, яйця нематод, вівці.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ КОПРООВОСКОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕМАТОДОЗОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ОВЕЦ

В. В. Мельничук, И. Д. Юськив,

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

В статье освещены данные относительно эффективности общеизвестных и усовершенствованного количественных способов копроовоскопической диагностики нематодозов пищеварительного канала овец. Установлено, что усовершенствованный способ диагностики в экспериментальном исследовании оказался эффективнее по сравнению со способом прототипом по числу положительных проб и количеству выявленных яиц нематод в исследуемой пробе на 14,3 и 18,5 % соответственно. Высокие показатели эффективности подтверждались в условиях производственных испытаний при сравнении усовершенствованного способа со способами аналогами и прототипа (Столла, 1959; Трача, 1992; Ляшенко и др., 2012 и Taylor et al., 2015). А именно по показателям: количества положительных проб – на 8,0–44,0 %; минимального и максимального количества выявленных яиц нематод в 1 г фекалий – на 14,3–80,9 % и 4,4–90,5 % соответственно; среднего количества яиц в пробе – на 5,9–86,9 %.

Ключевые слова: способ, копроовоскопическая диагностика, флотация, эффективность, яйца нематод, овцы.

Вступ

Зажиттєва діагностика інвазійних захворювань тварин є важливим заходом у роботі лікаря ветеринарної медицини. Відомо, що у своїй діяльності практикуючі лікарі та науковці ветеринарного профілю застосовують найбільш розповсюджені способи діагностики. До останніх можна віднести як якісні (Фюллеборна, Котельникова-Хренова, Дахно), так і кількісні (Трача, Мак-Мастера) способи копроовоскопічної діагностики [3, 9, 12, 14–17]. Потрібно зауважити, що основна кількість відомих способів та методик ґрунтується на використанні різних флотаційних рідин з високою питомою вагою. Для виготовлення флотаційних рідин науковці використовують різноманітні хімічні сполуки та їх поєднання в різних пропорціях (NaOH, NaNO₃, CaCl₂, Na₂Cr₂O₇, NaCl, NaOCl, ZnSO₄, MgSO₄, та багато інших) [2, 5, 9].

Аналізуючи питання, що стосується копроовоскопічної діагностики паразитарних інвазій у тварин та птиці за даними літератури зафіксована певна тенденція. У застарілих джерелах загальновідомі флотаційні копроовоскопічні способи досліджень науковці рекомендували як високоефективні з метою одночасного виявлення широкого кола збудників (аскарид, капілярід, оксіурат, стронгілід, стронгілят, трихурат та ін.) [3, 9, 12]. Опрацьовуючи сучасні літературні джерела за обраним напрямом, виявлено значну кількість досліджень, пов'язаних із удосконаленням відомих способів та методик [4, 7, 10]. Останні спрямовані на виявлення конкретних видів збудників паразитарних хвороб, що підтверджується їх високою діагностичною ефективністю [8, 11, 13].

Необхідно зазначити, що здебільшого в літературі описані як нові, так і загальновідомі флотаційні способи та методики копроовоскопічної діагностики є якісними. Тобто дають змогу виявляти інвазійні елементи в досліджуваному матеріалі, водночас не дозволяють адекватно оцінити ураженість організму тим чи тим збудником. Через це важливим моментом при проведенні копроовоскопічних досліджень є інтерпретація даних, що дозволяє оцінити інвазованість досліджуваного організму конкретним збудником. Тому використання кількісних методів діагностики є надзвичайно актуальним.

Отже, метою наших досліджень було визначити ефективність загальновідомих та удосконаленого способів кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець. Задля досягнення мети необхідно було розв'язати наступні задачі: в експериментальних умовах встановити ефективність удосконаленого способу порівняно зі способом прототипу; у виробничих дослідженнях з'ясувати чутливість та діагностичну ефективність загальновідомих та удосконаленого способів кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець; проаналізувати якість процесу мікроскопії під час виготовлення препаратів різними способами.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2018–2019 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

Експериментальні дослідження відбувалися в 2 етапи. На *першому етапі* проводили моніторинг щодо наявних кількісних копроовоскопічних способів дослідження, визначали їхні недоліки, обирали спосіб прототип та шляхи його вдосконалення з метою підвищення ефективності.

Удосконалення способу здійснювали шляхом внесення змін до основної методики (центрифужно-флотаційна техніка), яку було обрано як прототип [19], а саме: після пробопідготовки згідно зі способом прототипу гомогенізовану фекальну суспензію розливали у три пробірки, центрифугували 2 хвилини в режимі 1000–1500 об/хв, надосадову рідину зливали, а до осаду додавали флотаційний розчин неорганічної солі зі щільністю 1,30–1,33 г/см³. Отриману суміш гомогенізували та центрифугували 2 хвилини в режимі 1000–1500 об/хв. Пробірки виймали, ставили у штатив і доливали флотаційний розчин до моменту утворення поверхневої плівки у вигляді опуклої лінзи. Зверху пробірки накривали покривними скельцями розміром 19 × 19 мм та залишали на 12–15 хв. Надалі послідовно з пробірок вертикальним рухом знімали покривні скельця та переносили, не перевертаючи їх, на одне предметне скло та мікроскопували. З метою перерахунку кількості яєць нематод в 1 г фекалій застосовували формулу:

$$ЯГФ = \left(\frac{n_1 + n_2 + n_3}{3} \right) \times 15 \times 1,2$$

де n_1, n_2, n_3 – кількість яєць у зразку; 3 – кількість досліджуваних зразків; 15 – об'єм рідини у пробірці; 1,2 – коефіцієнт корекції запропонований у способі прототипу.

З метою визначення діагностичної ефективності удосконаленого способу порівняно зі способом прототипом провели експериментальне дослідження вільних щодо яєць нематод проб фекалій від овець. Попередньо до кожної проби штучно вносили яйця трихурисів у кількості 30 екземплярів з подальшим ретельним розмішуванням. Усього проведено 30 діагностичних досліджень (по 15 кожним способом). Проводячи дослідження, враховували кількість позитивних проб, середнє значення виявлених яєць у пробі без застосування коефіцієнтів перерахунку та мінімальні й максимальні значення виявлених яєць у кожній із проб.

На *другому етапі* проводили досліди щодо порівняльної ефективності загальновідомих та удосконаленого способів копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець. Для цього в умовах вівцегосподарств Полтавської області відбирали фекалії від овець, попередньо їх досліджува-

ли флотаційно за Котельниковим-Хреновим. У досліді використовували проби з інтенсивністю інвазії від 20 до 28 яєць нематод у краплині флотаційної рідини (в середньому $23,64 \pm 0,49$). Загалом було відібрано 25 проб фекалій завідомо інвазованих яйцями нематод (стронгілят, зокрема й нематодірусів, трихурисів та стронгілоїдесів). Одну й ту ж саму пробу фекалій ретельно гомогенізували у фарфоровій ступці та досліджували за способами: Столла, Трача, Ляшенко й ін., прототипу (Taylor et al., 2015) та удосконаленим.

Критерієм оцінки слугували наступні показники: число позитивних проб, середня кількість яєць нематод у 1 г фекалій та їх мінімальні й максимальні значення, наявність сторонніх решток та пухирців повітря різного розміру при мікроскопії препарату (• – незначна кількість дрібних сторонніх решток / пухирців повітря; •• – одночасне виявлення великої кількості дрібних та незначної кількості великих за розмірами решток / пухирців повітря; ••• – велика кількість як дрібних, так і значних за розмірами сторонніх решток / пухирців повітря).

Статистичну обробку отриманих результатів експериментальних досліджень здійснювали шляхом визначення середнього арифметичного (M) та його похибки (m).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами дослідів із визначення діагностичної ефективності удосконаленого способу та прототипу зареєстровано високу діагностичну ефективність пропонованого нами способу за якісними та кількісними показниками (рис. 1).

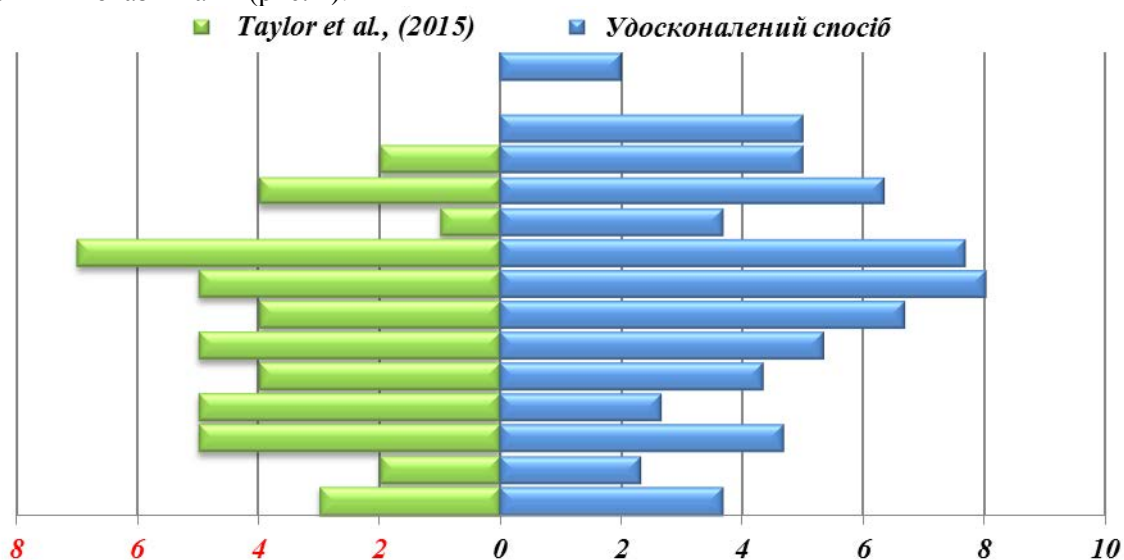


Рис. 1. Порівняння удосконаленого способу копроовоскопічної діагностики з прототипом за якісними та кількісними показниками, n=15

Згідно з отриманими даними встановлено, що за кількістю позитивних проб удосконалений спосіб виявився ефективнішим на 14,3 %, оскільки з 15-ти досліджуваних зразків позитивними було 14. Використовуючи методику прототипу, кількість останніх була меншою, та становила 12. Слід зазначити, що застосування авторської методики з метою дослідження фекалій овець призводило до виявлення більшої кількості яєць нематод у пробі на 18,5 % (в середньому $4,81 \pm 0,89$ екз., за коливань від 2 до 9) порівняно зі способом прототипу (в середньому – $3,92 \pm 0,48$ екз., за коливань від 1 до 7).

Таким чином, експериментальним шляхом встановлено, що за умови штучного внесення яєць нематод у проби фекалій удосконалений спосіб виявився ефективнішим порівняно зі способом прототипу за всіма досліджуваними показниками. В свою чергу, отримані дані високої ефективності способу потребують підтвердження у виробничих дослідженнях.

При здійсненні виробничих випробувань удосконаленого способу кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу жуйних тварин виконано серію досліджень. З метою порівняння як аналоги було обрано загальновідомі кількісні способи діагностики: Столла (за Смірновим, 1959), спосіб підрахунку яєць гельмінтів у фекаліях тварин за Трачем, 1992, спосіб підрахунку яєць гельмінтів у фекаліях за Ляшенко й ін., 2012 та центрифужно-флотаційну техніку за Taylor et al., 2015.

Проведеними дослідженнями встановлено, що порівнювані в досліді кількісні способи копроовос-

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

копічної діагностики тварин є придатними для використання. Поряд з тим їхня діагностична ефективність була неоднаковою (рис. 2; табл.)

Установлено, що удосконалений спосіб кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу жуйних тварин та центрифужно-флотаційна техніка (Taylor et al.) за показником кількості позитивних проб виявилися ефективнішими відносно способів Столла, Ляшенко й ін., та Трача на 44,0, 20,0 та 8,0 % відповідно (рис. 1).

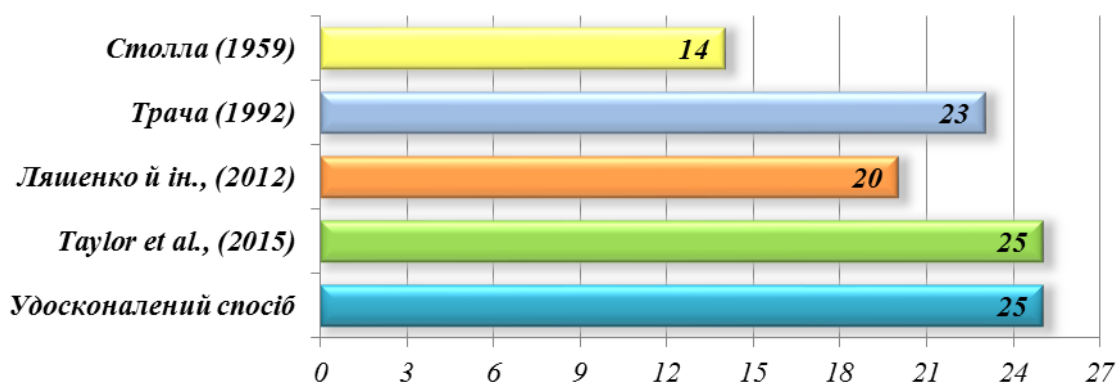


Рис. 2. Порівняльна ефективність копроовоскопічних способів діагностики за кількістю позитивних проб (n=25)

Визначаючи діагностичну ефективність загальновідомих та удосконаленого способів діагностики за показником кількості виявлених яєць нематод зареєстровано, що авторська розробка виявилася ефективнішою (табл.). За мінімальними показниками кількості виявлених яєць нематод у 1 г фекалій удосконалений спосіб перевищив способи Трача – на 80,9 %, Ляшенко й ін. – на 50,0 % та прототипу – на 14,3 %. А за максимальними: Ляшенко й ін. – на 90,5 %, Трача – на 25,3 %, Столла – на 17,6 % та способу прототипу – на 4,4 %.

Порівняльна ефективність способів дослідження фекалій овець на наявність яєць нематод (n=25)

Спосіб дослідження	Виявлено яєць у 1 г фекалій		Наявність сторонніх решток
	min–max	M±m	
Удосконалений спосіб	42–546	311,28±23,95	•
Taylor et al. (2015), прототип	36–522	293,04±25,08	••
Ляшенко й ін. (2012)	21–52	40,65±1,84 ***	•••
Трача (1992)	8–408	193,39±22,45 **	••
Столла (1959)	150–450	225,00±26,08 *	•••

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з показниками удосконаленого способу.

Поряд з вищенаведеним запропонований спосіб також виявився ефективнішим за показником середньої кількості яєць нематод у пробі порівняно з такими способами: Ляшенко й ін. – на 86,9 % ($p < 0,001$), Трача – на 37,9 % ($p < 0,01$), Столла – на 27,7 % ($p < 0,05$) та прототипу – на 5,9 %.

Отже, новаторська розробка в діагностичному плані виявилася ефективнішою відносно порівнюваних загальновідомих кількісних способів копроовоскопічної діагностики при виявленні яєць збудників нематодозів травного каналу овець.

Необхідно звернути увагу, що важливим моментом при проведенні дослідження є процес мікроскопії виготовленого препарату. Тому додатково було проаналізовано якість мікроскопії препаратів за використання пропонованих способів копроовоскопічної діагностики. Встановлено, що перегляд під мікроскопом препаратів, виготовлених за удосконаленим способом, виявився найбільш зручними. У полі зору мікроскопа виявляли незначну кількість дрібних за розмірами сторонніх решток та пухирців повітря. Вищевказані артефакти не завдавали суттєвих складностей у процесі виявлення та підра-

хунку яєць нематод.

Отже, проведені дослідження доводять високу діагностичну ефективність удосконаленого способу кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу жуйних тварин.

Згідно з даними літератури відомо, що питаннями удосконалення способів копроовоскопічної діагностики паразитарних хвороб тварин та птиці, встановленням їх діагностичної ефективності в різні роки займалися вчені багатьох країн світу [17, 18, 20–24], зокрема й в Україні [1, 4, 11, 13]. Значна кількість праць у цьому напрямі свідчить про підвищений інтерес науковців до цієї проблеми, а також про недостатню ефективність існуючих способів. У зв'язку з цим виконані нами дослідження безумовно є актуальними.

Результати проведених досліджень свідчать, що удосконалений та загальновідомі способи копроовоскопічної діагностики з використанням флотаційних рідин є ефективними при виявленні яєць гельмінтів, що підтверджується й іншими науковцями [2, 5–8, 11]. Разом з тим уперше в Україні запропоновано поєднання в одному способі алгоритмів, що підвищують діагностичну ефективність. А саме: застосування нового флотаційного розчину; флотаційно-центрифужної методики; дослідження 3-х покривних скелець, знятих з пробірок; коригування формули перерахунку.

Слід зауважити, що в роботі наведені дані щодо ефективності як загальновідомих способів, так і авторської розробки при проведенні копроовоскопічних досліджень за показниками числа позитивних проб, середньої кількості яєць нематод у 1 г фекалій та їх мінімального й максимального значення, а також якості дослідження під час проведення мікроскопії препаратів.

Отже, отримані дані дозволяють здійснити обґрунтований вибір кількісного способу копроовоскопічної діагностики з урахуванням його ефективності.

Висновки

Встановлено, що під час штучного внесення яєць нематод у фекалії, удосконалений спосіб виявився ефективнішим порівняно зі способом прототипом за числом позитивних проб та середнім значенням кількості виявлених яєць на 14,3 та 18,5 % відповідно. Випробуваннями доведено, що удосконалений спосіб виявився ефективнішим порівняно із загальновідомими методиками. За мінімальними та максимальними показниками кількості виявлених яєць нематод у 1 г фекалій спосіб перевищив методики Трача – на 80,9 та 25,3 %; Ляшенко й ін., – на 50,0 та 90,5 %; Столла – на 17,6 %; прототипу – на 14,3 та 4,4 %. За показником середньої кількості виявлених яєць нематод у пробі – на 86,9 % ($p < 0,001$), 37,9 % ($p < 0,01$), 27,7 % ($p < 0,05$) та 5,9 % порівняно зі способами Ляшенко й ін., Трача, Столла та прототипу відповідно. Разом із показниками діагностичної ефективності спосіб забезпечує зручний процес мікроскопії, адже досліджувані препарати містять незначну кількість сторонніх решток, що не перешкоджають підрахунок яєць нематод.

Перспективи подальших досліджень. Наступним кроком у цьому напрямі стане визначення економічної ефективності вищенаведених способів копроовоскопічної діагностики.

References

1. Halat, V. F., Melnychuk, V. V., Yevstafieva, V. O., & Pruhlo, V. O. (2015). Patent Ukrainy № 100202. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [in Ukrainian].
2. Danko, M. M. & Stybel, V. V. (2012). Porivnialna otsinka koproskopichnykh metodiv diahnostryky invazii *Iso spora suis* u porosiat. *Veterynarna medytsyna*, 96, 279–280 [in Ukrainian].
3. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). *Ekolohichna helmintolohiia*. Sumy: Kozatskyi val [in Ukrainian].
4. Dovhii, Yu. Yu., Feshchenko, D. V., Koriachkov, V. A., Zghozinska, O. A., Bakhur, T. I., Drahachuk, A. I., & Stakhivskyi, O. V. (2011). Patent Ukrainy № 66145. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [in Ukrainian].
5. Yevstafieva, V. O. (2007). Zastosuvannia novoi metodyky diahnostryky parazytoziv svynei. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 123–124 [in Ukrainian].
6. Yevstafieva, V. O. (2007). Porivnialna efektyvnist koproskopichnykh metodiv diahnostryky parazytoziv tvaryn. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 110–111 [in Ukrainian].
7. Yevstafieva, V. O., Huhosian, Yu. A., & Havryk, K. A. (2016). Porivniannia efektyvnosti klasychnykh ta suchasnykh koproskopichnykh metodiv diahnostryky stronhiloidozu konei. *Problemy zoonzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, 33 (2), 126–130 [in Ukrainian].

8. Yevstafieva, V. O., Natiahla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). Porivnialna efektyvnist zazhyttievykh sposobiv koproovoskopichnoi diahnostryky kapilariozu kurei. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya : Veterynarna medytsyna*, 11, 150–154 [in Ukrainian].
9. Kotelnikov, G. A. (1984). *Gelmintologicheskie issledovaniya zhivotnyh i okruzhayushej sredy*. Moskva: Kolos [in Russian].
10. Kruchynenko, O., Klymenko, O., Mykhailiutenko, S., & Temnyi, M. (2015). Vyznachennia helmintoziv velykoi rohatoi khudoby. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 10, 22–26 [in Ukrainian].
11. Manoilo, Yu. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenoho sposobu koproovoskopichnoi diahnostryky ezofahostomozu svynei. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 28, 181–187 [in Ukrainian].
12. Sekretariuk, K. V., Svarchevskyyi, O. A. & Tafiihuk, R. I. (2005). *Helmintolohichni doslidzhennia tvaryn i navkolyshnoho seredovyschcha u veterynarnii medytsyni*. Lviv: Spolom [in Ukrainian].
13. Starodub, Ye. S. (2019). Udoshkonalennia koproovoskopichnoi diahnostryky trykhostronhilozu husei. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*, 1, 222–226. doi:10.31210/visnyk2019.01.26 [in Ukrainian].
14. Trach, V. N. (1992). *Rekomendacii po primeneniyu novogo metoda ucheta yaic gelmintov i cist prostejshih v fekaliiyah zhivotnyh*. Kiev: NPO VASTA [in Russian].
15. Chai, J. Y., Yang, Y. T., Lee, S. H., & Seo, B. S. (1982). The detectability of helminth eggs from feces by cellophane thick smear technique. *The Korean Journal of Parasitology*, 20 (1), 14. doi:10.3347/kjp.1982.20.1.14.
16. Ferguson, F. F., & de Colon, A. Z. (1958). Potassium Hydroxide-Centrifugation Method for Detection of *Schistosoma mansoni* Eggs in Feces. *The Journal of Parasitology*, 44 (3), 290. doi:10.2307/3274592.
17. Gates, W. H. (1920). A Method of Concentration of Parasitic Eggs in Feces. *The Journal of Parasitology*, 7 (1), 49. doi:10.2307/3271158.
18. Jaromin-Gleń, K., Kłapeć, T., Łagód, G., Karamon, J., Malicki, J., Skowrońska, A., & Bieganowski, A. (2017). Division of methods for counting helminths' eggs and the problem of efficiency of these methods. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24 (1), 1–7. doi:10.5604/12321966.1233891.
19. Laboratory Diagnosis of Parasitism. (2015). *Veterinary Parasitology*, 259–312. doi:10.1002/9781119073680.ch4.
20. Scott, J. A. (1937). The Effect of Various Solutions on Helminth Eggs in Feces. *The Journal of Parasitology*, 23 (1), 109. doi:10.2307/3272046.
21. Sindberg, D., Nissen, S., Anh, N. T. L., & Johansen, M. V. (2013). Evaluation of four coproscopic techniques for detection of small trematode eggs in dog faeces. *Veterinary Parasitology*, 195 (1–2), 192–197. doi:10.1016/j.vetpar.2013.03.016.
22. Taglioretti, V., Sardella, N., & Fugassa, M. (2014). Effectiveness of coproscopic concentration techniques. *Helminthologia*, 51 (3), 210–214. doi:10.2478/s11687-014-0231-x.
23. Tetley, J. H. (1941). *Haemonchus contortus* Eggs: Comparison of Those in Utero with Those Recovered from Feces, and a Statistical Method for Identifying *H. contortus* Eggs in Mixed Infections. *The Journal of Parasitology*, 27 (5), 453. doi:10.2307/3272633.
24. Tormo, J., Chordi, A., Rodriguez-Burgos, A., & Diaz, R. (1999). A comparative study of several investigation methods of eggs of helminths in feces. *Proceedings of the First International Congress of Parasitology*, 779–781. doi:10.1016/b978-0-08-011427-9.50140-2.

Стаття надійшла до редакції 11.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мельничук В. В., Юськів І. Д. Порівняльна ефективність способів копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу овець. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 197–203.

© Мельничук Віталій Васильович, Юськів Ігор Дмитрович, 2019



original article | UDC 636.4:619:616-092:591.471.36/.37 |
doi: 10.31210/visnyk2019.02.27

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF TREATMENT OF INFLAMMATORY-PURULENT PROCESSES OF THE LIMB DISTAL SEGMENT IN PIGS

B. P. Kyrychko,

ORCID ID: [0000-0002-9511-5665](https://orcid.org/0000-0002-9511-5665), E-mail: kaf.chir@ukr.net,

V. V. Semirenko,

ORCID ID: [0000-0002-8184-9959](https://orcid.org/0000-0002-8184-9959), E-mail: mdsemvet@ukr.net,

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

The article materials are devoted to the development of effective, scientifically grounded treatment schemes of inflammatory-purulent processes of limb distal segment in pigs. The aim of the article is to compare the classical and experimental treatment schemes of separate nosological forms of pig limb distal segments in the comparative aspect, to define the peculiarities of medical preparation action on the blood indices of diseased pigs. The task was to conduct approbation of treatment schemes of pigs suffering from inflammatory-purulent processes of limb distal segment; to define separate morphological, biochemical, immunological indices of blood before and in the process of treatment. Clinical, hematological, immunological, and biochemical methods were used during the work. As a result, it was established that there was the increase in the number of leukocytes and the erythrocyte sedimentation rate in diseased pigs. There was a shift of the neutrophils nucleus to the left with the decrease in the number of lymphocytes in the leukogram. There was also the decrease of the immunity activity in pigs. Immunodeficiency was due to a low content of immune defense components and dysproteinemia. Increasing the level of hexoses, glycosaminoglycans, glycoproteins and the concentration of sialic acids was registered in pigs suffering from inflammatory-purulent processes, which indicated at involving the structural elements of connective tissue of the locomotorium in the inflammatory process. The results of the conducted studies testify that the diseased animals have the increased content of malonic dialdehyde and catalase activity, which is stipulated by activating the antioxidant system. The deficit of calcium, phosphorus, vitamin A, and β -carotene was also registered. Taking into account the obtained results of laboratory tests of the diseased animal' blood, we suggested the treatment scheme that included using medicinal preparations of pathogenetic action. Comparing the classical and experimental treatment schemes, the peculiarities of medicinal preparations' action on the blood indices of the diseased pigs were established. In segmenticular, "Trifuzol 1%" preparation increases the number of the immune system specific components (T-cells and B-lymphocytes, the population of T-cells, NK-cells), stimulates the metabolism of connective tissue and the antioxidant system of the body on the whole. Morphological, biochemical, and immunological blood indices are also normalized, the recovery of pigs suffering from purulent-inflammatory processes of the limb distal segment quickens.

Key words: pigs, limb disease, treatment, Trifuzol, bishofite.

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛІКУВАННЯ ЗАПАЛЬНО-ГНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ДИСТАЛЬНОГО ВІДДІЛУ КІНЦІВОК У СВИНЕЙ

Б. П. Киричко, В. В. Семіренко,

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

Матеріали статті присвячені розробці ефективних, науково обґрунтованих схем лікування запально-гнійних процесів дистального відділу кінцівок у свиней. Її мета – вивчити класичну й експериментальну схеми лікування окремих нозологічних форм дистального відділу кінцівок у свиней у порівня-

льному аспекті, визначити особливості дії лікарських засобів на показники крові хворих свиней. Завдання: провести апробацію схем лікування свиней, хворих на гнійно-запальні процеси дистального відділу кінцівок; визначити окремі морфологічні, біохімічні, імунологічні показники крові до та у процесі лікування. В ході реалізації мети і завдань роботи використані клінічні, гематологічні, імунологічні та біохімічні методи. В результаті встановлено, що у хворих свиней відбувається підвищення кількості лейкоцитів і швидкості осідання еритроцитів. Також виявлено зниження показників активності імунітету у хворих свиней. У хворих на запально-гнійні процеси свиней зареєстровано збільшення рівня гексоз, глікозаміногліканів, глікопротеїдів та концентрації сіалових кислот, що вказує на втягування у запальний процес структурних елементів сполучної тканини опорно-рухового апарату. Результати проведених досліджень свідчать, що у хворих тварин відбувається підвищення вмісту малонового діальдегіду та активності каталази, що обумовлене активацією антиоксидантної системи. Також помічено дефіцит кальцію, фосфору, вітаміну А і β-каротину. Зважаючи на отримані результати лабораторних досліджень крові хворих тварин, нами була запропонована схема лікування, що передбачала застосування лікарських засобів патогенетичного спрямування. Порівнюючи класичну й експериментальну схеми лікування, встановлено особливості дії лікарських засобів на показники крові хворих свиней. Зокрема встановлено, що препарат «Трифузол 1 %» підвищує кількість специфічних компонентів імунної системи (Т- і В-лімфоцити, популяція Т-клітин, НК-клітини), стимулює метаболізм сполучної тканини і антиоксидантної системи організму. Також нормалізуються морфологічні, біохімічні та імунологічні показники крові, прискорюється одужання свиней, хворих на гнійно-запальні процеси дистального відділу кінцівок.

Ключові слова: свині, хвороби кінцівок, лікування, трифузол, бішофіт.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ВОСПАЛИТЕЛЬНО-ГНОЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА КОНЕЧНОСТЕЙ У СВИНЕЙ

Б. П. Киричко, В. В. Семиренко,

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

В статье освещены классическая и экспериментальная схемы лечения отдельных нозологических форм дистального отдела конечностей у свиней в сравнительном аспекте, определены особенности действия лекарственных средств на показатели крови больных свиней. Использованы клинические, гематологические и биохимические методы. Сравнивая классическую и экспериментальную схемы лечения, определили особенности действия лекарственных средств на показатели крови больных свиней. В частности препарат «Трифузол 1 %» повышает количество специфических компонентов иммунной системы (Т- и В-лимфоциты, популяция Т-клеток, НК-клетки), стимулирует метаболизм соединительной ткани и антиоксидантной системы организма. Также нормализуются морфологические, биохимические и иммунологические показатели крови, ускоряется выздоровление свиней с гнойно-воспалительными процессами дистального отдела конечностей.

Ключевые слова: свиньи, болезни конечностей, лечение, трифузол, бишофит.

Вступ

Промислова технологія утримання, знижений рівень резистентності, вплив генетичного фактору в сучасному свинарстві створює ризики виникнення кульгавості з порушеннями локомоції та розвитком патології опорно-рухового апарату кінцівок. В дослідженнях зарубіжних авторів [8, 9, 11–18] висвітлені фактори виникнення та клінічні спостереження щодо хвороб кінцівок у свиней. Аспекти лікувальних та профілактичних заходів стосовно ортопедичних хвороб кінцівок у свиней потребують детального вивчення й розробки ефективних рекомендацій.

Поряд із вивченням патогенезу хвороб дистального відділу кінцівок у свиней, постійно ведеться розробка ефективних схем терапевтичного лікування. Для пригнічення розвитку інфекції та прискорення репаративних функцій тканин, В. І. Саєвич і В. І. Завірюха запропонували лікувати гнійно-некротичне запалення відкритих ран в ділянці кінцівок у свиней, з використанням 50 % розчину диметилсульфооксиду з антибіотиком [7].

При застосуванні мазей місцевої дії, прискорюються процеси загоєння інфікованих ран. М. О. Барсуков (1986) запропонував рідку мазь на основі карболової кислоти, камфорної олії і терпентину, О. Т. Вошевоз (1991) використовував лінімент синтоміцину в поєднанні з внутрішньовен-

ними ін'єкціями амінокапронової кислоти, О. М. Єлісєєв та ін. (2011) – лікували рани лініментом Вишневського, Г. М. Васін (1983) – маззю монотіобромін, В. М. Віденін (1990, 1994) використовував мазь етонію і катапол [1–6].

Г.-Р. Martineau та Н. Morvan стверджують, що комплексне лікування інфікованих хірургічних хвороб кінцівок у свиней повинно бути спрямоване на механічне очищення, обробку, пригнічення мікроорганізмів антибіотиками місцевої та загальної дії з використанням нестероїдних протизапальних засобів [10].

Мета роботи полягає у встановленні терапевтичного ефекту при комплексному лікуванні патології дистального відділу кінцівок у свиней. Порівнюючи класичну й експериментальну схеми лікування, визначити особливості дії лікарських засобів на показники крові хворих свиней.

Матеріали і методи досліджень

Лікування свиней з хворобами дистального відділу кінцівок проводили в ТОВ «Смак Миргородщини», с. Руда, Миргородського району, Полтавської області. Після встановлення нозологічних форм патології були сформовані дві групи хворих свиней по 15 голів, серед яких були свиноматки (1,5–2 роки) і ремонтні свинки порід ландрас та велика біла. Для порівняння лабораторних результатів кров брали від здорових свиней у кількості 15 голів – контрольна група.

Для свиней першої дослідної групи використовували «класичну» схему лікування: антибіотикотерапія – цефтіонель 50 (в/м 1 мл/16 кг) упродовж трьох днів; протизапальна терапія – аїніл (в/м 3 мл/100 кг). При ранах, виразках, флегмоні, пододерматиті обробку та зрошення уражених тканин проводили 3 % розчином гідрогену пероксиду, перманганату калію (1 : 1000), 20 % розчином фракції АСД-2. Ураховуючи стадію загоєння рани, протягом 3–5 днів місцево використовували мазь «Левомеколь» чи стрептоміцинову мазь. Накладали бинтові пов'язки з іхтіоловою маззю або лініментом бальзамічним за Вишневським. Фіксацію лікувальних засобів у ділянці дистального відділу кінцівок проводили спеціальною стрічкою для копитець.

Хворих свиней другої дослідної групи лікували за схемою «експеримент», що складалася із антибіотикотерапії – альфаміцин (в/м 1 мл / 25 кг) та імуностимулюючого препарату «Трифузол 1 %» (в/м 5 мл, 5 днів). Обробку та зрошення ран, порожнин абсцесів проводили 3 % розчином гідрогену пероксиду, розчином хлорофіліпту (1 : 3). При ламініті, пододерматиті, флегмоні використовували кремгель «Alezan» з АСД і мірамістином. У випадках запалення суглобів, сильному набряку накладали компрес із бішофітом (1 : 1) протягом 4–7 днів. Для покращення фізичного стану копитцевого рогу, протягом 7–10 днів накладали компрес із пробіотиком – засіб для гігієни копитець Svitesto-CFC. Робочий розчин готували в день проведення лікування у розведенні 1 мл/1 л теплої води, $t = 25\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Компрес із розчином бішофіту і пробіотика накладали із використанням спеціальної биндаж-пов'язки для копитець. Стимуляцію обмінних процесів у двох дослідних групах проводили препаратом «Катозал» в/м 10 мл двічі на період лікування з інтервалом 5 днів. Застосовували вітамінотерапію препаратом «Тетравіт» в/м 5 мл двічі з інтервалом 7–10 днів.

Кров для лабораторних досліджень від хворих свиноматок і ремонтних свинок відбирали в перший день до лікування, на восьмий і 16-й день курації. Морфологічні, біохімічні дослідження крові проводили в Миргородській районній державній лабораторії ветеринарної медицини, імунологічні дослідження крові – у лабораторно-діагностичному центрі 4-ї міської лікарні м. Полтава. У крові визначали: гемоглобін – колориметричним методом у гемометрі Салі, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) – метод Панченкова, гематокрит – метод Й. Годорова, кількість еритроцитів і лейкоцитів – пробірковий метод М. П. П'ятницького, а лейкограму – за мазками трипольним методом, пофарбованими за Романовським-Гімзою. Концентрацію загального білка в сироватці крові визначали рефрактометричним методом Райса, фракції білка (α_1 , α_2 , β , γ) – нефелометричним методом за допомогою набору «Філісіт-Діагностика». Вміст зв'язаних з білками гексоз визначали – орциновим методом, гексоз глікозаміногліканів (Г-ГАГ) – метод осадження цетилпіридинхлоридом за І. В. Неверовим та М. І. Титоренко (патент № 645079), глікопротеїдів (Г-ГП) – модифікований метод О. П. Штейнберга та Я. Н. Доценка, сіалові кислоти – метод Гесса, серомукоїди – турбідиметричний метод за допомогою набору реактивів ФОП Даниш, малонового діальдегіду (МДА) – з тіобарбітуровою кислотою за методикою Л. І. Андрєєвої та ін., активність каталази (Кат, КФ 1.11.1.6) – метод М. А. Королюка і співавт. Вміст загального кальцію в сироватці крові визначався за Уілкінсоном у модифікації Д. Я. Луцького, неорганічний фосфор – методом без депротеїнування (UV-варіант) у сироватці крові

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

за допомогою набору «Філісіт-Діагностика», вітамін А і β-кротин в сироватці крові визначали методом з гексаном.

Статистична обробка результатів досліджень проводилася з використанням t-критерія Ст'юдента з допомогою програми «Excel-2007».

Результати досліджень та їх обговорення

Порівнюючи морфологічні показники крові здорових та хворих свиней першої і другої дослідних груп, що наведені в табл. 1, виявили характерні зрушення в гемограмі для гнійно-запальних процесів у ділянці дистального відділу кінцівок. До таких змін відносили: зниження гемоглобіну, гематокриту та кількості еритроцитів у крові з вираженими ознаками гіпохромної анемії.

1. Морфологічний склад крові здорових та хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок до лікування, $M \pm m$ (n=15)

Показники		Контрольна група	I дослідна група «Класична»	II дослідна група «Експеримент»	
Гемоглобін (Hb), г/л		116,2±1,08	85,0±1,93	83,6±1,93	
ШОЕ, мм/год		4,8±0,23	11,9±0,39	12,7±0,46	
Гематокрит (Ht), %		38,1±0,54	30,0±0,69	31,1±0,85	
Еритроцити, Т/л		5,9±0,13	4,8±0,19	5,3±0,25**	
Лейкоцити, г/л		9,9±0,42	18,4±0,71	17,0±0,39	
Лейкограма, %	Базофіли	0	0	0	
	Еозинофіли	1,3±0,08	4,5±0,39	5,2±0,46	
	нейт-рофіли	юні	0	0	0
		паличкоядерні	2,2±1,54	10,7±0,92	11,2±0,62
		сегментоядерні	40,3±0,54	33,9±0,69	33,5±0,54
	Лімфоцити	53,3±0,69	42,9±0,85	41,1±0,54	
Моноцити	3,0±0,31	8,1±0,54	9,0±0,31		

Примітка: – ** $P < 0,01$ по відношенню до показників свиней контрольної групи.

Дослідження свідчать, що у хворих свиней спостерігали підвищення кількості лейкоцитів і швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ). У лейкограмі відмічали зрушення ядра нейтрофілів уліво зі зменшенням кількості лімфоцитів. Унаслідок стресу зросла кількість еозинофілів, через активацію захисних реакцій організму у крові хворих свиней збільшився рівень моноцитів. Установлено, що в обох дослідних групах хворих свиней показники активності імунітету знижені порівняно до контрольної групи, що наведені в табл. 2.

2. Показники імунобіологічної активності крові здорових та хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок до лікування, $M \pm m$ (n=5)

Показники	Контрольна група	I - дослідна група «Класична»	II - дослідна група «Експеримент»
T-лімфоцити (СД2, СД3), %	38,2±1,29	34,0±0,86**	29,2±1,72***
T-хелпери (СД4), %	21,4±1,07	17,8±0,43**	17,0±0,43***
T-супресори/кілери (СД8), %	15,8±1,07	13,2±0,43*	13,2±0,43*
ІРІ (Т-хелп./Т-супр.), %	1,4±0,04	1,4±0,09	1,3±0,02*
НК-клітини (СД16), %	9,4±1,29	4,0±0,43***	4,6±0,64**
В-лімфоцити (СД22), %	16,6±0,64	12,8±0,86***	13,6±0,21***
НСТ-тест	1,6±0,04	1,5±0,06*	1,4±0,04***
Імуноглобуліни: А, г/л	0,72±0,02	0,43±0,05	0,43±0,03
М, г/л	0,83±0,02	0,59±0,03	0,55±0,02
Г, г/л	4,10±0,06	2,72±0,15	3,04±0,19
ЦІК	61,8±1,93	55,0±3,86*	54,2±1,50**
Фагоцитарний індекс, %	51,4±2,15	51,6±3,43*	49,4±4,29*

Примітка: – *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$ по відношенню до показників свиней контрольної групи.

Імунодефіцит обумовлений низькою кількістю специфічних компонентів імунної відповіді та взаємодії з ними факторів захисту. Відмічалось незначне зниження концентрації імуноглобулінів класу А, М, G у крові дослідних груп свиней з відсутнім ступенем вірогідності впливу.

Досліджуючи протеїнограму хворих свиней, виявили зниження кількості загального білка, альбумінів, α - і β -глобулінів проти групи контролю (табл. 3), що характерно для розвитку гнійно-запального процесу при хворобах кінцівок. Збільшення вмісту γ -глобулінів свідчить про наявність гострого запального процесу структур опорно-рухового апарату. У дослідних групах свиней коефіцієнт співвідношення фракцій α_1/α_2 глобулінів становив $0,8\pm 0,02$, порівняно з групою контролю – $0,5\pm 0,03$, що типове для розвитку хвороб інфекційної етіології.

3. Показники загального білка та його фракцій у крові здорових та хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок до лікування, $M\pm t$ (n=15)

Показники	Контрольна група	I - дослідна група «Класична»	II - дослідна група «Експеримент»
Загальний білок, г/л	$75,6\pm 1,16$	$60,2\pm 1,96$	$61,7\pm 1,08$
Альбуміни, %	$40,4\pm 0,47$	$30,1\pm 0,49$	$30,0\pm 0,96$
Глобуліни – α_1 , %	$5,8\pm 0,32$	$6,0\pm 0,42^*$	$5,3\pm 0,22^*$
Глобуліни – α_2 , %	$12,4\pm 0,26$	$7,9\pm 0,59$	$7,0\pm 0,29$
Глобуліни – β , %	$17,9\pm 0,42$	$21,1\pm 0,43$	$22,5\pm 0,35$
Глобуліни – γ , %	$23,5\pm 0,44$	$34,9\pm 1,22$	$35,2\pm 1,02$
Співвідношення α_1/α_2	$0,5\pm 0,03$	$0,8\pm 0,02$	$0,8\pm 0,02$

Примітка: – * $P<0,05$ по відношенню до показників свиней контрольної групи.

У свиней I та II дослідних груп відмічали збільшення рівня гексоз, глікозаміногліканів (Г–ГАГ) та глікопротеїдів (Г–ГП) при запаленні структурних елементів сполучної і хрящової тканини опорно-рухового апарату (табл. 4).

4. Показники метаболізму сполучної тканини і антиоксидантної системи у крові здорових та хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок до лікування, $M\pm t$ (n=15)

Показники	Контрольна група	I – дослідна група «Класична»	II – дослідна група «Експеримент»
Гексози, г/л	$2,5\pm 0,08$	$6,8\pm 0,48$	$7,1\pm 0,31$
Г-ГАГ, г/л	$0,8\pm 0,05$	$2,9\pm 0,25$	$3,1\pm 0,14$
Г-ГП, г/л	$1,7\pm 0,04$	$3,9\pm 0,23$	$4,0\pm 0,17$
Г-ГАГ/Г-ГП	$0,5\pm 0,02$	$0,8\pm 0,02$	$0,8\pm 0,02$
Сіалові кислоти, ум. од.	$67,0\pm 1,31$	$113,9\pm 5,24$	$109,7\pm 3,62$
Серомукоїди, ммоль/л	$1,0\pm 0,08$	$2,3\pm 0,16$	$2,0\pm 0,06$
МДА, мкмоль/л	$5,1\pm 0,15$	$8,1\pm 0,20$	$7,8\pm 0,17$
Каталаза, мкат/л	$41,5\pm 0,39$	$64,0\pm 1,64$	$65,1\pm 1,0$

Коефіцієнт співвідношення Г-ГАГ/Г-ГП у дослідних групах свиней зріс до $0,8\pm 0,02$ проти групи контролю – $0,5\pm 0,02$, що характерне для розвитку гнійно-запального процесу. Збільшення концентрації сіалових кислот у сироватці крові хворих свиней свідчить про великий ризик виникнення остеомієліту. Крім того, збільшення кількості серомукоїдів у дослідних групах дає змогу встановити ступінь тяжкості хвороби навіть без виражених клінічних симптомів кільгавості. Зокрема у хворих свиней відмічали помірне збільшення показників малонового діальдегіду (МДА) та каталази порівняно з групою контролю, що обумовлене активацією антиоксидантної системи організму.

За результатами досліджень сироватки крові свиней, які наведені в табл. 5, у дослідних групах спостерігається дефіцит макроелементів, вітаміну-А і β -каротину, що характерне при патології опор-

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

но-рухового апарату та при незбалансованому раціоні годівлі.

5. Показники макроелементів, вітаміну А і β-каротину у крові здорових та хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок до лікування, $M \pm t$ (n=15)

Показники	Контрольна група	I – дослідна група «Класична»	II – дослідна група «Експеримент»
Кальцій, ммоль /л	3,0±0,11	2,1±0,04	2,0±0,05
Фосфор, ммоль /л	2,2±0,14	1,2±0,03	1,0±0,03
Вітамін А, мкмоль/л	1,0±0,07	0,4±0,03	0,4±0,02
β-каротин, мкмоль/л	0,08±0,007	0,04±0,002	0,04±0,001

Аналізуючи морфологічний склад крові дослідних груп, як наведено в табл. 6, простежувалася чітка закономірність зростання кількості показників гематограми: гемоглобін, ШОЕ, гематокрит та еритроцитів у процесі лікування. У дослідних групах зростала кількість лейкоцитів із відновленням показників лейкограми, зокрема збільшення сегментоядерних нейтрофілів і зменшення інших компонентів лейкоформули.

6. Морфологічний склад крові хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок у період лікування, $M \pm t$ (n=15)

Показники	I – дослідна група «Класична»			II – дослідна група «Експеримент»		
	1-день	8-день	16-день	1-день	8-день	16-день
Гемоглобін (Hb), г/л	85,0±1,93	109,1±2,54	114,0±1,16*	83,6±1,93	101,0±1,39	110,1±1,08
ШОЕ, мм/год.	11,9±0,39	6,7±0,31	3,7±0,15	12,7±0,46	6,9±0,31	4,5±0,15
Гематокрит (Ht),%	30,0±0,69	37,1±0,62	36,2±0,31*	31,1±0,85	38,2±0,39	37,6±0,46*
Еритроцити, Т/л	4,8±0,19	6,5±0,15	6,4±0,14*	5,3±0,25	6,61±0,08	6,6±0,12*
Лейкоцити, г/л	18,4±0,71	15,4±0,58 ***	13,2±0,38 ***	17,0±0,39	14,3±0,32	12,6±0,29
Лейкограма, %	базофіли	0	0	0	0	0
	еозинофіли	4,5±0,39	2,1±0,23	1,6±0,15*	5,2±0,46	2,6±0,31
	юні нейтрофіли	0	0	0	0	0
	паличкоядерні нейтрофіли	10,7±0,92	5,4±0,54	2,7±0,15	11,2±0,62	3,6±0,39
	сегментоядерні нейтрофіли	33,9±0,69	38,6±0,69	40,9±0,54 **	33,5±0,54	39,3±0,54
	лімфоцити	42,9±0,85	48,7±0,54	51,9±0,46	41,1±0,54	49,5±1,16
	моноцити	8,1±0,54	5,3±0,39	2,8±0,23	9,0±0,31	4,9±0,46

Примітка: – *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$ по відношенню до показників днів лікування.

Протягом періоду лікування відмічали динаміку зростання компонентів імунологічної активності в обох дослідних групах (табл. 7), зокрема істотна вірогідність ефективності лікування простежувалася у свиней другої дослідної групи при застосування препарату «Трифузол 1%».

Крім того на восьмий день дослідження у тварин другої дослідної групи збільшилася кількість В-лімфоцитів та популяція Т-клітин: Т-лімфоцити, Т-хелпери і Т-супресори. Відмічалася чітка тенденція збільшення імуноглобулінів класу А, М та G, особливо у хворих свиней другої дослідної групи. Зростання концентрації НК-клітин на восьмий день лікування свідчить про зміцнення неспецифічного імунітету. У свиней другої дослідної групи активно розвивається імунопатологічна реакція з накопиченням циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) і поступово зростає фагоцитарний індекс, активуючи процеси виведення комплексів АГ-АТ.

Упродовж лікування відмічалася тенденція до збільшення показників протеїнограми (табл. 8), а саме: загальний білок і його фракції – альбуміни і глобуліни (α_1 , α_2 , β , γ). Співвідношення α_1/α_2 глобулінів зменшилося з $0,8 \pm 0,02$ до $0,6 \pm 0,02$ у першій дослідній групі та до $0,5 \pm 0,01$ у другій дослідній групі, що характерно для відновлення фізіологічного стану організму.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

7. Показники імунобіологічної активності крові свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок у період лікування, $M \pm m$ (n=5)

Показники	I – дослідна група «Класична»			II – дослідна група «Експеримент»		
	1-день	8-день	16-день	1-день	8-день	16-день
Т-лімфоцити (CD2, D3), %	34,0±0,86	40,6±2,79 *	39,2±4,08 **	29,2±1,72	41,4±1,50	38,2±1,07 *
Т-хелпери (CD4), %	17,8±0,43	20,6±1,29 *	20,8±0,43 *	17,0±0,43	26,4±0,64	23,2±0,64 ****
Т-супресори/ кілери (CD8), %	13,2±0,43	15,8±0,64 ***	14,4±0,21 *	13,2±0,43	19,2±0,43	16,0±0,43
ІРІ (Т-хелпери / Т-супресори), %	1,4±0,09	1,3±0,09 *	1,4±0,06 *	1,3±0,02	1,4±0,02 ***	1,5±0,06 **
НК-клітини (CD16), %	4,0±0,43	13,0±0,86	9,0±0,43 ***	4,6±0,64	21,0±1,07	15,6±0,64 ***
В-лімфоцити (CD22), %	12,8±0,86	16,2±0,64 **	15,6±0,21 *	13,6±0,21	20,8±0,21	17,4±0,21
НСТ-тест	1,5±0,06	1,7±0,06 **	1,6±0,02 *	1,4±0,04	1,9±0,02	1,7±0,02
Імуноглобуліни: А, г/л	0,43±0,05	0,57±0,03 **	0,64±0,03 *	0,43±0,03	0,85±0,01	0,75±0,002
Імуноглобуліни: М, г/л	0,59±0,03	0,67±0,03 *	0,76±0,02 **	0,55±0,02	0,97±0,05	0,86±0,01*
Імуноглобуліни: G, г/л	2,72±0,15	3,38±0,15 **	3,86±0,13 **	3,04±0,19	6,76±0,26	4,62±0,17
ЦІК	55,0±3,86	77,8±3,22 ***	64,6±2,15 ***	54,2±1,50	112,8±9,44	79,4±3,0 ***
Фагоцитарний індекс, %	51,6±3,43	57,8±2,79*	61,8±3,22*	49,4±4,29	81,2±2,36	65,0±1,07

Примітка: – *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$ по відношенню до показників днів лікування.

8. Показники загального білка та його фракцій у крові хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок у період лікування, $M \pm m$ (n=15)

Показники	I – дослідна група «Класична»			II – дослідна група «Експеримент»		
	1-день	8-день	16-день	1-день	8-день	16-день
Загальний білок, г/л	60,2±1,96	73,5±0,61	71,0±0,21	61,7±1,08	75,4±0,45	72,3±0,29
Альбуміни, %	30,1±0,49	36,9±0,55	36,8±0,31*	30,0±0,96	38,8±0,39	39,7±0,32*
Глобуліни – α_1 , %	6,0±0,42	7,2±0,35**	7,8±0,21*	5,3±0,22	6,2±0,20***	7,0±0,16***
Глобуліни – α_2 , %	7,9±0,59	10,9±0,38	13,5±0,30	7,0±0,29	11,2±0,32	14,0±0,33
Глобуліни – β , %	21,1±0,43	18,8±0,32	18,1±0,25*	22,5±0,35	19,2±0,24	17,8±0,22
Глобуліни – γ , %	34,9±1,22	26,2±0,89	23,8±0,47**	35,2±1,02	24,6±0,39	21,6±0,39
Співвідношення α_1/α_2	0,8±0,02	0,7±0,02***	0,6±0,02***	0,8±0,02	0,6±0,02	0,5±0,01

Примітка: – *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$ по відношенню до показників днів лікування.

Завдяки використанню лікарських засобів місцевої дії, відмічалася динаміка зменшення показників метаболізму сполучної тканини до фізіологічної норми (табл. 9). На восьмий день дослідження відмічали суттєве зниження вмісту сіалових кислот і серомукоїдів у крові свиней другої дослідної групи до

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

показників $74,7 \pm 1,54$ ум. од. і $1,2 \pm 0,05$ ум. од., проти першої дослідної групи: $90,1 \pm 2,47$ ум. од. і $1,6 \pm 0,05$ ум. од. відповідно. У тварин другої дослідної групи на восьмий день лікування спостерігали зниження МДА до $5,8 \pm 0,12$ мкмоль/л порівняно із першою дослідною групою до $7,1 \pm 0,16$ мкмоль/л, що обумовлене вираженою антиоксидантною дією лікарського препарату «Трифузол 1%».

9. Показники метаболізму сполучної тканини і антиоксидантної системи у крові хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок у період лікування, $M \pm t$ (n=15)

Показники	I – дослідна група «Класична»			II – дослідна група «Експеримент»		
	1-день	8-день	16-день	1-день	8-день	16-день
Гексози, г/л	$6,8 \pm 0,48$	$4,2 \pm 0,22$	$2,8 \pm 0,04$	$7,1 \pm 0,31$	$3,6 \pm 0,12$	$2,6 \pm 0,04$
Г-ГАГ, г/л	$2,9 \pm 0,25$	$1,5 \pm 0,09$	$0,9 \pm 0,02$	$3,1 \pm 0,14$	$1,2 \pm 0,04$	$0,7 \pm 0,02$
Г-ГП, г/л	$3,9 \pm 0,23$	$2,7 \pm 0,13$	$1,9 \pm 0,03$	$4,0 \pm 0,17$	$2,4 \pm 0,08$	$1,9 \pm 0,04$
Г-ГАГ/Г-ГП	$0,8 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,02$	$0,5 \pm 0,02^{***}$	$0,8 \pm 0,02$	$0,5 \pm 0,01$	$0,4 \pm 0,02$
Сіалові кислоти, ум. од.	$113,9 \pm 5,24$	$90,1 \pm 2,47$	$75,7 \pm 1,69$	$109,7 \pm 3,62$	$74,7 \pm 1,54$	$61,2 \pm 2,39$
Серомукоїди, ммоль/л	$2,3 \pm 0,16$	$1,6 \pm 0,05$	$1,2 \pm 0,05$	$2,0 \pm 0,06$	$1,2 \pm 0,05$	$0,8 \pm 0,02$
МДА, мкмоль/л	$8,1 \pm 0,20$	$7,1 \pm 0,16$	$6,2 \pm 0,13$	$7,8 \pm 0,17$	$5,8 \pm 0,12$	$4,9 \pm 0,09$
Каталаза, мкат/л	$64,0 \pm 1,64$	$76,3 \pm 2,37$	$61,0 \pm 1,69$	$65,1 \pm 1,0$	$83,4 \pm 1,66$	$54,1 \pm 1,10$

Примітка: – $***P < 0,001$ по відношенню до показників днів лікування.

У період лікування спостерігається збільшення показників кальцію, неорганічного фосфору, вітаміну-А та β -каротину в сироватці крові обох дослідних груп свиней (табл. 10).

10. Показники макроелементів, вітаміну А і β -каротину у крові хворих свиней з гнійно-запальними процесами дистального відділу кінцівок в період лікування, $M \pm t$ (n=15)

Показники	I – дослідна група «Класична»			II – дослідна група «Експеримент»		
	1-день	8-день	16-день	2-день	8-день	16-день
Кальцій, ммоль/л	$2,1 \pm 0,04$	$2,8 \pm 0,10$	$2,6 \pm 0,06^*$	$2,0 \pm 0,05$	$2,9 \pm 0,02$	$2,6 \pm 0,02$
Фосфор, ммоль/л	$1,1 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,07^*$	$1,0 \pm 0,03$	$1,8 \pm 0,03$	$1,5 \pm 0,01$
Вітамін А, мкмоль/л	$0,4 \pm 0,03$	$1,6 \pm 0,09$	$1,1 \pm 0,08$	$0,4 \pm 0,02$	$1,5 \pm 0,05$	$0,9 \pm 0,02$
β -каротин, мкмоль/л	$0,04 \pm 0,002$	$0,2 \pm 0,01$	$0,1 \pm 0,009$	$0,04 \pm 0,001$	$0,13 \pm 0,005$	$0,1 \pm 0,004$

Примітка – $*P < 0,05$ по відношенню до показників днів лікування.

Завдяки використанню препарату «Тетравіт» на 8 день лікування в дослідних групах свиней відмітили значне підвищення кількості вітаміну А та β -каротину, що також сприяло скороченню періоду одужання свиней.

Висновки

Порівнюючи динаміку змін морфологічних, біохімічних та імунологічних показників крові у дослідних груп свиней, встановлено значний терапевтичний ефект лікувальної схеми «експеримент». Відмічено, що при використанні препарату «Трифузол 1%» підвищується імунологічна активність організму, прискорюється метаболізм сполучної тканини і антиоксидантної системи.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі для повної об'єктивної картини отримані дані необхідно доповнити результатами клінічних, планіметричних і рентгенологічних досліджень.

References

1. Barsukov, N. A. (1986). Lechenie inficirovannyh ran. *Veterinariya*, 8, 68–69 [In Russian].
2. Vasin, G. N. (1983). Monotiobromin dlya lecheniya boleznej palce. *Veterinariya*, 9, 59–60 [In Russian].
3. Videnin, V. N. (1990). O mehanizme antimikrobnih svojstv poverhnostno-aktivnogo antiseptika katapola. *Hirurgicheskie bolezni s.-h. zhivotnyh: sbornik nauch. Trudov*, 105–106 [In Russian].
4. Videnii, V. N. (1994). Katapol pri posleoperacionnyh gnojno-vospalitelnyh oslozhneniyah u zhivotnyh. *Veterinariya*, 4, 44–45 [In Russian].

5. Voshevoz, A. T. (1991). Aminokapronovaya kislota pri lechenii inficirovannyh ran. *Veterinariya*, 11, 47–48 [In Russian].
6. Eliseev, A. N. (2011). Travmatizm svinej: profilaktika, lechenie. *Veterinariya*, 7, 43–46 [In Russian].
7. Saevich, V. I., & Zaviryuha, V. I. (1980). Dimetilsulfoksid pri lechenii boleznej konechnostej. *Veterinariya*, 1, 54–55 [In Russian].
8. Jensen, T. B., Bonde, M. K., Kongsted, A. G., Toft, N., & Sørensen, J. T. (2010). The interrelationships between clinical signs and their effect on involuntary culling among pregnant sows in group-housing systems. *Animal*, 4 (11), 1922–1928. doi:10.1017/s1751731110001102.
9. Karriker, L. (2013). Identifying, treating and preventing lameness in sows. *National Pork Board*. Des Moines, IA USA. Retrieved from: <https://porkcdn.s3.amazonaws.com/sites/all/files/documents/2013SowHousingWebinars/Lameness.pdf>.
10. Martineau, G.-P., Morvan, H. (2010). La pododermatite. *Maladies d'élevage des porcs* (2e edition). (pp. 316–320). Paris: France Agricole Editions.
11. Mullan, S., Browne, W. J., Edwards, S. A., Butterworth, A., Whay, H. R., & Main, D. C. J. (2009). The effect of sampling strategy on the estimated prevalence of welfare outcome measures on finishing pig farms. *Applied Animal Behaviour Science*, 119 (1–2), 39–48. doi:10.1016/j.applanim.2009.03.008.
12. Ellingson, J. S., Karriker, L. A., Borgman, M. H., Buckley, A. C. (2012). Finishing Lameness – what do we know? Retrieved from: <http://www.pic.com/Images/Users/1/salesportal/newsletters/enewsletterarchive/FinishingLamenessWhatDoWeKnow2.pdf>
13. Madsen, D. (2008). A brief overview of selected disease entities diagnosed in swine. *American Association of Swine Veterinarians*, 3–6.
14. Main, D. C. J., Clegg, J., Spatz, A., & Green, L. E. (2000). Repeatability of a lameness scoring system for finishing pigs. *Veterinary Record*, 147 (20), 574–576. doi:10.1136/vr.147.20.574.
15. Smith, B. (1988). Lameness in pigs associated with foot and limb disorders. *In Practice*, 10 (3), 113–117. doi:10.1136/inpract.10.3.113.
16. Wells, G. A. H. (1984). Locomotor disorders of the pig. *In Practice*, 6 (2), 43–53. doi:10.1136/inpract.6.2.43.
17. Quinn, A., Diaz, J. A. C., & Boyle, L. (2013). Lameness in Pigs – Moorepark Research Dissemination Day. Pig Development Department. Fermoy Print & Design, 32. Retrieved from: <https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2013/LamenessInPigs.pdf>.
18. Rowles, C. (2011). Sow Lameness. *Swine Health Prod.*, 9, 130–131.

Стаття надійшла до редакції 12.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Киричко Б. П., Семіренко В. В. Порівняльна ефективність лікування запально-гнійних процесів дистального відділу кінцівок у свиней. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 204–212.

© Киричко Борис Павлович, Семіренко Віталій Вікторович, 2019



original article | UDC 636.7 09:616.39-071 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.28

CLINICAL CASE OF ALIMENTARY OBESITY IN A DOG

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

The aim of the article is to determine and analyze clinical, functional, and structural indices of domestic dog of pug breed for alimentary obesity. According to current researches of medical and veterinary scientists and practitioners, primary obesity (alimentary) is usually caused by excessive consuming easily digestible products (feeds) as a result of slow-moving. Morphometric calculations and score assessment of fleshing are recommended to be used to establish the fact of obesity. Biochemical and ultrasonographic studies should be performed to determine the functional changes in the internal organs and identify possible risks. The diagnostics of alimentary obesity in domestic dogs is based on the study of the disease clinical signs with subsequent ultrasonographic examination of the liver, determining the status of protein, bilirubin and lipid. We have found out that in case of the pathology the content of β -lipoproteins, cholesterol and common proteins increases. We have investigated and described the clinical case of alimentary obesity in a domestic seven-year-old dog of pug breed weighing 14.4 kg, which was excessive for the specified breed. The percentage of fat tissue in the body was 26.0 %. The established basic etiological factor was constantly available feed in the feeder, which contributed to its uncontrolled and excessive consumption by the animal. The main clinical manifestations of alimentary obesity in the domestic dog were: excessive body weight, drowsiness and easy tiredness, lack of breath, and lameness. The pathological process of the hepatobiliary system (increasing the activity of aminotransferase in the blood serum as compared with the physiological standard for such kinds of animals) and joint damage have been the result of excessive feeding. If the etiological factor is not influenced, the metabolic syndrome may develop in the animal in future. The obtained research data can be used by practicing doctors of veterinary medicine, as well as in educational activities – to promote rational and dosed feeding of animals.

Keywords: obesity, excessive fleshing, pug, morphometry, biochemical studies.

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК АЛІМЕНТАРНОГО ОЖИРІННЯ У СОБАКИ

Т. П. Локес-Крупка,

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

Проведено визначення та аналіз клінічних, функціональних та структурних показників свійського собаки породи мопс за аліментарного ожиріння. Згідно з сучасними дослідженнями медичних і ветеринарних науковців та практиків первинне ожиріння (аліментарне) зазвичай є наслідком надмірного споживання легкозасвоюваних продуктів (кормів) на тлі малорухливості. Для встановлення факту ожиріння рекомендовано застосовувати морфометричні розрахунки та бальну оцінку вгодованості. Для визначення функціональних змін внутрішніх органів та встановлення можливих ризиків необхідно проводити біохімічні та ультрасонографічні дослідження. Нами досліджений та описаний клінічний випадок аліментарного ожиріння у свійського собаки породи мопс віком сім років, вагою 14,4 кг, що є надмірною для зазначеної породи. Відсоток жирової тканини в організмі складав 26,0 %. Виявлено основний етіологічний чинник – постійна наявність корму в годівниці, що сприяє неконтрольованому та надмірному його споживанню твариною. Основними клінічними проявами аліментарного ожиріння у свійського собаки є: надмірна маса тіла, сонливість та легка втомлюва-

ність, задишка та кульгавість. У дослідній тварини на тлі надмірної годівлі виявлено, що в патологічний процес залучається гепатобіліарна система (зростання в сироватці крові активності амінотрансфераз порівняно із фізіологічною нормою для цього виду тварин) та уражаються суглоби. Якщо не вплинути на етіологічний чинник, у подальшому у тварини може розвинути метаболічна дисфункція. Отримані результати досліджень доцільно використовувати для практикуючих лікарів ветеринарної медицини, також у просвітницькій діяльності – для популяризації раціональної та дозованої годівлі тварин.

Ключові слова: ожиріння, надмірна вгодованість, мопс, морфометрія, біохімічні дослідження.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ АЛИМЕНТАРНОГО ОЖИРЕНИЯ У СОБАКИ

Т. П. Локес-Крупка,

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

Согласно современным исследованиям медицинских и ветеринарных ученых и практиков первичное ожирение (алиментарное) обычно является следствием чрезмерного потребления легкоусваиваемых продуктов (кормов) на фоне малоподвижности. Для установления факта ожирения рекомендуется использовать морфометрические расчеты и бальную оценку упитанности. Для определения функциональных изменений внутренних органов и возможных рисков следует проводить биохимические и ультрасонографические исследования. У исследуемого животного на фоне избыточного кормления установлено вовлечение в патологический процесс гепатобилиарной системы и поражение суставов. Если не повлиять на этиологический фактор, в дальнейшем у животного может развиться метаболический синдром.

Ключевые слова: ожирение, избыточная степень упитанности, мопс, морфометрия, биохимические исследования.

Вступ

Надмірна маса тіла і ожиріння є актуальними проблемами дрібних тварин, що спричиняють низку небезпечних наслідків для їх здоров'я [7, 8]. Ці стани пов'язані із супутніми захворюваннями, такими як ортопедичні та ендокринні, а також такі, що спричиняють порушення обміну речовин [8, 12], зміни функцій нирок [13, 15] та дисфункцію дихання [7].

Метаболізм свійських собак пристосований до засвоєння їжі, багатой на білок і вуглеводи. Якщо тварина отримує в раціоні надлишок вуглеводів, найчастіше у формі крохмалю, то вони не використовуються як джерело енергії і перетворюються в жири. Тому незбалансований натуральний тип годівлі тварин призводить до появи надмірної маси тіла, оскільки власникам важко вираховувати кількість калорій у кожній порції корму.

Досить часто розуміння господарем надмірної маси тіла домашнього улюбленця дуже відрізняється від розуміння лікаря ветеринарної медицини. Така ситуація призводить до недооцінювання ролі надмірної маси тіла тварини у розвитку супутньої патології. Тому важливим є чітке розуміння різниці нормальної вгодованості та ожиріння.

Надмірна маса тіла та ожиріння є багатофакторними патологічними станами, спричиненими дисбалансом енергетичного обміну. Генетична схильність часто є основним фактором їх розвитку. Учені з університету Цюріха довели існування взаємозв'язку надлишкової маси тіла у новонароджених тварин з більш високим рівнем споживання їжі на початку життя, без значних змін у витратах енергії та встановили схильність до розвитку надмірної маси тіла у вже дорослої тварини [10, 11, 19].

Важливу роль у надмірному поїданні корму відіграють соціально-психологічні моменти [2–4, 7]. Відмічено, що у тварин, так само як і в людей, присутній факт стресового переїдання, що сукупно з обмеженою фізичною активністю може провокувати ожиріння. Знервовані або у стані депресії свійські коти чи собаки можуть поїдати корм у надмірних кількостях, намагаючись компенсувати стрес задоволенням від поїдання їжі [9].

Зазвичай собаки з надмірною масою тіла, на відміну від собак з нормальною вгодованістю, намагаються споживати корми кращої якості, відмовляються виконувати завдання чи фізичні навантаження, коли винагорода за ці дії невизначена [9, 16].

Саме тому метою роботи є аналіз клінічного випадку аліментарного ожиріння у свійського собаки породи мопс.

У завдання досліджень входило: встановити характер ожиріння у собаки породи мопс та визначити основну причину його розвитку;

- дослідити структурні та функціональні зміни внутрішніх органів для встановлення та визначення можливих ризиків розвитку патології;

- провести роз'яснювальну роботу із господарями тварини про необхідність розробки схеми зниження маси тіла тварини.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на базі клініки ветеринарної медицини при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавської державної аграрної академії. До клініки ветеринарної медицини звернулися власники свійської собаки породи мопс віком сім років зі скаргами на загальне пригнічення, задишку, періодичні закрепи та кульгання тварини на обидві тазові кінцівки (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд тварини із ожирінням («Жорік» собака породи мопс, вік сім років, вага 14 кг)

Тварину досліджували за схемою: збір анамнестичних даних, дослідження габітусу, морфометричні розрахунки [1, 17], морфологічні та біохімічні дослідження сироватки крові, ультрасонографічні дослідження органів черевної порожнини.

Результати досліджень та їх обговорення

Із даних анамнезу було встановлено, що собака утримується на натуральному раціоні, що включає: м'ясо (свинина, домашня курятина та качка), домашні молокопродукти (молоко, сир), варені овочі, макаронні вироби та ласощі – солодке печиво, цукерки. Корм постійно перебуває у годівниці, тварина годується не нормовано. За словами господарів тварина практично не рухається по квартирі, постійно спить. На прогулянці швидко втомлюється та відмовляється підійматися по сходах.

Під час проведення клінічних досліджень реєстрували ожиріння (8 балів, за 9-ти бальною шкалою) [17, 21], утруднене дихання. Реєстрували ознаки остеоартрозу, а саме болючість у ділянці колінних та скакальних суглобів.

Отже, постійна наявність корму в годівниці тварини сприяє неконтрольованому та надмірному його споживанню тваринами. Основними клінічними проявами аліментарного ожиріння у свійської собаки є: надмірна маса тіла, сонливість та легка втомлюваність, задишка та кульгавість. Для встановлення ступеню ожиріння ми використовували наступні критерії: визначення маси тіла, розрахунок вмісту жирової тканини в організмі (рис. 2), а також застосування бальної системи оцінки вгодованості тварини.

У нашому випадку маса тіла тварини становила 14,4 кг, що є надмірною для породи мопс. Відсоток жирової тканини в організмі складав 26,0 %. Для оцінки вгодованості тварини ми використовували 9-ти бальну систему оцінювання собаки «Жорік». Указані параметри підтверджують його надмірну вгодованість та розвиток ожиріння.



Рис. 2. Проведення морфометричних замірів

Під час морфологічного дослідження зразків крові свійського собаки визначали кількість еритроцитів і лейкоцитів, вміст гемоглобіну та середній вміст гемоглобіну в еритроциті.

Аналізуючи отримані дані, відмічаємо незначне зменшення кількості еритроцитів у «Жоріка» (4,4 Т/л). Відповідно до такої тенденції спостерігали і зниження рівня гемоглобіну (123,1 г/л), але вищезазначені показники не виходять за межі фізіологічних норм для такого виду тварин.

У хворої тварини виявлено незначний лейкоцитоз. Кількість лейкоцитів становила 14,2 Г/л, що знаходиться на верхній межі фізіологічної норми для собак. Такі результати вказують на імовірний перебіг незначного запального процесу в організмі, що збігається з результатами інших досліджень. Ожиріння пов'язане з високим рівнем сироваткових маркерів запалення, включаючи інтерлейкіни, фактор некрозу пухлини альфа, С-реактивний білок з порушенням процесу фібринолізу – високим рівнем інгібітора активатора плазміногену, а також з окиснювальним стресом [2, 4, 14].

Під час біохімічних досліджень сироватки крові було встановлено зростання активності амінотрансфераз. Активність АлАТ у сироватці крові становила 93 од./л, АсАТ – 86 од./л. На основі отриманих нами результатів можна стверджувати про початок залучення в патологічний процес печінки, що в майбутньому, імовірно, може проявитися як гепатопатія.

З традиційних біохімічних тестів, що дозволяють встановити чи залучена в патологічний процес гепатобіліарна система в собак, найбільшу діагностичну інформативність, окрім активності амінотрансфераз, мають показники пігментного обміну, а саме вміст у сироватці крові загального білірубину та його фракцій. Зростання їх рівня свідчить про одночасне порушення структури і функції печінки та жовчовивідних шляхів [13, 15, 20]. У дослідного собаки показник загального білірубину складав 8 мкмоль/л, білірубін непрямий – 5 мкмоль/л.

Для встановлення імовірності залучення в патологічний процес нирок нами було досліджено вміст низькомолекулярних азотомісних речовин, а саме креатиніну та сечовини у сироватці крові тварин. Їх показники становили – 122 мкмоль/л та 7,2 ммоль/л, відповідно. Отримані результати перебувають на верхніх межах фізіологічної норми для собак, тобто існує можливість подальшого розвитку ренальної патології.

Унаслідок тривалого вживання надмірної кількості корму розвинулася аліментарна гіперхолестеролемія. Рівень загального холестеролу становив 7,36 ммоль/л. Внаслідок компенсаторних реакцій в організмі [5, 6, 18], в сироватці крові тварини за аліментарного ожиріння значно зростає вміст ЛПВГ, його рівень становив 1,66 ммоль/л. Подібні результати встановлені нами щодо вмісту в сироватці крові ЛПНГ та ЛПДНГ, а саме підвищення цих показників (4,97 та 0,73 ммоль/л, відповідно). Рівень тригліцеролів також був вищим за верхню межу норми для даного виду тварин і становив 1,59 ммоль/л.

Під час проведення ультразвукографічних досліджень органів черевної порожнини встановлено зміни їх розмірів, імовірно, внаслідок поглинання ультразвуку жировою тканиною, що погіршує візуалізацію паренхіми внутрішніх органів. Підшкірний жировий прошарок візуалізується як нерухома субстанція під час дихання тварини, на відміну від абдомінального жиру та інших органів черевної порожнини.

Встановлено незначне рівномірне, дифузне підвищення ехогенності паренхіми печінки з одночасним вираженим ослабленням ехографічного сигналу у віддалених зонах органу. У собаки візуалізу-

ються поодинокі ділянки паренхіми невеликих розмірів, значно підвищеної ехогенності, а також затемнення у віддалених ділянках.

Висновки

1. Першопричиною розвитку ожиріння у тварини стала ненормована, не збалансована та тривала надмірна годівля.

2. Клінічно ожиріння проявлялося відкладаннями жиру в підшкірній клітковині, що підтвердилось морфометричними розрахунками (відсоток жирової тварини в організмі становив 26 %) та результатами бальної оцінки вгодованості (8 балів). Унаслідок патологічних змін в організмі у тварини розвинулися симптоми артриту та серцево-судинної недостатності, а також порушення з боку травної системи.

3. Морфологічне дослідження крові виявило тенденцію до розвитку запального процесу (кількість лейкоцитів становила 14,2 Г/л).

4. Біохімічне дослідження сироватки крові виявило значні порушення з боку ферментного та ліпідного обмінів. Отримані результати дають підставу стверджувати про залучення у патологічний процес печінки та жовчного міхура.

Перспективи подальших досліджень. Перспективами подальших досліджень є визначення функціональних змін внутрішніх органів дрібних тварин та встановлення критеріїв патологічних змін під час розвитку ожиріння та супутньої патології, а також розробка схем по зниженню маси тіла у тварин-компаньйонів.

References

1. 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].

2. 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.

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. Fredriksson, R., Hägglund, 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.

5. Fruh, S. M. (2017). Obesity. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 29, 3–14. doi:10.1002/2327-6924.12510.

6. Iff, I, German, A. J., Holden, S. L., Mac Farlane, P, Morris, P. J., & Biourge, V. (2013). Oxygenation and ventilation characteristics in obese sedated dogs before and after weight loss: a clinical trial. *The Veterinary Journal*, 198 (2), 367–371. doi:10.1016/j.tvjl.2013.08.008.

7. German, A. J. (2006). The Growing Problem of Obesity in Dogs and Cats. *The Journal of Nutrition*, 136 (7), 1940–1946. doi:10.1093/jn/136.7.1940s.

8. 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.

9. Ghielmetti, V., Wichert, B., Rüegg, S., Frey, D., & Liesegang, A. (2018). Food intake and energy expenditure in growing cats with and without a predisposition to overweight. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102 (5), 1401–1410. doi:10.1111/jpn.12928.

10. Larter, C. Z., & Yeh, M. M. (2008). Animal models of NASH: Getting both pathology and metabolic context right. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 23 (11), 1635–1648. doi:10.1111/j.1440-1746.2008.05543.x.

11. Leclerc, L., Thorin, C., Flanagan, J., Biourge, V., Serisier, S., & Nguyen, P. (2017). Higher neonatal growth rate and body condition score at 7 months are predictive factors of obesity in adult female Beagle dogs. *BMC Veterinary Research*, 13 (1). doi:10.1186/s12917-017-0994-7.

12. Pogány, Á., Torda, O., Marinelli, L., Lenkei, R., Junó, V., & Pongrácz, P. (2018). The behaviour of overweight dogs shows similarity with personality traits of overweight humans. *Royal Society Open Science*, 5 (6), 172398. doi:10.1098/rsos.172398.
13. Postic, C., & Girard, J. (2008). The role of the lipogenic pathway in the development of hepatic steatosis. *Diabetes & Metabolism*, 34 (6), 643–648. doi:10.1016/s1262-3636(08)74599-3.
14. 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.
15. 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.
16. Vitger, A. D., Stallknecht, B. M., Nielsen, D. H., & Bjornvad, C. R. (2016). Integration of a physical training program in a weight loss plan for overweight pet dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 248 (2), 174–182. doi:10.2460/javma.248.2.174.
17. White, G. A., Hobson-West, P., Cobb, K., Craigon, J., Hammond, R., & Millar, K. M. (2011). Canine obesity: is there a difference between veterinarian and owner perception? *Journal of Small Animal Practice*, 52 (12), 622–626. doi:10.1111/j.1748-5827.2011.01138.x.
18. Xenoulis, P. G., & Steiner, J. M. (2015). Canine hyperlipidaemia. *Journal of Small Animal Practice*, 56 (10), 595–605. doi:10.1111/jsap.12396.
19. Xenoulis, P. G., & Steiner, J. M. (2010). Lipid metabolism and hyperlipidemia in dogs. *The Veterinary Journal*, 183 (1), 12–21. doi:10.1016/j.tvjl.2008.10.011.
20. Yazdi, F. T., Clee, S. M. & Meyre, D. (2012). Obesity genetics in mouse and human: back and forth, and back again. *ISRN Endocrinol*, 2012, 536905. doi: 10.5402/2012/536905.
21. 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.cvs.2009.10.009.

Стаття надійшла до редакції 13.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Локес-Крупка Т. П. Клінічний випадок аліментарного ожиріння у собаки. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 213–218.

© Локес-Крупка Терезія Петрівна, 2019



original article | UDC 636.5.087.7:637.5'65.05:631.147 |
doi: 10.31210/visnyk2019.02.29

ORGANOLEPTIC AND DEGUSTATION EVALUATION OF ORGANIC COCKEREL MEAT

M. D. Kucheruk,

ORCID ID: [0000-0002-8048-533X](https://orcid.org/0000-0002-8048-533X), E-mail: kucheruk_md@nubip.edu.ua,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 16, Polkovnyka Potekhina str., Kyiv, 03041, Ukraine

The article provides the evaluation of the meat quality of organic chickens and suggests the breed of chickens that are suitable for producing both meat products and eggs in organic poultry farming. For comparison, the meat of traditionally grown broiler chickens (dressed chickens were purchased in the retail network) and meat of organically grown cockerels (on an organic certified farm) was used. The comparison of the pectoral and femoral muscles' taste, as well as meat-bone broth, was made. Sample preparation and tasting was carried out according to the standardized analysis. The meat of organic cockerels has high palatability traits. Its significant taste advantage both of white (pectoral muscles) and red (femoral muscles) meat was established. Positive differences as compared with broiler chicken meat concern palatability, aroma, meat, and broth; however, organic cockerel meat has a somewhat denser texture, which gives a special taste to meat. Meat-bone broth obtained by cooking the carcasses of organic cockerels has better organoleptic qualities, and is superior to that obtained from cooking broiler chickens. The studies established the feasibility of using egg-meat breed of chickens in organic poultry farming, since hens are grown to produce eggs and cockerels are not disposed of at the age of one day, but kept in proper conditions on an organic farm to produce meat. Organic chicken meat can be used in children's and dietary nutrition, since the compliance of keeping conditions and the quality of feeding is monitored by certifying organizations. As far as bio-ethics and humaneness is concerned, the feasibility of growing cockerels for meat using organic feeding and maintenance was substantiated. The meat of broiler chickens in its taste and quality properties is inferior to organic chicken meat. Economically, organic chicken meat will have added value and expenses for certification in many regions of Ukraine will be compensated by the Government. Therefore, rational management and using the appropriate breeds of chickens will contribute to the development of organic production in Ukraine, which is an important step towards ensuring the health of the nation.

Keywords: organic poultry farming, cockerels, chickens, broilers, meat, muscles, broth.

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ТА ДЕГУСТАЦІЙНА ОЦІНКА М'ЯСА ОРГАНІЧНИХ ПІВНИКІВ

М. Д. Кучерук,

Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Полковника Потехіна, 16, м. Київ, 03041, Україна

У роботі наведено оцінку якості м'яса півників, вирощених органічним способом та запропоновано для використання в органічному птахівництві курей, які придатні для отримання як м'ясної, так і яєчної продукції. Використано для порівняння м'ясо традиційно вирощених курчат-бройлерів (тушки були придбані в роздрібній мережі) та м'ясо органічно вирощених півників (із сертифікованої органічної ферми). Порівняно смакові якості грудних та стегнових м'язів, а також м'ясо-кісткового бульйону. Пробопідготовка та дегустація здійснювалася за стандартною методикою. М'ясо органічних півників має високі смакові властивості. Встановлено значну перевагу за смаковими якостями білого (грудні м'язи) та червоного (стегнові) м'яса. Позитивні відмінності порівняно з м'ясом курчат-бройлерів стосуються смаку, аромату як самого м'яса, так і бульйону, водночас, воно має децю

цільнішу консистенцію, яка надає особливого смаку м'ясу. М'ясо-кістковий бульйон, отриманий з проб органічних півників перевершує отриманий від варки проб курчат-бройлерів, маючи підвищені органолептичні якості. Отже, можливим і доцільним в органічному птахівництві є використання м'ясо-яєчної породи курей, оскільки курочки вирощуються для отримання яєць, а півників не утилізують у добовому віці, а утримують у належних умовах органічного господарства для отримання м'яса. Органічну курятину можна використовувати в дитячому та дієтичному харчуванні, оскільки відповідність умов утримання та якості годівлі контролюється сертифікуючими організаціями. Обґрунтовано, зокрема з точки зору біоетики та гуманності доцільність органічного вирощування півників для отримання м'ясної продукції. М'ясо курчат-бройлерів за своїми смаковими та якісними властивостями також поступається органічній курятині. З економічної точки зору органічне куряче м'ясо буде мати додану вартість, а витрати на сертифікацію в багатьох областях України компенсуються державою. Отже, раціональне господарювання з використанням відповідних порід курей сприятиме розвитку органічного виробництва в Україні, що є важливим кроком для забезпечення здоров'я нації.

Ключові слова: органічне птахівництво, півники, курчата, бройлери, м'ясо, м'язи, бульйон.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ И ДЕГУСТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА МЯСА ОРГАНИЧЕСКИХ ПЕТУШКОВ

М. Д. Кучерук,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Полковника Потехина, 16, г. Киев, 03041, Украина

В работе приведена оценка качества мяса петушков, выращенных органическим способом и предложено к использованию породу кур, пригодных для получения как мясной, так и яичной продукции в органическом птицеводстве. Проведено сравнение мяса традиционно выращенных цыплят-бройлеров (тушки были приобретены в розничной сети) и мяса органически выращенных петушков (с сертифицированной органической фермы). Органолептическая и дегустационная оценка вкусовых качеств грудных и бедренных мышц, а также мясокостного бульона производилась дегустационной комиссией. Пробоподготовка и дегустация проводилась по стандартной методике. Установлено, что мясо органических петушков обладает высокими вкусовыми качествами. Отмечено значительное преимущество по вкусовым качествам белого (грудные мышцы) и красного (бедренные) мяса. Положительные отличия по сравнению с мясом цыплят-бройлеров касаются вкуса, аромата как самого мяса, так и бульона, также оно обладает несколько более плотной консистенцией, которая придает особый вкус мясу. Мясокостный бульон, полученный из проб органических петушков, превосходит таковой, полученный от варки проб цыплят-бройлеров, владея повышенными органолептическими качествами. Стоит также акцентировать внимание на более высоких показателях безопасности мяса и бульона. Итак, возможным и целесообразным в органическом птицеводстве является использование мясояичной породы кур, поскольку курочки выращиваются для получения яиц, а петушков не утилизируют в суточном возрасте, а содержат в надлежащих условиях органического хозяйства для получения мяса. Органическую курятину можно использовать в детском и диетическом питании, так как соответствие условий содержания и качество кормления контролируется сертифицирующими организациями. Обоснована, в том числе, с точки зрения биоэтики и гуманности, целесообразность органического выращивания петушков для получения мясной продукции. Мясо цыплят-бройлеров по своим вкусовым и качественным свойствам уступает органической курятине. С экономической точки зрения органическое куриное мясо будет иметь добавленную стоимость, а затраты на сертификацию во многих областях Украины компенсируются государством. Рациональное ведение хозяйства с использованием соответствующих пород кур способствует развитию органического производства в Украине, что является важным шагом для обеспечения здоровья нации.

Ключевые слова: органическое птицеводство, петушки, цыплята, бройлеры, мясо, мышцы, бульон.

Вступ

Етичні питання при вирощуванні продуктивних тварин все частіше турбують громадськість. У м'ясному птахівництві скупчене утримання десятків тисяч курчат на обмеженій території за умови

інтенсивної відгодівлі та прискороного росту викликає у громадськості співчуття [13]. У яєчному птахівництві утилізація однодобових курчат чоловічої статі яєчних порід засуджується зоозахисними організаціями і експертами з благополуччя тварин та органічного виробництва [12, 14].

Переважну більшість м'яса птиці, виробленого в Україні, становить м'ясо курчат-бройлерів. Однак м'ясо бройлерів, вирощуваних до 42-добового віку за своєї високої біологічної цінності, передусім призначене для смаження. Отримати бульйон з високими смаковими якостями можливо, використовуючи м'ясо птиці старшого віку [1].

Господарства, що виробляють яйця, закупають високопродуктивних курей-несучок, а курчата непотрібної статі (оскільки півники не здатні нести яйця) утилізуються. Найчастіше їх переробляють для подальшого виробництва кормів для тварин. У всьому світі це серйозна проблема для виробників яєць, оскільки викликає стурбованість споживачів, обурення та хвилі протестів зоозахисних організацій, резонанс у засобах масової інформації. А для органічного виробництва це взагалі неприпустимо, оскільки воно покликане забезпечити благополуччя тварин при вирощуванні [8].

Значний селекційно-племінний прогрес у напрямі створення сучасних аутосексних кросів яєчних курей, який дозволяє визначити стать добового молодняка за кольором оперення (колорсексність) і залишити тільки ту необхідну кількість півників (з деяким запасом) для подальшого вирощування і використання їх у батьківському стаді при статевому співвідношенні 1:10. Як відомо, в інкубаторії виводиться, як правило, 50 % самок і 50 % самців. Наприклад, за 2005 рік тільки в Польщі отримували близько 22 млн курей-несучок та стільки ж півників яєчних порід, а в країнах-членах Євросоюзу в 2003 році ця цифра становила 280 млн [6].

Зазвичай у промисловому птахівництві норми утримання курей для отримання м'яса й для отримання яйця відрізняються інтенсивністю годівлі, тривалістю світлового дня, щільністю посадки, термінами вирощування тощо. Й окреме вирощування півників виробники вважають нерентабельним. Однак в умовах тотальної хімізації виробництва та забруднення довкілля попит на чисту й безпечну продукцію в Україні і світі зростає [4, 15].

За умови органічного виробництва існує можливість до певного віку вирощувати курчат м'ясо-яєчних порід на одному майданчику, оскільки заборонена інтенсивна відгодівля, скупчене, безвигульне утримання птиці та використання швидкоростучих бройлерних кросів. Тривалість світлового дня обмежується 16 годинами, не застосовуються профілактичні антибіотики. Мінімальний вік для забою птиці становить 81 добу [1]. Отже, якщо господарство має замкнений цикл виробництва, або принаймні, інкубаторний цех, за умови органічного виробництва можливо використовувати саме м'ясо-яєчну породу курей, оскільки такою практикою вирішується питання щодо негуманного поводження з однодобовими курчатами-півниками яєчних порід [7].

Розробка нової етично виправданої виробничої системи вирощування півників для виробництва дієтичного зрілого курячого м'яса могла би стати вирішенням етичної проблеми утилізації курчат-півників. М. Koenig, G. Nahn та ін. (2012) запропонували вирощування півників яєчних кросів для виробництва «coquelets» (курчата «табака»). Відгодовані на забій півники м'ясо-яєчних породи могли б забезпечити виробництво так званих «супових курей» або «курчат-табака» [14].

Одним із способів виробництва делікатесного м'яса є вирощування каплунованих півників. Дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що каплунована птиця добре відгодовується, якість м'яса та жирів набагато перевершує відповідні показники сировини не кастрованих півників [11, 19, 20]. Є повідомлення щодо кращого хімічного складу м'яса органічної птиці та жирнокислотного складу [5, 15].

Метою наших досліджень було знайти новий підхід до традиційної системи вирощування птиці – виправдане з етичної та економічної точки зору. Запропонувати для вирощування в органічних птахогосподарствах курей, які придатні для отримання як м'ясної, так і яєчної продукції. У завдання досліджень входило: встановити вплив органічного вирощування на органолептичні показники та смакові якості м'яса півників та порівняти з відповідними характеристиками м'яса від курчат-бройлерів традиційного інтенсивного вирощування.

Матеріали і методи досліджень

Курчата породи Кучинська Ювілейна вирощувались у сертифікованому органічному птахівничому господарстві Житомирської області. Курчата отримували органічний корм та утримувалися у пташниках з вільним вигулом. Термін вирощування 180 діб. Тушки курчат-бройлерів традиційного інтенсивного вирощування були придбані в роздрібній мережі.

Визначення органолептичних показників та проведення дегустаційної оцінки м'яса проводилося на базі НУБіП України згідно з ГОСТом 7702.0–74 «М'ясо птиці. Методи відбору зразків. Органолептичні методи оцінки якості». Створена у 2017 році дегустаційна комісія включала експертів факультетів: ветеринарної медицини, харчових технологій та інженерії, тваринництва та водних біоресурсів.

Проби м'язової тканини з різних частин тіла (грудні та стегнові м'язи, по 5 проб) було відібрано із тушок курчат-бройлерів та курчат м'ясо-яєчної породи Кучинська Ювілейна і об'єднано у загальні проби, окремо по кожному виду м'яса. Органолептичними дослідженнями м'яса оцінювали зовнішній вигляд, колір, смак, запах (аромат), консистенцію, соковитість грудних та стегнових м'язів, а також м'ясо-кістковий бульйон та бульйон із грудних та стегнових м'язів. Порівнювали якість м'яса та бульйону з різних частин тушки (грудні та стегнові м'язи). Бульйон оцінювали за такими критеріями: прозорість (колір), смак, запах (аромат), міцність (наваристість). Оцінювання проводилось за 5-бальною шкалою. За кожним показником і видом м'яса виводився середній бал (ДСТУ 4823.1.2007, ДСТУ 4823.2.2007).

Результати досліджень та їх обговорення

Оскільки за умови органічного вирощування рекомендується використовувати повільноростучі породи та кроси птиці [18], а також встановлений мінімальний вік до забою курчат, логічним є вирощування півників разом з курочками до досягнення ними задовільної забійної маси. Зазвичай це період 160–180 діб, у цей час починає проявлятися статевий деморфізм і подальше утримання півників стає недоцільним. Водночас півники яєчних порід курей генетично не здатні набрати великої м'язової маси, як традиційні бройлерні породи. М'ясо-яєчні породи курей є найкращими для органічного розведення птиці.

З економічної точки зору вирощування бройлерних кросів вигідніше лише за стандартизованих умов утримання з регульованим мікрокліматом та інтенсивною годівлею. Однак для органічного вирощування ці кроси не найкращі через низку фізіологічних факторів і не досягають забійної маси навіть на 81 добу вирощування, що було встановлено раніше проведеними дослідженнями [3]. Було запропоновано випробувати для органічного вирощування місцево-адаптовану м'ясо-яєчну породу курей.

Результати проведених досліджень свідчать, що триваліший (180 діб) термін вирощування, за умови повноцінної годівлі органічними кормами дає змогу виростити півників до задовільної живої маси (2000,00±100,00 г). Хоча варто відмітити, що набір ваги та відкладання підшкірного жиру в курчат відбувалося нерівномірно. Деякі півники відставали в рості, а інші були значно розвиненіші та мали більшу масу тіла. Це можна пояснити тим, що сильніші птахи швидше поїдають корм, вибираючи більш поживні та «смачні» інгредієнти.

Органолептичні дослідження м'яса проводилися через 24 години після забою. У результаті цих досліджень встановлено: у всіх пробах поверхня тушок суха (вкрита кірочкою підсихання), блідо-рожевого кольору з жовтуватим відтінком; підшкірний і внутрішній жир блідо-жовтого кольору; серозна оболонка грудо-черевної порожнини волога, блискуча; м'язи на розрізі злегка вологі, не залишають вологої плями на фільтрувальному папері, блідо-рожевого кольору, пружної консистенції, запах специфічний, властивий свіжому м'ясу птиці.

Дегустаційна оцінка м'яса є важливим показником його якості. У процесі дегустації можна виявити навіть відмінності смаку м'яса птиці окремих видів, ліній і кросів. Таку пробу проводили з метою встановлення якісних показників органічної курятини.

Дегустаційною пробєю встановлено, що кращі смакові якості має біле м'ясо (грудні м'язи), одержане від органічних курчат. За кольором та зовнішнім виглядом запропоновані проби не дуже відрізнялися. Значна перевага органічної курятини стосувалася аромату м'яса та смаку (табл. 1).

Смак м'яса органічних півників був вищим на 15,85 % відносно показників курчат-бройлерів традиційного вирощування, аромат – на 59,40 % відповідно. Натомість консистенція філейної частини органічних курчат отримала менший бал, соковитість недостовірно відрізнялася за оцінкою експертів.

На смак м'яса курчат-бройлерів впливає велика кількість профілактичних й можливо лікувальних препаратів, а також стимуляторів росту, до того ж корми, що використовуються в інтенсивному птахівництві, часто неналежної якості, де можуть виявлятися пестициди, мінеральні добрива тощо [9, 10].

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Дегустаційна оцінка м'яса (грудні м'язи) курчат, бал, $M \pm t$, $n=5$

Показник	Групи	
	Курчата-бройлери	Органічні півники
Зовнішній вигляд	4,75±0,41	5,00±0,01
Колір	4,44±1,46	4,57±1,13
Смак	4,10±0,54	4,75±0,61*
Запах, аромат	3,03±0,52	4,83±0,40*
Консистенція	4,65±0,47	4,15±0,48*
Соковитість	4,75±0,66	4,42±0,61
Загальний бал	25,72	27,72

Примітка: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ відносно показників курчат-бройлерів традиційного вирощування.

Учені стверджують, що зрілим м'ясом птиці можна вважати м'ясо отримане від вирощування курчат упродовж 60–80 днів вирощування, таке м'ясо має унікальні смакові і поживні якості [3, 16]. Скоростигле м'ясо бройлерів з біологічної точки зору – незрілий продукт: по-іншому розкладається білок, по-іншому ферментується. При варці м'яса за пробопідготовки було відмічено, що м'ясо бройлерів приготувалося набагато швидше, ніж м'ясо органічних курчат, за однакових умов приготування денатурація в товщі усього шматка відбулася швидше. Крім того м'язова тканина проб органічної курятини дуже ущільнилася при варці, мала гірший зовнішній вигляд, нижчі бали по консистенції (менш ніжне).

Оцінюючи стегові м'язи за зовнішнім виглядом, комісія надала перевагу м'ясу курчат-бройлерів, а щодо кольору м'яса оцінки експертів розділилися й різниця була незначною (табл. 2).

2. Дегустаційна оцінка м'яса (стегові м'язи) курчат, бал, $M \pm t$, $n=5$

Показник	Групи	
	Курчата-бройлери	Органічні півники
Зовнішній вигляд	4,83±0,41	4,23±0,41*
Колір	4,69±1,50	4,57±1,13
Смак	4,07±0,82	4,67±0,52*
Запах, аромат	3,33±0,52	4,41±0,82*
Консистенція	4,42±0,49	4,28±0,49
Соковитість	4,65±0,42	4,25±0,42*
Загальний бал	25,99	26,44

Примітка: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ відносно показників курчат-бройлерів традиційного вирощування.

За смаком і ароматом червоне м'ясо органічних курчат отримало достовірно вищу кількість балів. Однак більш щільна консистенція та менша соковитість дещо понизили загальний бал, отриманий при додаванні балів за всі показники. Водночас загальний бал дегустаційної оцінки м'яса органічних курчат виявився вищим щодо грудних м'язів на 7,78 %, стегових на 1,73 % відповідно.

М'ясо-кістковий бульйон, приготований із проб органічних півників, члени дегустаційної комісії одногосно оцінили найвищим балом, порівняно з бульйоном із тушок курчат-бройлерів (табл. 3). Дегустатори виставили найвищі бали за трьома показниками: зовнішнім виглядом, запахом (ароматом), міцністю (наваристістю). Ймовірно, краща оцінка тут була пов'язана з наявністю внутрішнього жиру в тушках півників м'ясо-яєчної породи.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

3. Дегустаційна оцінка м'ясо-кісткового бульйону курчат, бал, $M \pm t$, $n=5$

Показник	Групи	
	Курчата-бройлери	Органічні півники
Зовнішній вигляд	3,83±0,41	5,00±0,01
Колір	3,71±1,25	4,83±1,13
Смак	4,17±0,41	5,00±0,01
Запах, аромат	3,20±0,55	4,87±0,52
Міцність	4,40±0,55	5,00±0,00
Прозорість	4,40±0,55	4,80±0,55
Загальний бал	23,71	29,5

Примітка: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ відносно показників курчат-бройлерів традиційного вирощування.

Загальний бал за дегустаційною оцінкою бульйону з органічних півників був вищим на 24,42 % порівняно з бульйоном, отриманим при варці курчат-бройлерів. Натомість курчата бройлери набирають своєї забійної маси за дуже короткий час і жирові відкладення в їх організмі не встигають сформуватися. Окрім цього незрілість м'язової тканини та інтенсивна годівля можуть надати м'ясу водянистість, а профілактичні й лікувальні препарати – неприємний присмак. Зовнішній вигляд, колір і запах бульйону з м'яса курчат-бройлерів отримали низькі бали. Смак м'яса традиційно вирощених курчат бройлерів добре знайомий пересічному споживачу, його часто характеризують як «порожній» або «з присмаком лікарських препаратів».

Обсяг і рихлість м'яса органічних курчат була меншою, однак недостатня м'ясність компенсується наваристістю бульйону та насиченим смаком м'яса. Дегустаційна оцінка показала високі смакові якості м'яса і бульйону з тушок органічної птиці.

М'ясо органічних півників має високі смакові властивості. Позитивні відмінності порівняно з м'ясом курчат-бройлерів стосуються смаку, аромату як самого м'яса, так і бульйону, також воно має дещо щільнішу консистенцію, яка надає особливого смаку м'ясу. Ці відмінності, на нашу думку, можуть проявлятися внаслідок тривалішого терміну вирощування птиці, повноцінною годівлею якісними кормами та, можливо, особливостями смакових властивостей м'яса цієї породи курей.

Проведені дослідження узгоджуються з повідомленнями зарубіжних авторів [16, 17] та підтверджують, що на якість м'яса та його смак впливає багато факторів, зокрема визначними є: вид птиці, порода, вік та стать. Однак не менш важливу роль відіграє якість та повноцінність годівлі, оскільки значна кількість шкідливих речовин, що надходять із корму може накопичуватися у продукції тваринництва [15]. Отже м'ясо півників м'ясо-яєчних порід може використовуватися в кулінарії для приготування бульйонів з «супових курей» та в дієтичному харчуванні населення.

Отже, вважаємо за можливе запропонувати новий підхід до органічного вирощування птахів, етично та економічно виправданий. Для вирощування в органічних птахогосподарствах доцільно, зокрема з точки зору біоетики та гуманності використовувати курей, які придатні для отримання як м'ясної, так і яєчної продукції. Такий підхід, за умови виробництва в господарстві курячих яєць, дає змогу уникнути утилізації однодобових півників. Виявлено можливість успішного вирощування півників разом з курочками за умови дотримання вимог органічного тваринництва (наявність вільного вугулу тощо), для отримання курячого м'яса від півників та яєчної продуктивності від курочок. Саме органічним, «домашнім» чи фермерським курчатам гурмани і знавці високої кухні надають перевагу. Органічну курятину використовують для дитячого харчування дбайливі батьки та люди, що піклуються про власне здоров'я, оскільки належність утримання та якість годівлі контролюється сертифікуючими організаціями.

Водночас гуманне ставлення до тварин й дбайливе ставлення до природи сприяють популяризації органічного виробництва.

З економічної точки зору органічне куряче м'ясо буде мати додану вартість, а витрати на сертифікацію в багатьох областях України компенсуються державою. Отже, раціональне господарювання з використанням відповідних порід курей сприятиме розвитку органічного виробництва в Україні, що є важливим кроком для забезпечення здоров'я нації.

Висновки

Дегустаційною комісією оцінено органолептичні показники та смакові якості бульйону та м'яса півників м'ясо-яєчної породи курей та курчат-бройлерів. Встановлено позитивний вплив органічного вирощування й породи птиці на зазначені показники порівняно з м'ясом курчат-бройлерів, вирощених за традиційною інтенсивною технологією.

М'ясо органічних півників за своїми смаковими та якісними властивостями (зовнішнім виглядом, кольором, смаком, запахом, ароматом, соковитістю) перевершує м'ясо курчат-бройлерів традиційного вирощування. Воно має дещо щільнішу консистенцію, яка надає особливого смаку м'ясу. За дегустаційною оцінкою м'ясо органічних курчат отримало вищий загальний бал порівняно з м'ясом традиційно вирощених курчат-бройлерів: щодо грудних м'язів на 7,78 %, щодо стегнових на 1,73 % відповідно. А м'ясо-кістковий бульйон, отриманий при варці проб від органічних півників, має кращі органолептичні якості (загальний дегустаційної проби на 24,42 % вищий) порівняно з бульйоном із проб від курчат-бройлерів.

Перспективи подальших досліджень. Буде досліджено хімічний, амінокислотний та жирнокислотний склад м'яса органічних курчат м'ясо-яєчної породи.

References

1. Afanasyev, G. D., & Razzak, S. R. (2015). Myasnye kachestva petushkov yaichnyh krossov. *Sbornik statej mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenykh i specialistov*, Moscow, 160–162 [in Russian].
2. Zhukovsky, M. O. (2011). Vyrobnnytstvo orhanichnoi produktsii yak napriam pidvyshchennia konkurentnospromozhnosti pidpriemstv haluzi ptakhivnytstva. *Naukovij visnik Nacionalnogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukrainy*, 73 (2) 271–274 [in Ukrainian].
3. Kucheruk, M. D., Zasekin, D. A., & Dimko, R. O. (2017). Sanitarno-hihiienichni umovy utrymanna ptytsi za orhanichnogo vyroshchuvannya yak chynnyk produktyvnosti. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 9 (5-6), 116–124 [in Ukrainian].
4. Romanov, G., & Mamonov, A. (2006). Proizvodstvo ehkologicheskij chistoj i sanitarno bezopasnoj produkcii zhivotnovodstva i kormov. *Kormlenie selskohozyajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 11, 41–42 [in Russian].
5. Azcona, J. O., Garcia, P. T., Cossu, M. E., Iglesias, B. F., Picallo, A., Perez, C., Gallinger C. I., Schang M. J., & Canet, Z. E. (2008). Meat quality of Argentinean “Camperos” chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids. *Meat Science*, 79 (3), 437–443. doi:10.1016/j.meatsci.2007.12.005.
6. Calik, J., Połtowicz, K., Świątkiewicz, S., Krawczyk, J., & Nowak, J. (2015). Effect of Caponization on Meat Quality of Greenleg Partridge Cockerels. *Annals of Animal Science*, 15 (2), 541–553. doi:10.1515/aoas-2015-0002.
7. Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60 (3), 219–225. doi:10.1016/s0309-1740(01)00124-3.
8. Damme, K., & Ristic, M. (2003). Fattening performance, meat yield and economic aspects of meat and layer type hybrids. *World's Poultry Science Journal*, 59, 50–53.
9. Cassandro, M., De Marchi, M., Penasa, M., & Rizzi, C. (2015). Carcass Characteristics and Meat Quality Traits of the Padovana Chicken Breed, A Commercial Line, and Their Cross. *Italian Journal of Animal Science*, 14 (3), 3848. doi:10.4081/ijas.2015.3848.
10. Fletcher, D. L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58 (2), 131–145. doi:10.1079/wps20020013.
11. Franco, D., Rodríguez, E., Purriños, L., Crecente, S., Bermúdez, R., & Lorenzo, J. M. (2011). Meat quality of “Galician Mountain” foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science*, 88 (2), 292–298. doi:10.1016/j.meatsci.2011.01.004.
12. Gerken, N., Jaenecke, D., & Kreuzer, M. (2003). Growth, behaviour and carcass characteristics of egg-type cockerels to male broilers. *World's Poultry Science Journal* 59, 46–49.
13. Grashorn M. A., & Serini, C. (2006). Quality of chicken meat from conventional and organic poultry. in Proc. *12th Eur. Poultry Conf.* Italy.
14. Koenig, M., Hahz, G., Damme, K., & Schmutz, M. (2012). Utilization of laying-type cockerels as „coquelets“: Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition. *Arch. Geflügelk*, 79, 197–202.
15. Le Bihan-Duval, E., Debut, M., Berri, C. M., Sellier, N., Santé-Lhoutellier, V., Jégo, Y., & Beau-

mont, C. (2008). Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*, 9 (1). doi:10.1186/1471-2156-9-53.

16. Lichovniková, M., & Jarošová, A. (2008). The effect of genotype and age on the carcass quality of broilers and males of the laying hybrids. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 56 (4), 121–126. doi:10.11118/actaun200856040121.

17. Musa, H. H., Chen, G. H., Cheng, J. H., Shuiep, E. S., & Bao, W. B. (2006). Breed and Sex Effect on Meat Quality of Chicken. *International Journal of Poultry Science*, 5 (6), 566–568. doi:10.3923/ijps.2006.566.568.

18. Quentin, M., Bouvarel, I., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Baéza, E., Jégo, Y., & Picard, M. (2003). Growth, carcass composition and meat quality response to dietary concentrations in fast-, medium- and slow-growing commercial broilers. *Animal Research*, 52 (1), 65–77. doi:10.1051/animres:2003005.

19. Rikimaru, K., Ogawa, S., Komastu, M., & Ishizuka, J. (2009). Effects of Caponization on Meat Quality of Hinai-jidori Chicken. *The Journal of Poultry Science*, 46 (4), 345–350. doi:10.2141/jpsa.46.345.

20. Zhao, C., Shao, Y., Wu, C., & Li, J. (2009). The Effects of Different Caponization Age on Growth Performance and Blood Parameters in Male Tibetan Chicken. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (5), 228–236. doi:10.3923/ajava.2009.228.236.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кучерук М. Д. Органолептична та дегустаційна оцінка м'яса органічних півників. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 219–226.

© Кучерук Марія Дмитрівна, 2019



original article | UDC 619:618.19-002 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.30

SPREADING OF MASTITIS AND PECULIARITIES OF THE MAMMARY GLAND QUARTERS' LESION IN COWS OF DIFFERENT BREEDS ON THE FARMS OF SUMY REGION

Y. A. Baydevlyatov,

ORCID ID: [0000-0001-5042-7414](https://orcid.org/0000-0001-5042-7414), yurbayd@ukr.net,

Y. V. Baydevlyatova,

ORCID ID: [0000-0003-4437-957X](https://orcid.org/0000-0003-4437-957X), juliyabayd@ukr.net,

Sumy National Agrarian University, 160, G. Kondratieva str., Sumy, 40022, Ukraine

Over the past decade there has been a rapid transition to industrial methods of dairy and meat production. This in turn caused the need to increase the rates of animal reproduction. However, the successful reproduction of the herd and the growth of livestock productivity are significantly hampered by obstetric-gynecological pathology, including diseases of the mammary gland in cows. Mastitis causes significant economic losses to livestock farming. The aim of our work was to study the frequency of the mammary gland separate quarters' lesion because of clinical mastitis among cows of different breeds and to establish the dynamics of developing atrophy and induration in them as a result of the disease. The following research methods were used to determine the clinical forms of mastitis: examination, palpation of the mammary gland and visual assessment of the secretion. The diagnosis was confirmed using biochemical, cytological, and bacteriological methods. In addition, the habitus, body temperature, appetite, production performance, and physiological condition of cows were determined. Our research has established that among the cows of black-and-white, Simmental, and Holstein breeds, in most cases, regardless of the form, one-quarter lesion of the udder with clinical mastitis predominated (85.0 %, 66.4 % and 75.8 %, correspondingly), less frequently two-quarter udder lesion occurred (14.6 %, 32.8 % and 23.3 %), and three-quarter udder lesion was an exception (0.4 %, 0.8 % and 0.9 %, correspondingly). It should also be noted that inflammation occurred more frequently in the rear udder quarters among the cows of all studied breeds (49.1 %, 38.4 % and 48.8 %, correspondingly), and less often in the fore ones (35.9 %, 27.9 % and 26.9 %). The frequency of mastitis complications in the form of atrophy and induration depended on the level of animal productivity. So, udder quarters' atrophy was recorded on average in 19.9 % – 19.1 % of cows in the highly productive Simmental and Holstein breeds (5,0–5,5 thousand kg), correspondingly, induration was recorded in 8.7 % and 6.6 % of animals. As to black-and-white breed with the productivity of 4.7 thousand kg, the percentage of cows with signs of atrophy and induration of the udder quarters was 14.4 % and 5.8 %, correspondingly.

Key words: cows, mastitis, udder, mammary gland, atrophy, induration.

ПОШИРЕННЯ МАСТИТУ ТА ОСОБЛИВОСТІ УРАЖЕННЯ ЧВЕРТЕЙ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ У КОРІВ РІЗНИХ ПОРІД У ГОСПОДАРСТВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ю. А. Байдевятов, Ю. В. Байдевятова,

Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40022, Україна

За останнє десятиліття відбувся стрімкий перехід до індустріальних методів молочного та м'ясного виробництва. Це спричинило необхідність підвищення темпів відтворення тварин. Проте успішному відтворенню стада і росту продуктивності худоби значно перешкоджає акушерсько-гінекологічна патологія, зокрема й захворювання молочної залози у корів. Мастити завдають значних економічних збитків тваринництву. Для визначення клінічних форм маститу використовували наступні методи дослідження: огляд, пальпацію молочної залози та візуальну оцінку секрету. Діагноз підтверджували, використовуючи біохімічний, цитологічний і бактеріологічний методи. Крім того визначали

забітус, температуру тіла, апетит, продуктивність, фізіологічний стан корів. У цій статті висвітлені результати досліджень щодо ураження клінічно вираженим маститом окремих чвертей молочної залози серед корів різних порід та динаміки розвитку в них атрофії й індурації. Установлено, що незалежно від форми запалення та породи корів у більшості тварин переважало ураження клінічним маститом однієї чверті вим'я, рідше двох і лише як виключення трьох. Частота виникнення ускладнень маститу у вигляді атрофії та індурації прямо залежить від рівня продуктивності тварин. Метою нашої роботи було вивчення частоти ураження клінічно вираженим маститом окремих чвертей молочної залози серед корів різних порід і встановлення динаміки розвитку в них атрофії та індурації як наслідку хвороби в господарствах Сумської області. Нашими дослідженнями встановлено, що серед корів чорно-рябої, симентальської і голштинської порід здебільшого незалежно від форми переважало ураження клінічним маститом однієї чверті вим'я (у 85,0 %, 66,4 % та 75,8 % відповідно), рідше двох (14,6 %, 32,8 % та 23,3 %) і лише як виключення трьох (0,4 %, 0,8 % та 0,9 % відповідно). Необхідно також зазначити, що запалення частіше виникало в задніх чвертях вим'я серед корів усіх досліджених порід (49,1 %, 38,4 % та 48,8 % відповідно), рідше в передніх (35,9 %, 27,9 % і 26,9 %). Частота виникнення ускладнень маститу у вигляді атрофії та індурації залежала від рівня продуктивності тварин. Серед високопродуктивних корів симентальської та голштинської порід (5,0–5,5 тис. кг) атрофія чвертей реєструвалась у середньому в 19,9 % – 19,1 % тварин відповідно, індурація – у 8,7 % та 6,6 %. У корів чорно-рябої породи з продуктивністю 4,7 тис. кг відсоток корів з ознаками атрофії та індурації чвертей складав відповідно 14,4 % та 5,8 %.

Ключові слова: корови, вим'я, молочна залоза, мастит, атрофія, індурація.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ МАСТИТА И ОСОБЕННОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЧЕТВЕРТЕЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД В ХОЗЯЙСТВАХ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. А. Байдевятов, Ю. В. Байдевятова,

Сумский национальный аграрный университет, ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 40022, Украина

В данной статье отображены результаты исследований о поражении клиническим маститом отдельных четвертей вымени среди коров разных пород и динамике развития в них атрофии и индурации. Установлено, что независимо от формы воспаления и породы коров в большинстве случаев преобладало поражение клиническим маститом одной четверти вымени, реже двух и лишь как исключение трех. Частота возникновения осложнений мастита в виде атрофии и индурации находится в прямой зависимости от уровня продуктивности животных.

Ключевые слова: корова, мастит, вымя, молочная железа, атрофия, индурация.

Вступ

За останнє десятиліття відбувся стрімкий перехід до індустріальних методів молочного та м'ясного виробництва. Це спричинило необхідність підвищення темпів відтворення тварин. Проте успішному відтворенню стада і росту продуктивності худоби значно перешкоджає акушерсько-гінекологічна патологія, зокрема й захворювання молочної залози у корів. Мастити завдають значних економічних збитків тваринництву. Це виражається в зниженні молочної продуктивності, передчасному вибракуванню корів, зростанні рівня захворюваності молодняка, погіршенні харчової і санітарної якості молока та молочних продуктів, порушенні відтворної функції [1, 3, 6, 8, 9, 12].

Зважаючи на вищесказане, мастит – це одна із основних патологій, що призводить до вибраковки корів. Як відомо, в середньому 20–50 % від загальної кількості вибракуваних тварин складають корови, хворі на мастит, наслідком якого є атрофія молочної залози [2, 4, 5]. Звичайно, раннє вибракування корів скорочує термін продуктивного їх використання. Отже, середня тривалість життя корови не перевищує 5,5–6,5 років відповідно, й продукцію від неї можна отримувати лише 3,5–4 роки. Таким чином, від кожної корови, яка реалізується на м'ясо, недоотримують мінімум 3–4 теляти і надій молока за 3–4 лактації [1, 10, 20].

Негативним наслідком маститу є й те, що навіть після одужання корови функція її молочної залози не завжди відновлюється до початкового рівня й дуже часто закінчується гіпо- та агалактією, а в окремих випадках, що не завжди залежить від терапевтичних заходів, наслідком маститу може бути атрофія та індурація уражених чвертей [2, 3, 8, 11, 13, 14–17].

Установлено, що серед корів з річним надоєм у середньому 5 тис. кг молока, атрофія окремих чвертей спостерігається у два рази частіше, ніж з продуктивністю 2–2,5 тис. кг молока за умови однієї і тієї ж технології доїння. Отже, високопродуктивні корови є менш стійкими й до таких патологій, як запалення молочної залози, оскільки є високопродуктивними з інтенсивним обміном речовин [5, 7, 18, 19].

Отже, метою нашої роботи було встановити частоту ураження клінічно вираженим маститом окремих чвертей молочної залози серед корів різних порід і встановити динаміку розвитку в них атрофії та індурації як наслідку хвороби в господарствах Сумської області. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: проаналізувати журнали звітно-облікової документації господарств; дослідити відсоток захворюваності корів на мастит з певною формою; встановити залежність рівня захворюваності від породи.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися в умовах молочнотоварного комплексу АФ «Вікторія» Білопільського району, МТФ № 1 і № 2 ВАТ «Козацьке» Конотопського району Сумської області впродовж 2016–2018 років. Об'єктом досліджень були корови чорно-рябої, симентальської та голштинської порід.

Для визначення клінічних форм маститу використовували наступні методи дослідження: огляд, пальпацію молочної залози та візуальну оцінку секрету. Діагноз підтверджували, використовуючи біохімічний, цитологічний і бактеріологічний методи. Крім того визначали габітус, температуру тіла, апетит, продуктивність, фізіологічний стан корів.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналізуючи результати досліджень щодо ураження клінічним маститом чвертей молочної залози у корів чорно-рябої породи протягом трьох років, можемо зробити висновок, що здебільшого незалежно від форми переважало запалення однієї чверті вим'я (у 85,0 % корів), рідше двох (14,6 %) і лише, як виключення, трьох (0,4 %).

При цьому серозний мастит з ураженням однієї чверті реєструвався у 311 корів, що складало 84,5 % від загальної кількості хворих тварин, двох – у 55 голів (14,9 %). Одночасне запалення трьох чвертей траплялося лише у 2-х корів (0,6 %). При катаральній формі ураження однієї чверті відмічалось у 82,8 % корів, двох – 17,2 %. Гнійно-катаральний мастит уражав одну чверть у 93,3 % корів, дві – лише у 6,7 % корів. Абсцеси вим'я спостерігали переважно множинні, що розсівались по всій тканині однієї ураженої чверті (81,3 %), рідше двох (18,7 %).

Фібринозну форму запалення реєстрували у двох корів з ураженням однієї (50 %) та двох (50 %) чвертей вим'я. Геморагічний мастит уражав одну чверть вим'я у 100 % корів.

При цьому встановлено, що із 487 хворих корів у 239 (49,1 %) ураженими клінічним маститом були задні чверті вим'я, у 175 (35,9 %) – передні. Лише у 73 (15,0 %) тварин ураженими були і передні, і задні чверті молочної залози.

Узагальнюючи ситуацію з ураження клінічним маститом чвертей по симентальській породі, відмічалась дещо інша картина залежно від форми запального процесу. При серозному запаленні уражалась одна чверть вим'я у 74,3 % корів, дві – у 25,1 %. Одночасне ураження трьох чвертей відмічалось у 0,6 % корів. Катаральний мастит перебігав з ураженням однієї чверті у 63,7 % корів, двох – 35,5 %, трьох – 0,9 %. Гнійно-катаральна та абсцедуюча форми обмежувались ураженням частіше однієї чверті вим'я (у 66,7 % та 90,0 % корів відповідно), рідше двох (у 33,3 % та 10,0 % відповідно). Що стосується фібринозного маститу, він перебігав частіше з ураженням двох чвертей молочної залози (у 56,9 % корів), рідше однієї (у 40,5 %) і лише у 2-х тварин (2,5 %) ураження відмічалось одночасно у трьох чвертях вим'я.

Із 948 хворих корів ураженими задні чверті вим'я були у 364 гол. (38,4 %), передні – у 265 гол. (27,9 %), одночасно задні і передні – у 319 гол. (33,6 %).

Серед корів голштинської породи серозна і катаральна форми маститу перебігали частіше з ураженням однієї чверті молочної залози, що спостерігалось у 83,6 % та 74,7 % корів відповідно, рідше двох (у 15,7 % і 24,1 %) та трьох (у 0,7 % і 1,2 % відповідно). Гнійно-катаральна та абсцедуюча форми обмежувались ураженням здебільшого однієї чверті вим'я (у 63,6 % і 75,0 % корів відповідно), рідше двох (у 36,4 % та 25,0 %). Фібринозний мастит перебігав з ураженням частіше двох чвертей молочної залози (у 60,0 % корів) і рідше однієї (у 40,0 % тварин).

При цьому із 686 голів часте ураження клінічним маститом задніх чвертей вим'я спостерігалось у 335 корів (48,8 %), рідше передніх – у 185 (26,9 %). Запалення передніх і задніх одночасно відміча-

лось у 166 корів, що складало 24,2 %.

Вищий відсоток ураження клінічно вираженим маститом задніх чвертей, на нашу думку, пов'язаний із підвищеною, порівняно з передніми чвертями, продуктивністю, а отже, і чутливістю до несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Наші спостереження дали змогу нам встановити ускладнення при клінічному маститі, що проявлялися повною або частковою атрофією молочної залози, та наслідок запального процесу, що характеризувався одужанням або індурацією уражених чвертей вим'я.

Незалежно від породи корів найбільша кількість випадків атрофії чвертей молочної залози (рис. 1) відмічалась після ураження геморагічною формою, в середньому, у 81,8 % корів, абсцедуючою – у 79,2 %, фібринозною – 73,0 % та гнійно-катаральною – 57,2 %. Після перехворювання катаральним маститом ознаки атрофії спостерігались у 21,0 % корів, серозним – лише у 2,7 % корів.

Індурація, як кінець хвороби реєструвалася також при всіх формах маститу, однак більшою мірою після фібринозної – у 26,9 % корів, абсцедуючої – 18,8 %, геморагічної – 18,2 %, гнійно-катаральної – 8,9 %. Після захворювання на серозний та катаральний мастит індурація уражених четвєртин вим'я відмічалась у 6,8 % та 4,1 % корів відповідно.

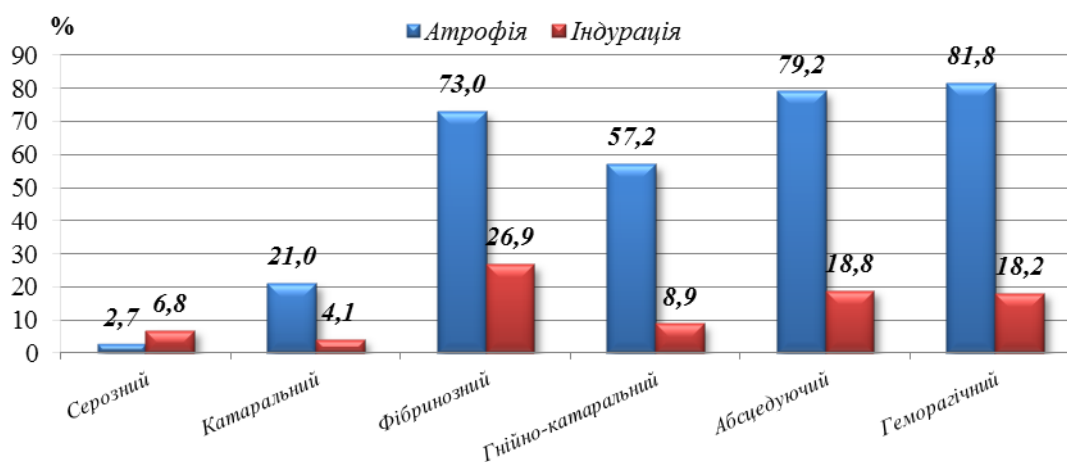


Рис. 1. Динаміка виникнення і розвитку атрофії та індурації четвєртин молочних залоз у корів після різних форм клінічного маститу

На підставі результатів досліджень щодо ускладнень після захворювання на клінічний мастит корів чорно-рябої, симентальської та голштинської порід, можемо зробити висновок, що не зважаючи на форму запального процесу, мастит переважно закінчується незворотними змінами в молочній залозі, а саме розростанням сполучної тканини, здавлюванням паренхіми, атрофією та припиненням функціонування альвеол. Усі ці процеси призводять до часткової або повної втрати молочної продуктивності, і як наслідок, вибраковки корів.

Висновки

Серед корів чорно-рябої, симентальської і голштинської порід здебільшого незалежно від форми переважало ураження клінічним маститом однієї чверті вим'я (у 85,0 %, 66,4 % та 75,8 % відповідно), рідше двох (14,6 %, 32,8 % та 23,3 %) і лише як виключення трьох (0,4 %, 0,8 % та 0,9 % відповідно). Потрібно також зазначити, що запалення частіше виникало в задніх чвертях вим'я серед корів усіх досліджених порід (49,1 %, 38,4 % та 48,8 % відповідно), рідше в передніх (35,9 %, 27,9 % і 26,9 %). Частота виникнення ускладнень маститу у вигляді атрофії та індурації залежала від рівня продуктивності тварин. Серед високопродуктивних корів симентальської та голштинської порід (надій молока 5–5,5 тис. кг) атрофія чвертей реєструвалася у середньому в 19,9 % – 19,1 % тварин відповідно, індурація – у 8,7 % та 6,6 %. У корів чорно-рябої породи з продуктивністю 4,7 тис. кг відсоток корів з ознаками атрофії та індурації чвертей складав відповідно 14,4 % та 5,8 %.

References

1. Boyko, A. V. (2003). Mastitides – kompleksnij podhod k lecheniyu I profilactike. *Veterinariya*, 11, 6–8 [in Russian].

2. Valyushkin, K. D., Kovalchuk, S. N., & Petrov, V. V. (2002). Preparat «Uberosan» dlya lecheniya korov bolnih mastitamy. *Naukoviy visnik LDAVM im. S.Z. Gjickogo*, 4 (5), 27–30 [in Russian].
3. Valchuk, O., Slepchenko, V., Borodinya, V., & Stoluk, V. (2010). Subklinichni mastity u koriv. *Veterinarna praktika*, 2, 26–28 [in Ukrainian].
4. Edmonson, P. (2013). Litniy mastit – aktualna problema molochnoho stada. *Veterinarna praktika*, 6, 38–39 [in Ukrainian].
5. Kraevskiy, A. Y., Rublenko, M. V., & Harenko, M. I. (2008). *Metodichni rekomendacii z diagnostiki, likuvannya i profilactiki mastitu u visokoproduktivnih koriv pry suchasniy technologii virobnictva moloka*. Sumy [in Ukrainian].
6. Homenko, V. I., Oksamitniy, N. K., & Stepankov, A. A. (1990). *Metodichiskie rekomendacii po profilactike, diagnostike i lecheniyu mastitov u korov*. Kyiv [in Russian].
7. Mas'lanka, T. (2006). Mastit u koriv, sprichineniy Staphylococcus aureus: etiologiya, diagnostika, control. *Veterinarna praktika*, 1, 37–39 [in Ukrainian].
8. Pidoprigora, G. I. (2002). Prichini ta licuvannya serozno-kataralnogo mastitu u koriv v umovah individualnih ta fermerskih goopodarstv. *Naukoviy visnik LDAVM im. S.Z. Gjickogo*, 4 (5), 74–78 [in Ukrainian].
9. Pudovkin, D. N. (2014). Profilactika mastita u korov v suhostoyniy period. *Veterinariya*, 10, 40–42 [in Russian].
10. Fox, L. K. (2015). Mikoplasmenniy mastit i yogo profilactika. *Veterinarna praktika*, 7, 30–36 [in Ukrainian].
11. Charenko, M. I., & Baydevlyatova, Y. V. (2009). Efectivnist metodiv terapii koriv, hvorih na serozniy mastit. *Veterinarna medicina Ukrainy*, 10, 16–19 [in Ukrainian].
12. Shabunin, S. V., Klimov, N. T., Nezhdanov, A. G., & Efanova, L. I. (2019). Aktualnye problemy terapii i profilactiki mastita u korov. *Veterinariya*, 12, 3–6 [In Russian].
13. Yablonskiy, V. A., Lyubeckiy, V. Y., & Borodinya, V. I. (2004). *Patologiya molochnoi zalozi*, 45 [in Ukrainian].
14. Gnyp, J., Maliska, T., Kamieniecki, K., & Kowalski, P. (1999). Wplyw wydajnosci mleka pierwiastek czarno-bialych na ich uzytkowosc mlecza, plodnosć i dlugosc uzytkowania w kolejnych laktacjach. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*, 44, 117–124.
15. Khan, M.Z. & Khan, A. (2006). Basic facts of mastitis in dairy animals: a review. *Pak. Vet. J.* 26, 204–208.
16. Leslie K., & Keefe, G. (1997). Decision – making in clinical mastitis therapy programmes. *Intern. Dairy federation*, 330, 21–23.
17. Malinowski, E. (2004). *Mastitis u krów*. Puławy.
18. Malinowski, E., Kłosowska, A., & Lassa, H. (2001). Variability among etiological agents of clinical mastitis in cows. *Polish J. Vet. Sciences*, 4, 41–44.
19. Shitandi, A., Anakalo, G., Galgalo, & Mwangi, T. (2004). Prevalence of bovine mastitis amongst small holder dairy herds in Kenya. *Veterinary medicine*, 59 (12), 10–11.
20. Walawcki, K. (1999). Genetic aspects of mastitis resistance in cattle. *J. appl. Genet*, 40 (2), 117–128.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Байдевятов Ю. А., Байдевятова Ю. В. Поширення маститу та особливості ураження чвертей молочної залози у корів різних порід в господарствах Сумської області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 227–231.

© Байдевятов Юрій Анварович, Байдевятова Юлія Володимирівна, 2019



original article | UDC 619:636.9:615.5 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.31

CONTROL OF ZOOPHILIC FLIES' ATTACKING DAIRY COWS IN LIVESTOCK PREMISES

A. M. Shevchenko,

ORCID ID: [0000-0002-9617-3349](https://orcid.org/0000-0002-9617-3349), E-mail: anshevch74@gmail.com,

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

*Parasitic insects are a significant problem for dairy farming in Ukraine as well as all over the world. Losses of livestock from midges in some countries can reach several million dollars. Treatment of animals with insecticides, among which the group of synthetic pyrethroids should be separately distinguished, is considered to be the most effective way to protect against midges. The aim of the paper was to study insecticidal-repellent efficacy of "Ectosan-plus^{mm}" (LLC "Brovaфарма") in different dilutions against zoophilic flies. "Ectosan-plus^{mm}" consists of two synergistic active ingredients: alfametryn (7.5 %) and piperonil-butoxide (10.5 %), and a mixture of essential oils of lemon and rose (10 %). "Ectosan-plus^{mm}" is a transparent oily liquid of yellowish color with a mild pleasant specific odor. The parasitological research on testing the impact of insecticide "Ectosan-plus^{mm}" in dilutions of 1:1000 and 1:750 on flying insects was conducted on three groups of cows. At first, the increased activity of the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, was established on the experimental farm under the following weather conditions: the average daytime air temperature was +19–21 °C, the nighttime one – +8–12 °C. It was proved that the water solution (1:750) of "Ectosan-plus^{mm}" should be used once every two days for the effective protection of dairy cows against the stable flies' attack in the farm premises. The insect repellent effectiveness (IRE) of the spray material is more than 80 %. The rate of the preparation consumption is 250 cm³ per animal. Repeated treatment of animals with the solution increases the insecticidal activity of the preparation up to three days, which indicates its probable cumulative effect. In case of a moderate or low intensity of the zoophilic flies' attack on cows, the sufficient treatment is once every three days; in case of high intensity – every two days. The water solution of "Ectosan-plus^{mm}" in the dilution of 1:1000 does not provide sufficient protection of cows during daylight time as the SF reduces to 69,0 % in 6 hours after the treatment. Throughout all the experiment period, no external signs of intoxication were detected in the test animals.*

Key words: "Ectosan-plus^{mm}", zoophilic flies, insecticide, dairy cows.

ЩОДО КОНТРОЛЮ НАПАДУ ЗООФІЛЬНИХ МУХ НА КОРІВ В УМОВАХ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

A. M. Шевченко,

Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кіндратієва, 160, м. Суми, 40021, Україна

*Паразитичні комахи є значною проблемою для молочного скотарства в Україні та світі. Найбільш ефективним способом захисту від гнусу вважається обробка тварин інсектицидами, з-поміж яких окремо необхідно виділити групу синтетичних піретроїдів. Метою роботи було вивчити інсектицидно-репелентну ефективність препарату «Ектосан-плюс^{mm}» (ТОВ «Бровафарма») в різному розведенні проти зоофільних мух. «Ектосан-плюс^{mm}» складається з двох синергічних діючих речовин: альфаметрину (7,5 %) і піпероніл-бутоксиду (10,5 %), а також суміші ефірних олій лимона і троянди (10 %). Паразитологічні дослідження щодо тестування впливу на літаючих комах інсектициду «Ектосан-плюс^{mm}» у розведенні 1:1000 і 1:750 були проведені на трьох групах корів. Попередньо в дослідному господарстві була встановлена підвищена активність *Stomoxys calcitrans* за таких погодних умов: денна середньодобова температура повітря +19–21 °C, нічна – +9–12 °C. Доведено, що у приміщеннях ферми для надійного захисту дійних корів від нападу мух-жигалок необхідно використовувати*

вати водний розчин (1:750) засобу «Ектосан-плюс^{mm}» один раз на дві доби. Коефіцієнт відлякувальної дії (КВД) робочого розчину становить вище 80 %. Норма витрати препарату – 250 см³ на тварину. Повторна обробка тварин зазначеним розчином збільшує тривалість інсектицидної дії препарату до трьох діб, що вказує на ймовірну накопичувальну дію засобу. У разі помірної чи низької інтенсивності нападу зоофільних мух на корів достатньо однієї обробки раз на три доби; за високої інтенсивності – раз на дві доби. «Ектосан-плюс^{mm}» у розведенні водою 1:1000 не забезпечує достатній захист корів протягом світлового часу доби, оскільки КВД через 6 годин після обробки знижується до 69,0 %. Упродовж всього періоду експерименту зовнішніх проявів інтоксикації не було зафіксовано у жодної з дослідних тварин.

Ключові слова: «Ектосан-плюс^{mm}», зоофільні мухи, інсектицид, дійні корови.

ОТНОСИТЕЛЬНО КОНТРОЛЯ НАПАДЕНИЙ ЗООФИЛЬНЫХ МУХ НА КОРОВ В УСЛОВИЯХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

А. Н. Шевченко,

Сумской национальный аграрный университет, ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, 40021, Украина

*Паразитические насекомые являются значительной проблемой для молочного скотоводства в Украине. Наиболее эффективным способом защиты от гнуса считается обработка животных инсектицидами. Целью работы было изучить инсектицидно-репеллентную эффективность препарата «Эктосан-плюс^{mm}» в разном разведении против зоофильных мух. Доказано, что для надежной защиты дойных коров от нападения *Stomoxys calcitrans* необходимо использовать водный раствор (1:750) «Эктосан-плюс^{mm}» один раз в двое суток. Коэффициент отпугивающего действия рабочего раствора составляет выше 75 %. Норма расхода препарата – 250 см³ на животное.*

Ключевые слова: «Эктосан-плюс^{mm}», зоофильные мухи, инсектицид, дойные коровы.

Вступ

Молочне скотарство у структурі аграрного сектору економіки України традиційно займає одне з провідних місць [1]. Однак, за даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), навіть у розвинених країнах Європи втрати від різних захворювань худоби складають 10–20 % вартості продукції тваринництва. Для країн з перехідною економікою цей показник досягає 30–40 % [4]. Певну частку збитків спричиняють паразитарні захворювання, зокрема й ентомози [10]. Конкретно від ектопаразитозів за даними FAO/ВОЗ щорічний збиток у світовому масштабі сягає 7 млрд дол. США, а у США галузь скотарства недоотримує до 608 млн дол. США прибутку [20].

Незважаючи на значну поширеність представників паразитичної ентомофауни, науковці досі не розробили єдиної глобальної стратегії боротьби з ними. Для протидії небезпечним комахам розроблені механічні, фізичні, хімічні, біологічні методи, а також стерилізація членистоногих. Утім більшою мірою повністю ліквідувати гнус у проблемних регіонах неможливо, але це потрібно постійно контролювати на місцевому рівні [19].

Зрозуміло, що застосування простих заходів боротьби з гнусом і зоофільними мухами (закупорка вікон, обробка територій ферм інсектицидами, поліпшення санітарної культури працівників) не забезпечує 100 % захисту тварин. Використання різних мухоловок і випромінюючих установок малоефективне за умови великої чисельності мух [17]. Найкраще використовувати методи безпосереднього захисту худоби від ектопаразитів за допомогою обробки волосяного покриву тварин інсектицидами й репелентами [9, 16].

Тривалий час в Україні та всьому світі основними засобами боротьби з ектопаразитами були препарати на основі фенолу, сірки і гексахлорану. Однак вони не забезпечували стійкого одужання хворих тварин, а сполуки гексахлоранового ряду відзначалися високою токсичністю. Новою ерою в боротьбі зі шкідливими комахами стало відкриття піретроїдів (Pyrethroid – PR). Так, PR 1-го покоління – ефіри хризантемової кислоти (алетрин, фуретрин, циклетрин) – фотонестабільні, але й досі мають обмежене застосування. 1960–1970 рр. після синтезу PR 2-го покоління (перметрину, дельтаметрину та циперметрину) стало можливим замінити екологічно шкідливі хлорорганічні сполуки. У подальшому були синтезовані малотоксичні PR 3-го покоління (цигалотрин, цифлутрин), які в 2,5 рази активніші за дельтаметрин [7].

Синтетичні PR – аналоги природних піретринів, які містяться в багатьох рослинах. Це контактні

або кишкові нейрогенні токсиканти, що не мають системної дії. PR деполаризують мембрани нейронів і нервових закінчень у комах, спричиняють підвищену активність та порушення координації рухів членистоногих з подальшим паралічем кінцівок і дихального центру [7, 11].

Дотепер із групи синтетичних PR часто застосовують:

- перметрин («Пірвол», «Креопір»; «Стомазан» і «Анометрин-Н») [6, 12];
- циперметрин («Цимбуш», «Парасект», «Ектопор», «Ектомін» та інші);
- дельтаметрин («Бутокс», «Дельтокс» «К-отрин») [15];
- тетраметрин (лідер цієї групи «Неостомазан»);
- цифлутрин («Байофлай пур-он», «Цифлур») [3].

Можна стверджувати, що промислове виробництво протипаразитарних препаратів, започатковане у ХХ ст., дало змогу підвищити ефективність терапії інвазійних хвороб тварин і розпочати масштабні заходи з викорінення багатьох із них [2, 8]. Водночас інсектициди кожного покоління мають певні недоліки: забруднення довкілля, низьку ефективність, токсичність, дорожнечу. Зокрема застосування інсектицидів на конкретних географічних територіях часто потребує пошуку нових профільних препаратів, основними вимогами до яких є виробництво їх згідно зі стандартами GMP, широкий спектр протипаразитарної дії, низька токсичність та екологічна безпечність [13].

Водночас існує загальна теорія залежності інсектоакарицидної активності від структури хімічної сполуки. Нині дослідники здебільшого відходять від спроб варіювання органічних радикалів, зосереджуючись на розробках альтернативних методів синтезу відомих і апробованих сполук або підборі вдалої композиції стереоізомерів (як у випадку із синтезом PR) [14]. Саме тоді терапевтична дія лікарських речовин залежать не лише від хімічної структури препаратів, але й від фізичного стану, консистенції, природи і якості допоміжних речовин, лікарської форми, технології виготовлення тощо [17]. Одним із перспективних напрямів роботи фарміндустрії є підбір допоміжних речовин або нейтральної основи для лікарських препаратів, яка повинна сприяти синергізму компонентів і гальмувати прояв небажаних властивостей, забезпечувати потрібну форму та консистенцію препарату. З цією метою застосовують силікати, поверхнево-активні речовини або рідини [6, 8]. Саме тому виникає нагальна потреба створення та всебічного вивчення дії нових (за діючими речовинами) інсектицидів.

У зв'язку з вищенаведеним метою роботи було з'ясувати інсектицидно-репелентну ефективність препарату «Ектосан-плюс™» у різних розведеннях відносно зоофільних мух.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах тваринницьких приміщень ПСП «Волинь» Рівненського району Рівненської області на трьох групах корів: двох дослідних (n=7) та контрольній (n=6). Тварини, відібрані за принципом аналогів, протягом всього експерименту залишалися у приміщенні.

Для обробок корів використовували препарат «Ектосан-плюс™» виробництва ТОВ «Бровафарма» (Україна).

«Ектосан-плюс™» – це композитний препарат з двох синергічних діючих речовин (ДР): альфаметрину (7,5 %) і піпероніл-бутоксиду (10,5 %), а також суміші ефірних олій лимона і троянди (10 %) у носіїві з органічних розчинників. Препарат має форму прозорої маслянистої рідини світло-жовтого кольору з легким приємним специфічним запахом.

Корови обох дослідних груп оброблялися робочими розчинами інсектициду о 9 годині ранці після доїння.

Для тварин першої групи було застосовано розведення «Ектосан-плюс™» водою – 1:1000, для другої – 1:750. Норма витрати розчинів становила 250 см³ на тварину. Корів другої дослідної групи на третю добу експерименту обробляли інсектицидом повторно.

Тварини контрольної групи залишалися необробленими (інтактні корови).

Ентомологічну ефективність препарату «Ектосан-плюс™» визначали за допомогою обрахунку коефіцієнта відлякувальної дії (КВД) за формулою [5]:

$$\text{КВД} = 100 - \frac{A \times B_1}{B \times A_1} \times 100,$$

де А і В – число комах відповідно на обробленій і контрольній тваринах у період дослідження; А₁ і В₁ – те ж до дослідження.

Статистичну обробку одержаного масиву даних проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення

На території дослідного господарства в осінній період були проведені щоденні спостереження за динамікою активності зоофільних мух. З-поміж виявлених комах 90 % склали мухи-жигалки (*Stomoxys calcitrans* Linnaeus, 1758), які активно нападали на тварин в умовах приміщень.

Важливу роль у масовій активності мух відігравали сприятливі погодні умови. Підвищена чисельність мух у господарстві спостерігалась у вересні: за денної середньодобової температури повітря +19–21°C та нічної – +10–12°C. Сезонне поширення зоофільних мух відбувалось, незважаючи на задовільний стан санітарної культури на території ферми. На початку дослідження перед обробкою корів інсектицидом (рис.) середня кількість *St. calcitrans* на тваринах становила $19,49 \pm 1,33$ екз. комах.



Рис. Обробка тварин розчином «Ектосан-плюс™»

Як видно з таблиці 1, із моменту застосування препарату «Ектосан-плюс™» упродовж усього часу спостережень КВД обох концентрацій препарату (1:1000 і 1:750) мав значні розбіжності.

Зафіксовані відмінності показника були вірогідними відносно даних контрольної групи ($p < 0,001$) і вказували, що робочий розчин у розведенні 1:750 суттєво збільшує термін захисту тварин від кровосисних комах. Після обробки корів першої групи достатній захисний ефект тривав тільки до 13:00 першого дня спостережень і становив 79,5 %. При цьому КВД у другій групі був вищим на 14,5 % ($p < 0,05$).

Станом на 19:00 другої доби досліджень ефективність ветеринарного препарату «Ектосан-плюс™» у першій групі знизилася до 70,7 %. Це було на 15,4 % ($p < 0,05$) нижче за результат обробки тварин цим інсектицидом у розведенні 1:750 – КВД 81,6 %.

Оскільки ефективність «Ектосан-плюс™» у розведенні 1:1000 виявилася недостатньою для захисту корів протягом світлового часу доби, подальші спостереження проводили за дією цього препарату в розведенні 1:750. У цій концентрації КВД інсектициду вище 75 % був зафіксований терміном до 8:00 третьої доби експерименту після першої обробки тварин. Таким чином, ефективність препарату «Ектосан-плюс™» була на достатньому рівні протягом 34 годин після першої обробки.

Повторне нанесення «Ектосан-плюс™» на корів другої групи здійснили після вечірнього доїння на третю добу експерименту. При цьому, КВД на вечір третьої доби зріс на 94,2 % – до 69,9 % порівняно з ранковим показником.

Подальші спостереження дозволили встановити, що впродовж 22 годин після другої обробки КВД «Ектосан-плюс™» у розведенні 1:750 досяг абсолютної 100 % інсектицидної активності. І лише з 18.00 шостої доби, тобто через 46 годин з моменту останньої обробки, КВД знизилась до 79,7 %.

Таким чином, для інсектицидного захисту дійних корів може бути рекомендоване застосування «Ектосан-плюс™» у розведенні 1:750 із нормою витрати 250 см^3 на тварину. У випадку помірної чи низької інтенсивності нападу зоофільних мух на корів достатньо однієї обробки раз на три доби, а за високої інтенсивності – один раз на дві доби.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Ефективність різних концентрацій «Ектосан-плюс™» щодо зоофільних мух (M±m)

Час проведення, доба/годин	Контрольна група, екз./тв-ну, n=6	Дослідні групи, n=7				
		перша (розведення 1:1000)		друга (розведення 1:750)		
		екз./тв-ну	КВД, %	екз./тв-ну	КВД, %	
перша	9:00	18,71±0,59	0	100	0	100
	11:00	17,43±1,49	3,86±0,80°	78,7	1,86±0,39 ^{o/*}	89,8
	13:00	21,43±1,56	4,57±0,65°	79,5	2,00±0,30 ^{o/**}	91,0
	15:00	18,14±1,3	5,86±0,54°	69,0	2,14±0,26 ^{o****}	88,7
	17:00	30,14±2,06	9,43±1,37°	70,0	3,28±0,63 ^{o/**}	89,6
	19:00	20,86±1,46	10,00±0,61°	54,0	2,14±0,56 ^{o****}	90,1
друга	11:00	17,43±1,48	7,28±0,63°	59,9	3,71±0,48 ^{o****}	79,6
	17:00	17,57±1,56	7,28±0,98°	60,2	3,28±0,52 ^{o/**}	82,1
	19:00	29,00±2,74	8,86±1,00°	70,7	5,57±0,95 ^{o/*}	81,6
третя	8:00	1,71±0,33	–	–	1,14±0,26	36,0
	18:00	26,00±1,52	–	–	8,14±0,54°	69,9
четверта	18:00	26,86±1,76	–	–	–	100
п'ята	8:00	3,71±0,37	–	–	–	100
	18:00	23,00±4,11	–	–	3,00±0,30°	87,4
шоста	18:00	27,00±1,07	–	–	5,71±0,37°	79,7

Примітка: 1. ° – $p < 0,001$ порівняно з даними контрольної групи; 2. * – $p < 0,05$; 3. ** – $p < 0,01$; 4. *** – $p < 0,001$ порівняно з даними дослідної групи.

Слід зазначити, що впродовж всього періоду експерименту зовнішніх проявів інтоксикації не було зафіксовано у жодної з дослідних тварин.

Підсумовуючи проведені дослідження, можна стверджувати, що водний розчин (1:750) лікарського засобу «Ектосан-плюс™» з репелентним ефектом може бути рекомендований до широкого практичного застосування та захисту дійних корів від зоофільних мух в умовах тваринницьких приміщень. Це дасть змогу попередити небезпеку виникнення інфекційних та інвазійних хвороб, що поширюють мухи, як біологічні та резервуарні переносники багатьох збудників [2, 15].

Висновки

Ефективність (КВД) водного розчину (1:750) ветеринарного препарату «Ектосан-плюс™» після першої обробки корів в умовах тваринницьких приміщень від нападу мух роду *Stomoxys* перевищує 80 %. Дія препарату за одноразового нанесення триває 34 години при витраті 250 см³/тварину. Щоденна обробка тварин зазначеним розчином збільшує тривалість інсектицидної дії «Ектосан-плюс™» до трьох діб, що вказує на ймовірну накопичувальну дію засобу. Отже, для захисту великої рогатої худоби від нападу зоофільних мух доцільно застосовувати розчин «Ектосан-плюс™» у розведенні 1:750 один раз на дві доби за умови інтенсивного нападу комах та однократно, з інтервалом три доби, за помірної чи низької активності мух.

Перспективи подальших досліджень. У подальших наших дослідженнях планується провести широке виробниче випробування серійної партії препарату «Ектосан-плюс™» щодо волосодів *Bovicola bovis*. Встановити вплив на молочну продуктивність інвазованих *B. bovis* корів лікувальних обробок цим засобом.

References

1. Hutsul, T. A. (2011). Efektyvnist ta perspektyvy rozvytku molochnoho skotarstva v Ukraini. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu*, 1, 40–46 [In Ukrainian].
2. Domatskyi, V. N. (2018). Zashchita krupnogo rogatogo skota ot parazitov. *Nauchnyy almanah*, 7 (1), 237–239. doi:10.17117/na.2018.07.01.237 [In Russian].
3. Kvichko, L. I., Abramov, V. E. & Panfilova, M. N. (2011) Effektivnost preparata na osnove tsiflutrina protiv zoofilnykh muh. *Teoriya i praktika parazitarnykh bolezney zhivotnykh*, 12, 239–240 [In Russian].
4. Nychyk, A. V. (2009). *Orhanizatsiino-ekonomichni osnovy veterynarnoho obsluhovuvannia silskohospodarskykh pidpriemstv*. Sumy: Sobor [In Ukrainian].
5. Pavlov, S. D. & Pavlova, R. P. (1982) *Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu insektitsidnykh preparatov*. Moscow: VASHNIL [In Russian].
6. Pyatakova, S. A. (1998). *Gotovyie lekarstvennyie formy*. Kharkov: Feniks [In Russian].
7. Tkachev, A. V. (2004). Piretroidnyie insektitsydy – analogi prirodnykh zaschitnykh veschestv rasteniy. *Sorosovskiy obrazovatelnyiy zhurnal*, 2 (8), 56–63 [In Russian].
8. Chuieshov, V. I., Khokhlova, L. M., Liapunova, O. O., Saiko, O. V., Hladukh, Ye. V., Yehorov, I. A., Rybachuk, D. B., Pashniev, P. D. & Bohuslavskaya, L. I. (2003). *Tekhnolohiia likiv promyslovoho vyrobnytstva*. Kharkiv: Zoloti storinky [In Ukrainian].
9. Allan, B. F., Keesing, F. & Ostfeld, R. S. (2003). Effect of forest fragmentation on Lyme disease risk. *Conservation Biology*, 17 (1). 267–272. doi:10.1046/j.1523-1739.2003.01260.
10. Almazan, G. C., Castillo, S. S. & Loreda, O. J. (2001). Dinamica poblacional de *Haematobia irritans* en un hato de bovinos de Soto la Marina, Tamaulipas, Mexico. *Veterinaria-Mexico*, 2 (32), 149–152.
11. Anziani, O. S., Zimmermann, G., Guglielmo, A. A., Forchieri, M. & Volpogni, M. M. (2000). Evaluation of insecticide ear tags containing ethion for control of pyrethroid resistant *Haematobia irritans* (L.) on dairy cattle. *Veterinary Parasitology*, 1/2 (91), 147–151. doi:10.1016/S0304-4017(00)00254-5.
12. DeRouen, S. M. & Foil, L. D. (2000). Efficacy of doramectin 0,5 % w/v pour-on for control of the horn fly, *Haematobia irritans*. *Veterinary Parasitology*, 4 (90), 327–331.
13. Felipe-Bauer, M. L., Cáceres, A., Santos da Silva, C., Valderrama-Bazan W., Gonzales-Perez, A. & Costa, J. M. (2008). New records of *Culicoides Latreille* (Diptera: Ceratopogonidae) from Peruvian Amazonian Region. *Biota Neotropica*, 8 (2), 34–38. doi:10.1590/S1676-06032008000200002.
14. Katsuda, Y. (1999). Development of and future prospects for pyrethroid chemistry. *Pesticide Science*, 55, 775–782. doi:10.1002/(SICI)1096-9063(199908)55:8.
15. Kulkarni, P. D., Danayat, S. V., Potdar, P. M. & Mujumdar, K. A. (1992). Control of lice infestation in dairy cattle with deltamethrin (Butox). *Indian Veterinary Journal*, 69 (12), 1129–1130.
16. Rachel, S. M., Roger, D. M., Marcia, R. H. & Krishona, L. M. (2018). Effectiveness of Stable Fly Protectants on Adult Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 69, 11–15. doi:10.1016/j.jevs.2018.06.002.
17. Sharge, L., Wu-Pong, S. & Andrew, B. C. (2012). *Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics : Sixth Edition*. USA : The McGraw-Hill Companies.
18. Strycharz, J. P., Yoon, K. S. & Clark, J. M. (2008). A new ivermectin formulation topically kills permethrin-resistant human head lice (Anoplura : Pediculidae). *Journal of Medical Entomology*, 45 (1), 75–81. doi:10.1603/0022-2585(2008)45.
19. Stubbs, A. & Drake, M. (2001). British Soldierflies and Their Allies: A Field Guide to the Larger British Brachycera. *British Entomological & Natural History Society*.
20. Taylor, D. B., Moon, R. D. & Mark, D. R. (2012). Economic impact of stable flies (Diptera: Muscidae) on dairy and beef cattle production. *Journal of Medical Entomology*, 49 (1), 198–209. doi:10.1603/me10050.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шевченко А. М. Щодо контролю нападу зоофільних мух на корів в умовах тваринницьких приміщень. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 232–237.

© Шевченко Анатолій Миколайович, 2019



original article | UDC 546.72 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.32

CUMULATIVE PROPERTIES OF FERRUM(IV) CLATHROCHELATE IN RATS

V. B. Dukhnitsky,

ORCID ID: [0000-0002-9670-124](https://orcid.org/0000-0002-9670-124), E-mail: dukhnitskyi_vb@nubip.edu.ua,

I. M. Derkach,

ORCID ID: [0000-0002-0149-7923](https://orcid.org/0000-0002-0149-7923), E-mail: Irina1215@ukr.net,

S. S. Derkach,

ORCID ID: [0000-0002-6174-1377](https://orcid.org/0000-0002-6174-1377), E-mail: Derkach2709@ukr.net,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

I. O. Fritsky,

ORCID ID: [0000-0002-1092-8035](https://orcid.org/0000-0002-1092-8035), E-mail: ifritsky@univ.kiev.ua,

M. O. Plutenko,

ORCID ID: [0000-0002-9369-0711](https://orcid.org/0000-0002-9369-0711), E-mail: ifritsky@univ.kiev.ua,

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64, Volodymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine

In the system of toxicometric indices it is extremely important to establish the degree of danger of preparations' chronic effects (cumulative properties) at low intensity of exposure. Such investigations of heavy metal compounds are particularly necessary because, as it is known, they have a pronounced cumulative capacity. The purpose of the research was to study the cumulative properties of high valency ferrum – IV in the form of clathrochelate. Experimental and control groups of white rats were formed for the research, each consisting of 6 animals. Aqueous solution of ferrum (IV) clathrochelate in the amount of 5 ml was administered daily, internally with a metal probe. Animals of the experimental group received the dose starting from 500 mg/kg of body weight, which made 1/10 of the maximum dose. Every four days, the dose of ferrum (IV) clathrochelate was increased by 1.5 times. Animals of the control group were administered isotonic sodium chloride solution in the volume of 5 ml. As a result of the conducted studies, the cumulative index of the investigated complex was determined and it made 6.88 units, which showed its weakly expressed cumulative activity. The control of the body weight change dynamics was made during 24 days of daily administering ferrum (IV) clathrochelate in increasing dosage; at first the body weight increased, and from the 12th day it decreased in comparison with the control group. It was found that the relative coefficient of the heart weight decreased significantly – by 22.7 % ($p < 0.01$), and the relative coefficients of the liver and kidneys weight increased by 22.0 % ($p < 0.01$) and 24 % ($p < 0.05$), correspondingly, as compared with the control. The relative coefficient of the spleen weight decreased by 41% in comparison with the control group, it is probably explained by the development of atrophic processes in this organ. Ferrum (IV) clathrochelate stimulated hemocytopenesis, which was manifested by increasing the number of erythrocytes, but decreasing hemoglobin levels ($p < 0.001$) and the hematocrit index in animals of the experimental group by 22.7 % and 10 % respectively, as compared with those in the control animal group. In this case, the number of leukocytes decreased by almost 39.0 %, indicating the presence of inflammatory or other pathological processes in the body of rats of the experimental group. The obtained results of blood serum biochemical studies indicated the inhibition of protein synthesizing function in the body of rats, which was confirmed by the indices of alkaline phosphatase activity and the content of total protein and albumins. Glycogenolysis stimulation was established, as glucose index in the blood serum of rats increased by 36.6 % as compared with the control. The increasing of the creatinine content by 8.6 % indicated minor renal dysfunction. Changes in the indices reflecting the functional state of many organs and systems in the body, such as the activity of aspartate and alanine aminotransferases and urea, have not been established. Also, the content of calcium and phosphorus in the blood serum of rats were unchanged. The foregoing information points to material cumulation as its variety, which is typical for heavy metal cumulation.

Key words: *ferrum clathrochelate, cumulation, coefficient of internal organs, hematological indices, biochemical indices, rats.*

КУМУЛЯТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛАТРОХЕЛАТУ ФЕРУМУ(IV) В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ

В. Б. Духницький, І. М. Деркач, С. С. Деркач,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

І. О. Фрицький, М. О. Плутенко,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 60, м. Київ, 01033, Україна

У системі токсикометричних показників надзвичайно важливим є встановлення ступеня небезпеки хронічної дії препаратів (кумулятивних властивостей) за умови низької інтенсивності впливу. Особливо необхідними є такі дослідження для сполук важких металів, оскільки, як відомо, вони мають виражену кумулятивну здатність. Метою дослідження було вивчення кумулятивних властивостей Феруму з високою валентністю – IV у формі клатрохелату. Для досліджень було сформовано дослідну і контрольну групи білих щурів по 6 тварин у кожній. Водний розчин клатрохелату Феруму(IV) в об'ємі 5 мл вводили щоденно внутрішньо за допомогою металевого зонда. Тваринам дослідної групи введення препарату починали з дози 500 мг/кг маси тіла, що становило 1/10 частину від максимальної дози. Через кожні чотири доби дозу клатрохелату Феруму(IV) збільшували у 1,5 рази. Тваринам контрольної групи вводили ізотонічний розчин натрію хлориду об'ємом 5 мл. У результаті проведених досліджень було встановлено індекс кумуляції досліджуваного комплексу, який становить 6,88 одиниць, що вказує на його слабо виражену кумулятивну активність. Контроль за динамікою змін маси тіла тварин упродовж 24 діб засвідчив, що за умови щоденного введення клатрохелату Феруму(IV) у наростаючій дозі спочатку їх маса тіла зростає, а з 12 доби знижується порівняно з контролем. Не виявлено значних відхилень коефіцієнтів відносної маси печінки, нирок і серця, однак відносний коефіцієнт маси селезінки знизився на 41 % порівняно з контролем, що пояснюється ймовірно розвитком атрофічних процесів у цьому органі. Клатрохелат Феруму(IV) стимулює впливав на гемоцитопоез, що проявлялося збільшенням кількості еритроцитів, проте на фоні зниження рівня гемоглобіну ($p < 0,001$) та показника гематокриту у тварин дослідної групи, відповідно на 22,7 % та 10 % порівняно з показниками у тварин контрольної групи. У цьому разі кількість лейкоцитів зменшувалася майже на 39,0 %, що вказувало на наявність запальних або інших патологічних процесів в організмі щурів дослідної групи. Отримані результати біохімічних досліджень сироватки крові вказували на пригнічення протеїнсинтезувальної функції в організмі щурів, підтвердженням чого є показники щодо активності лужної фосфатази та вміст протеїну загального і альбумінів. Встановлено стимуляцію глікогенолізу, оскільки показник глюкози в сироватці крові щурів зростав на 36,6 % порівняно з контролем. Зростання вмісту креатиніну на 8,6 % засвідчує про незначні порушення функції нирок. Змін показників, що відображають функціональний стан роботи багатьох органів та систем в організмі, таких як активність аспартат- та аланінамінотрансфераз і сечовини нами не встановлено. Також вміст Кальцію та Фосфору в сироватці крові щурів не змінювався. Вищевказане вказує на матеріальну кумуляцію як її різновид, що є характерним для кумуляції важких металів.

Ключові слова: клатрохелат Феруму, кумуляція, коефіцієнт внутрішніх органів, гематологічні показники, біохімічні показники, щурі.

КУМУЛЯТИВНЫЕ СВОЙСТВА КЛАТРОХЕЛАТА ФЕРУМА(IV) В ОРГАНИЗМЕ КРЫС

В. Б. Духницький, И. М. Деркач, С. С. Деркач,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина

И. О. Фрицкий, М. А. Плутенко,

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ул. Владимирская, 30, г. Киев, 01601, Украина

В системе токсикометрических показателей чрезвычайно важным является установление степени опасности хронического действия препаратов (кумулятивных свойств) при низкой интенсивно-

сти воздействия. Особенно необходимы такие исследования для соединений тяжелых металлов, поскольку, как известно, они обладают выраженной кумулятивной способностью. Целью исследования было изучение кумулятивных свойств железа с высокой валентностью – IV в форме клатрохелата. В результате проведенных исследований был установлен индекс кумуляции исследуемого комплекса, который составляет 6,88 единиц, что указывает на незначительно выраженную кумулятивную активность. Контроль в течение 24 суток за динамикой изменений массы тела животных, анализ показателей относительных коэффициентов масс внутренних органов, морфологических и биохимических изменений в крови и сыворотке крови белых крыс под влиянием клатрохелата Ферума(IV) свидетельствуют о его токсическом влиянии и указывают на материальную кумуляцию исследуемого комплекса.

Ключевые слова: клатрохелат Ферума, кумуляция, коэффициент внутренних органов, гематологические показатели, биохимические показатели, крысы.

Вступ

Визначення ступеня кумулятивної активності нових ветеринарних лікарських засобів є одним із найважливіших етапів проведення доклінічних досліджень. Для розуміння патогенезу інтоксикації, що є основою гострих і хронічних отруєнь, необхідно визначити здатність препарату накопичуватися в органах чи тканинах організму. З іншого боку, дослідження кумулятивних властивостей дає змогу за короткий проміжок часу встановити потенційну можливість лікарських засобів спричиняти хронічне отруєння та визначити гранично допустимі дози досліджуваних препаратів [3].

Поняття про кумуляцію пов'язане з формуванням токсичного ефекту за умови повторного прийому ліків у терапевтичних дозах. З традиційного клініко-фармакологічного погляду кумуляція означає сумачію дії повторних доз, коли наступна доза речовини потрапляє в організм раніше, ніж закінчується дія попередньої. Так само з метою виявлення кумулятивних властивостей хімічних сполук найбільш розповсюдженим методом є інтегральний та відносно простий біологічний метод, який дозволяє здійснювати кількісну оцінку кумулятивних властивостей досліджуваних продуктів. У цьому разі визначають такий критерій як коефіцієнт кумуляції – відношення сумарної дози, яка спричиняє визначений ефект за умови багаторазового її введення до величини дози, що спричиняє цей же ефект за умови одноразового введення [3, 4].

Аналіз таких вищезазначених характеристик лікарських речовин, що є важкими металами або містять їх у своєму складі, є необхідним, адже відомо, що важкі метали мають виражену кумуляцію в організмі тварин та людини.

На сьогодні загальновідомо та широко досліджено значення та вплив на організм Феруму в низьких валентностях, зокрема у дво- та тривалентному стані [8, 10, 18]. Останніми десятиріччями набуло актуальності дослідження властивостей високовалентного Феруму. Встановлено, що у природі четвертий за кількістю елемент земної кори у низькомолекулярних сполуках трапляється як нативний метал та у стабільних комплексах. Водночас сполуки високовалентного Феруму не утворюються у навколишньому середовищі спонтанно [7, 9, 11, 19].

Протягом останніх 20 років було досягнуто великого прогресу в галузі розробки таких сполук, зокрема розроблено чимало комплексів високовалентного Феруму, що містять різні родини лігандів, та успішно використано їх як модельні сполуки для імітації ензимних активних центрів та як каталізатори різноманітних окисно-відновних процесів [7, 9, 17].

Tomun, S. et al. (2017) описали водорозчинні комплекси клатрохелатів Феруму (IV), які можуть існувати невизначено довго в умовах навколишнього середовища без будь-яких ознак руйнування як у твердому стані, так і в розчині. Крім того, це перші приклади стабільних сполук високовалентного Феруму, що спонтанно утворюються внаслідок окиснення низьковалентних форм Феруму у воді [20].

Останнім часом до таких фератів(IV) привернута увага науковців у різних сферах [7, 9, 11, 17, 20]. Зокрема в галузі фармакології та токсикології нами досліджено гостру токсичність клатрохелатів Феруму(IV) для організму білих мишей [1].

Актуальність дослідження таких сполук зумовлена насамперед з розробкою нових протианемічних засобів [12, 15, 16, 19]. Як в Україні, так і у світі це пояснюється проблемою профілактики анемії та лікування тварин під час цієї хвороби [5, 10, 12, 13, 14, 21].

Сучасні протианемічні ветеринарні лікарські засоби у своєму складі містять загалом Ферум(III) у комплексі з декстраном [2]. Доклінічні дослідження Феруму з вищою валентністю – IV – з метою створення протианемічних препаратів для тварин нині тривають.

Тому *метою* наших досліджень було вивчення кумулятивних властивостей клатрохелату Феруму(IV) в організмі білих щурів. *Завданнями* досліджень було встановити зміни маси та відносних коефіцієнтів маси внутрішніх органів, морфологічних та біохімічних показників крові за впливу клатрохелату Феруму(IV).

Матеріали і методи досліджень

Кумулятивні властивості досліджуваної речовини вивчали на білих щурах двохмісячного віку масою тіла 200–300 г. Для визначення ступеня кумуляції використовували тест-метод «субхронічної токсичності» за К. С. Лімом зі співавторами в модифікації К. К. Сидорова [3, 4].

Було сформовано дослідну і контрольну групи щурів по 6 тварин у кожній. Щурам дослідної групи внутрішньо за допомогою металевого зонду щоденно вводили водний розчин клатрохелату Феруму(IV) у дозі 500 мг/кг. Об'єм розчину становив 5 мл. Через кожні чотири доби дозу клатрохелату Феруму(IV) збільшували у 1,5 рази. Тваринам контрольної групи вводили ізотонічний розчин натрію хлориду в об'ємі 5 мл.

Упродовж усього періоду експерименту за тваринами здійснювали спостереження та враховували загальний стан, характер і ступінь активності, координацію рухів, наявність тремору, судом, парезів, паралічів, виділень з очей, носа, зміну кольору шкірних покривів та апетиту. Щурів також зважували та відмічали зміни їх маси.

Коефіцієнт кумуляції вираховували за формулою, запропонованою Ю. С. Каганом і В. В. Станкевичем [3, 4]:

$$K_{\text{кум}} = DL_{50n} : DL_{50l}$$

де $K_{\text{кум}}$ – коефіцієнт кумуляції;

DL_{50n} – середні летальні дози за n – разового введення;

DL_{50l} – середні летальні дози за одноразового введення.

Сумарну середню дозу для однієї дослідної тварини визначали за методом К. К. Сидорова [3, 4].

Для визначення відносних коефіцієнтів маси внутрішніх органів, проведення морфологічних та біохімічних досліджень на 24 добу експерименту, за умов легкого ефірного наркозу проводили евтаназію тварин (згідно з нормами біоетики) [6]. Відбір проб біологічного матеріалу проводили з урахуванням «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Україна, 2001) та згідно з положеннями Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин (Strasbourg: Council of Europe 18.03.1986). Визначення морфологічних та біохімічних показників крові і сироватки крові проводили загальноприйнятими методами. Отримані результати обробляли статистично визначенням середніх величин, достовірного інтервалу за наявного рівня значимості $p > 0,05$ з урахуванням критерія Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Під час дослідження кумулятивних властивостей клатрохелату Феруму(IV) тест-методом «субхронічної токсичності» упродовж усього періоду дослідження загибелі тварин дослідної групи не було.

Необхідно зазначити, що тварини дослідної групи були активними, добре поїдали корм, волосся було густим, блискучим та добре прилягало до тіла. Шкіра була еластичною, блідо-рожевого кольору, запах – властивий тваринам цього виду. Слизові оболонки ротової та носової порожнин блискучі, блідо-рожевого кольору, секреція збережена. Будь-яких змін у поведінці та зовнішньому вигляді не виявляли.

Сумарна середня введена доза (DL_{50n}) для одного щура протягом усього експерименту становила:

$$DL_{50n} = (500 \cdot 4) + (750 \cdot 4) + (1100 \cdot 4) + (1700 \cdot 4) + (2500 \cdot 4) + (3750 \cdot 4) = 34400 \text{ мг/кг маси тіла.}$$

Згідно з формулою, коефіцієнт кумуляції ($K_{\text{кум}}$) становить: $K_{\text{кум}} = 34400 : 5000 = 6,88$ одиниць.

Отже, за визначення кумулятивних властивостей клатрохелату Феруму(IV) в організмі щурів встановлено, що коефіцієнт кумуляції становив більше 6,88 одиниць, що вказувало на його слабо виражені кумулятивні властивості [1].

Протягом усього періоду дослідження визначали зміни маси тіла щурів дослідної та контрольної груп.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1. Динаміка маси тіла білих щурів за застосування клатрохелату Феруму(IV) ($M \pm m, n=6$)

Група тварин	Маса тіла, г						
	На початок дослідю	На 4 добу	На 8 добу	На 12 добу	На 16 добу	На 20 добу	На 24 добу
Контрольна	290,67± 0,95	291,83± 1,28	295,5± 1,34	296,67± 1,61	298,67± 0,71	301,33± 0,61	304,83± 1,3
Дослідна	293,67 0,95*	294,67± 1,15	296,33± 1,94	294,83± 0,98	290,50± 2,59	284,00± 0,86***	282,83± 1,78***

Примітка: ступінь вірогідності – * – $p < 0,01$, ** – $p < 0,001$, *** – $p < 0,001$.

Контроль за динамікою змін маси тіла тварин дослідної групи впродовж 24 діб засвідчив, що за умови щоденного введення клатрохелату Феруму(IV) у наростаючій дозі спочатку маса тіла зростає, а з 12 доби поступово знижується порівняно з контролем.

Для виявлення здатності препарату нагромаджуватися в органах та тканинах проводили визначення відносних коефіцієнтів маси внутрішніх органів. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

2. Відносні коефіцієнти маси внутрішніх органів білих щурів за застосування клатрохелату Феруму(IV) ($M \pm m, n=6$)

Орган	Групи тварин	
	I (контрольна)	II (дослідна)
Печінка	3,36±0,15	4,10 ± 0,07**
Серце	0,44±0,01	0,34 ± 0,01**
Нирки	0,85 ± 0,02	1,12 ± 0,05*
Селезінка	0,48±0,05	0,28 ± 0,01

Примітка: ступінь вірогідності – * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

Проведений аналіз відносної маси внутрішніх органів до кінцевої маси тіла тварин за 24-х добового введення клатрохелату Феруму(IV) у зростаючих дозах виявив відхилення відносних коефіцієнтів маси печінки, нирок і серця: порівняно з контролем вірогідно зменшився на 22,7 % ($p < 0,01$) коефіцієнт маси серця, а зросли на 22,0 % ($p < 0,01$) та 24 % ($p < 0,05$) печінки та нирок відповідно.

Потрібно зазначити, що відносний коефіцієнт маси селезінки щурів досліджуваної групи зменшився на 41 % порівняно з контролем. Таке найбільш часто спостерігають при інтоксикаціях хімічними речовинами і пояснюють атрофічними процесами в цьому органі та гемолітичними явищами.

В основі біологічної дії хімічних факторів полягають зміни морфологічних показників крові та біохімічних показників сироватки крові. Їх дослідження включають аналіз даних, які відображають функціональний стан усіх систем організму, так і окремих органів, що дуже важливо для визначення органу-мішені.

За визначення морфологічних показників отримали дані, що наведені в таблиці 3.

3. Уміст гемоглобіну та морфологічні показники крові щурів через 24 доби після введення розчину клатрохелату Феруму(IV) ($M \pm m, n=6$)

Показник	Група тварин	
	I (контрольна)	II (дослідна)
Гемоглобін, г/л	147,0±2,80	113,7±1,67***
Гематокрит, %	45,9±0,16	41,3±0,53
Еритроцити, Т/л	7,0±0,24	7,7 ± 0,18
Лейкоцити, г/л	10,8 ± 0,74	6,6 ± 0,40***
Базофіли, %	0,7±0,21	0,7±0,21*
Еозинофіли, %	4,2±0,40	4,5 ± 0,76
Нейтрофіли, %	25,1±1,95	44,0±2,21***
Лімфоцити, %	58,5 ± 1,18	76,0 ± 0,58***
Моноцити, %	3,5±0,43	2,0±0,37*

Примітка: ступінь вірогідності – * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Як видно з даних таблиці 3, застосування клатрохелату Феруму(IV) стимулювало функціональний стан кісткового мозку, що проявлялося збільшенням кількості еритроцитів на 9,6 %. Проте виявлена тенденція до еритроцитопоезу спостерігалася на фоні зниження рівня гемоглобіну ($p < 0,001$) та показника гематокриту у тварин дослідної групи відповідно на 22,7 % та 10 % порівняно з показниками у тварин контрольної групи. Також кількість лейкоцитів зменшувалася на 38,9 %, що вказує на розвиток запальних або інших патологічних процесів в організмі щурів дослідної групи.

Проте за підрахунком лейкограми встановлено, що кількість базофілів та еозинофілів перебувала в межах фізіологічних значень, але в цьому разі збільшення кількості нейтрофілів та лімфоцитів і зменшення кількості моноцитів.

Результати біохімічних досліджень сироватки крові щурів наведені в таблиці 4.

4. Біохімічні показники сироватки крові щурів через 24 доби після введення розчину клатрохелату Феруму(IV) ($M \pm m$, $n=6$)

Показник	Група тварин	
	I (контрольна)	II (дослідна)
Протеїн загальний, г/л	70,41±1,16	55,62±0,26***
Альбуміни, %	41,67±1,54	24,08 ± 0,26
Глюкоза, ммоль/л	6,88±0,21	9,40±0,51**
АлАТ, ммоль/(год · л)	0,43±0,03	0,46±0,03
АсАТ, ммоль/(год · л)	1,0±0,06	1,07±0,05
ЛФ, ммоль/(год · л)	3,25±0,21	5,53±0,28***
Креатинін, мкмоль/л	76,52±1,09	83,10±0,97
Сечовина, ммоль/л	7,44±0,50	7,35±0,56
Кальцій, ммоль/л	2,54±0,14	2,50±0,11
Фосфор, ммоль/л	1,68±0,07	1,73±0,05

Примітка: ступінь вірогідності – * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Отримані нами результати біохімічних досліджень сироватки крові вказували на пригнічення протеїнсинтезувальної функції в організмі щурів. Показник протеїну загального вірогідно знижувався на 21 % порівняно з контролем. До того ж ступінь гіпопротеїнемії є показником тяжкості перебігу процесу в печінці. Фракційний склад протеїнів відображав зниження адаптаційної здатності та резистентності організму. Рівень альбумінів у сироватці крові щурів контрольної групи був у 1,7 разів менше, ніж у контролі.

Про інтенсивність обміну білків у різних тканинах засвідчують також показники активності амінотрансфераз, які переносять аміногрупи від аміно- до кетокислот, а також лужної фосфатази, яка бере участь у синтезі білка та відображає функціональну здатність печінки та інших органів. Переважне підвищення аланінової трансамінази спостерігається частіше за ураження печінки, зокрема і за безсимптомного перебігу патології, а аспарагінової – за ураження серця. У проведеному нами експерименті встановлено, що активність аспартат- та аланінамінотрансферази в сироватці крові щурів дослідної групи залишалися без змін порівняно з такими у тварин контрольної групи, а активність лужної фосфатази зростала в 1,7 разів ($p \leq 0,001$). Пригнічення протеїнсинтезувальної функції печінки часто корелює із зниженням у крові вмісту загального протеїну. Підтвердженням цього є отримані нами результати щодо активності лужної фосфатази та змін рівня загального протеїну.

Стан глікогентрансформуючої функції печінки ґрунтується на її здатності синтезувати з глюкози глікоген та розщеплювати його за необхідності з утворенням глюкози. Процеси синтезу та розпаду глікогену, крім печінки, регулюються центральною нервовою системою, підшлунковою залозою, гормонами гіпофіза, наднирників. Стан обміну вуглеводів оцінювали за вмістом глюкози в сироватці крові. Встановлено, що даний показник у сироватці крові щурів зростав на 36,6 % ($p \leq 0,01$) порівняно з контролем.

Незначне зростання креатиніну на 8,6 % свідчить про порушення функції нирок, а також, можливо, про знижене використання амінокислот для відновлення пошкоджених тканин токсичними сполуками на фоні підвищення їх використання для енергетичних потреб організму.

Змін показників, що характеризують функціональний стан багатьох інших органів та систем організму, таких як вміст сечовини, Кальцію та Фосфору нами не відмічено.

Отже, визначаючи кумулятивні властивості клатрохелату Феруму(IV) методом-тестом «субхронічної токсичності» встановлено, що коефіцієнт кумуляції становить 6,88 одиниць (загибель тварин не відмічено). Спостерігалися відповідні зміни маси тіла щурів дослідної групи, коефіцієнтів відносної маси їх внутрішніх органів, морфологічних та біохімічних показників крові порівняно з такими у тварин контрольної групи, які вказували на зміну функціонального стану органів та систем організму, що пояснюється належністю Феруму до групи важких металів та властивою їм матеріальною кумуляцією.

Висновки

Клатрохелат Феруму(IV) має слабо виражені кумулятивні властивості, а коефіцієнт кумуляції становить 6,88 одиниць. Контроль за динамікою змін маси тіла тварин упродовж 24 діб засвідчив, що за умови щоденного введення клатрохелату Феруму(IV) у наростаючій дозі спочатку маса тіла щурів зростає, а з 12 доби знижується порівняно з контролем. Виявлено вірогідне зменшення на 22,7 % ($p < 0,01$) відносного коефіцієнту маси серця та зростання на 22,0 % ($p < 0,01$) та 24 % ($p < 0,05$) відповідно відносних коефіцієнтів маси печінки і нирок порівняно з контролем. Відносний коефіцієнт маси селезінки значно зменшився – на 41 % порівняно з контролем, що пояснюється ймовірно розвитком атрофічних процесів у цьому органі та гемолітичними явищами.

Клатрохелат Феруму(IV) стимулює впливав на еритроцитопоез, що проявлялося збільшенням кількості еритроцитів на 9,6 % порівняно з контролем. Встановлено зниження рівня гемоглобіну ($p < 0,001$) та показника гематокриту у тварин дослідної групи відповідно на 22,7 % та 10 % порівняно з показниками у тварин контрольної групи. Кількість лейкоцитів у крові тварин дослідної групи зменшувалася на 38,9 %, що вказувало на наявність запальних або інших патологічних процесів в організмі.

Отримані нами результати біохімічних досліджень сироватки крові щурів дослідної групи вказували на пригнічення протеїнсинтезувальної функції в їх організмі, підтвердженням чого є дані щодо зниження рівня протеїну загального і альбумінів та показники активності лужної фосфатази. Проте спостерігалася стимуляція глікогенолізу, оскільки показник глюкози в сироватці крові щурів дослідної групи зростав на 36,6 % порівняно з контролем. Незначне зростання вмісту креатиніну на 8,6 % свідчить про невиражені порушення функції нирок.

Вищеокреслене вказує на матеріальну кумуляцію, як її різновид, характерний для важких металів.

Перспективи подальших досліджень. Для більш повної токсикологічної характеристики клатрохелату Феруму(IV) доцільно провести дослідження щодо його впливу на інші показники обміну речовин в організмі тварин.

References

1. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Plutenko, M. O., Fritsky, I. O., & Derkach, S. S. (2018). Vyznachennja parametriv gostroi toksychnosti ferumu (IV) na bilyh myshah. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 308–312. doi: 10.15421/2018_343 [in Ukrainian].
2. Derkach, I. (2017). Suchasni tendencii na vitchyznjanomu rynku ferumvmisnyh preparativ dlja tvaryn. *Naukovyj visnyk Lvivskogo nacionalnogo universytetu veterynarnoi medycyny ta biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 19 (78), 23–25. doi: 10.15421/nv1vet7805 [in Ukrainian].
3. Kocjumbas, I. (2006). *Doklinichni doslidzhennja veterynarnyh likarskyh zasobiv*. Lviv. Triada pljus [in Ukrainian].
4. Kosenko M. V., Malyk, O. G., & Kocjumbas, I. J. (1997). *Toksykologichnyj kontrol novyh zasobiv zahystu tvaryn: metodychni rekomendacii*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Batrakov, A., Travkin, O., & Jakovleva, E. (2005). Profilaktika alimentarnoj anemii u porosjat. *Veterinarija*, 12, 44–45 [in Russian].
6. *Commission of the European Communities: Council Directive of 18 December 1986 on the Laws, regulating the Application of Principles of Good Laboratory Practice and the Verification of Their Applications for Tests on Chemical Substances (87/18/EEC)* (1991). The Rules Governing Medicinal Products in the European Community. 1, 145–146.
7. Collins, J. (2002). TAML oxidant activators: a new approach to the activation of hydrogen peroxide for environmentally significant problems. *Accounts of Chemical Research*, 35 (9), 782–790. doi: 10.1021/ar010079s.
8. Dos Santos Vieira, D. A., Hermes Sales, C., Galvão Cesar, C. L., Marchioni, D. M., & Fisberg, R. M. (2018). Influence of haem, non-haem, and total iron intake on metabolic syndrome and its components: a population-based study. *Nutrients*. 10 (3), 314. doi: 10.3390/nu10030314.

9. England, J., Bigelow, O., Katherine, M., Heuvelen, V., Farquhar, E., Martinho, M., Meier, K., Frisch, J., Münck, E., & Que, L. (2014). An ultra-stable oxoiron (IV) complex and its blue conjugate base. *Chemical Science*, 5, 1204–1215. doi:10.1039/C3SC52755G.
10. Ganz, T. (2013). Systemic iron homeostasis. *Physiological Reviews*, 93 (4), 1721–1741. doi: 10.1152/physrev.00008.
11. Groves, J. T. (2006). High-valent iron in chemical and biological oxidations. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 100 (4), 434–447. doi: 10.1016/j.jinorgbio.2006.01.012.
12. Jiefen, C., Yinping, L., Peng, Y., Qiping, Z., Jingfeng, W., Yongzhou, Ch., & Peng W. (2017). A novel low molecular weight Enteromorpha polysaccharide-iron (III) complex and its effect on rats with iron deficiency anemia (IDA). *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 412–418. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.12.033.
13. Kim, J. C., Wilcock, P., & Bedford, M. R. (2018). Iron status of piglets and impact of phytase superdosing on iron physiology: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 8–14. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.11.001.
14. Killip, S., & Bennett, M. (2008). Iron Deficiency Anemia. *American Family Physician*, 15, 78 (8), 671–678.
15. Maes, D., Steyaert, M., Vanderhaeghe, C., López Rodríguez, A., de Jong, E., Del Pozo Sacristán, R., Vangroenweghe, F., & Dewulf, J. (2011). Comparison of oral versus parenteral iron supplementation on the health and productivity of piglets. *Veterinary Record*, 19, 168–188. doi:10.1136/vr.c7033.
16. Streyll, K., Carlstron, J., Dantos, E., Mendoza, R., Islas, J., & Bhushan C. (2015). Field evaluation of the effectiveness of an oral toltrazuril and iron combination (baycox® iron) in maintaining weaning weight by preventing coccidiosis and anaemia in neonatal piglets. *Parasitol Research*, 114 (1), 193–200. doi:10.1007/s00436-015-4525-9.
17. Tang, L. L., Gunderson, W. A., Weitz, A. C., Hendrich, M. P., Ryabov, A. D., & Collins, T. J. (2015). Activation of dioxygen by a TAML activator in reverse micelles: characterization of an FeIII FeIV dimer and associated catalytic chemistry. *Journal American Chemical Society*, 137 (30), 9704–9715. doi:10.1021/jacs.5b05229.
18. Terpilowska, S., & Siwicki A. (2019). Pro- and antioxidant activity of chromium(III), iron(III), molybdenum(III) or nickel(II) and their mixtures. *Chemical Biological Interaction*, 25 (298), 43–51. doi: 10.1016/j.cbi.2018.10.028.
19. Todoriuk, V. B., Hunchak, V. M., Gutyj, B. V., Gufriy, D. F., Hariv, I. I., Khomyk, R. I., & Vasivhttps, R. O. (2018). Preclinical research of the experimental preparation “Ferosel T”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 1, 3–9. doi.org/10.15421/ujvas0101.
20. Tomy, S., Shylin, S., Bykov, D., Ksenofontov, V., Gumienna-Kontecka, E., Bon V., & Fritsky I. (2017). Indefinitely stable iron (IV) cage complexes formed in water by air oxidation. *Nature Communications*, 8, 1–8. doi:10.1038/ncomms14099.
21. Walter, T., Olivares, M., Pizarro, F., & Muñoz, C. (1997). Iron, Anemia, and Infection. *Nutrition Reviews*, 55 (4), 111–124. doi:10.1111/j.17534887.1997.tb06462.x.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Духницький В. Б., Деркач І. М., Деркач С. С., Фрицький І. О., Плутенко М. О. Кумулятивні властивості клатрохелату феруму(IV) в організмі шурів. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 238–245.

© Духницький Володимир Богданович, Деркач Ірина Михайлівна, Деркач Сергій Степанович, Фрицький Ігор Олегович, Плутенко Максим Олександрович, 2019



original article | UDC 616:636.4:616.98 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.33

COMPARING THE METHODS OF AFRICAN SWINE FEVER EPIZOOTOLOGICAL MONITORING

V. L. Behas,

ORCID ID: [0000-0002-1853-4700](https://orcid.org/0000-0002-1853-4700), E-mail: behas.vl@gmail.com,

T. O. Romanyshyna,

ORCID ID: [0000-0003-3483-2887](https://orcid.org/0000-0003-3483-2887), E-mail: Tveterinar@gmail.com,

Zh. V. Rybachuk,

ORCID ID: [0000-0003-2569-6721](https://orcid.org/0000-0003-2569-6721), E-mail: zhrybachuk@ukr.net,

O. V. Pinskyi,

ORCID ID: [0000-0002-1978-5261](https://orcid.org/0000-0002-1978-5261), E-mail: pinskyi.o.w@gmail.com,

Zhytomyr National Agro-Ecological University, 39, Koroleva str., Zhytomyr, 10014, Ukraine

The monitoring of the situation concerning African swine fever (ASF) in Ukraine is becoming less effective. The systems of monitoring ASF play an important role in the system of animal disease control, since they allow to get the necessary data and to respond quickly to the situation. Certainly, not all the strategies of monitoring are suitable for Ukraine because of its natural geographic and social-economic peculiarities. The analysis of epizootic data on ASF for the period of 2012–2019 in Ukraine was made, using Internet-based resources (www.asf.vet.ua, <http://www.asfld.vet.ua>, <http://www.asfld.vet.ua/index.php/view-data>), we found out that the highest rate of the disease occurred in 2017, as in 2018 and 2019 the number of the disease cases decreased due to domestic animals. However, this information may not reflect the situation concerning ASF in Ukraine fully, taking into account the fact that the areas of some regions in accordance with the data of the State Emergency Anti-Epizootic Commission are disease-free. There is an increase of ASF cases in wildlife and the number of infected objects. In our opinion the additional passive monitoring at this stage is necessary. This is due to the fact that in Ukraine, the human factor influences considerably the measures of fighting ASF. The method of monitoring pork carcasses which are delivered for selling through the laboratories of veterinary-sanitary expert examination from households was tested, and this method enabled to get the information on epizootic situation concerning ASF in certain areas without significant interfering in the process. 2844 samples were selected, which were investigated in PCR at ASF. But this method has also its drawbacks: in case of getting positive results of testing on ASF, the products had already been sold, and it was impossible to conduct the liquidation measures. But it was possible to compare the results of the State Emergency Anti-Epizootic Commission with the results of examining carcasses. The information resource “Stop ASF” informs the specialists of veterinary medicine, owners of pigs, pig farms, farmers, hunters, butchers, cargo carriers, and ordinary citizens about the state and degree of ASF threat in Ukraine and in the world, the peculiarities of its identifying, preventing, and eliminating in case of its emergence and familiarizing with the best practices in organizing anti-epizootic measures. But at this stage its possibilities are insufficient. It is necessary to continuously conduct additional passive monitoring of ASF in the laboratories of veterinary-sanitary expert examination on the market, by PCR analysis of samples taken from pig carcasses for the presence of ASF virus genome. The measures to overcome ASF should be developed taking into account the results of all monitoring sources.

Keywords: control, inspection, monitoring, prevention, measures of fighting, epizootic situation.

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ЕПІЗООТОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АФРИКАНСЬКОЇ ЧУМИ СВИНЕЙ

В. Л. Бегас, Т. О. Романишина, Ж. В. Рыбачук, О. В. Пінський,

Житомирський національний агроекологічний університет, вул. Корольова, 39, м. Житомир, 10014, Україна

Контроль за ситуацією з африканської чуми свиней (АЧС) в Україні стає все менш ефективним. У системі протиепізоотичних заходів важливу роль відіграють системи моніторингу за АЧС, оскільки вони дають змогу отримувати необхідну інформацію і оперативно реагувати на ситуацію. Звичайно не всі стратегії з контролю можна застосувати в Україні через природно-географічні та соціально-економічні особливості. На базі інтернет-ресурсів (www.asf.vet.ua, <http://www.asfld.vet.ua>, <http://www.asfld.vet.ua/index.php/view-data>.) ми здійснили аналіз епізоотичних даних щодо АЧС за 2012–2019 роках в Україні внаслідок чого визначено, що пік захворюваності у 2017 році був пройдений, оскільки у 2018 і 2019 роках кількість випадків зменшилася за рахунок домашніх тварин. Але ця інформація може не повністю відображати ситуацію щодо АЧС в Україні, оскільки спостерігається зростання випадків серед диких тварин і кількості інфікованих об'єктів. На нашу думку, на даному етапі потрібна додаткова система пасивного моніторингу. Це спричинено тим, що в Україні людський фактор має потужний вплив на заходи боротьби з АЧС. Ми випробували метод моніторингу свинячих туш, що надходять на реалізацію через лабораторії ветсанекспертизи з домашніх господарств і визначили, що цей метод дає змогу ненав'язливо отримувати інформацію щодо епізоотичної ситуації щодо АЧС на певних територіях, при цьому не втручаючись у виробничий процес. Було відібрано 2844 проби, які досліджувалися в ПЛР на АЧС. Цей метод має також недоліки: при отриманні позитивних результатів досліджень на АЧС продукція по суті вже реалізована і провести заходи з ліквідації вже немає можливості. Інформаційний ресурс «Стоп АЧС» виконує функції інформування фахівців ветеринарної медицини, власників свиней, свиногосподарств, фермерів, мисливців, м'ясників, перевізників і пересічних громадян про стан та ступінь загрози АЧС в Україні та світі, особливості її розпізнання, профілактики і ліквідації в разі виникнення та ознайомлення з передовим досвідом в організації протиепізоотичних заходів. Але на даному етапі його можливості є недостатніми. Необхідно постійно проводити додатковий пасивний моніторинг АЧС в лабораторіях ветеринарно-санітарної експертизи на ринку, шляхом ПЛР аналізу зразків від свинячих туш на предмет наявності геному вірусу АЧС. Заходи щодо подолання АЧС розробляти, зважаючи на результати усіх джерел моніторингу.

Ключові слова: контроль, нагляд, спостереження, профілактика, заходи боротьби, епізоотична ситуація.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ

В. Л. Бегас, Т. А. Романишина, Ж. В. Рыбачук, О. В. Пинский,

Житомирский национальный агроэкологический университет, ул. Королева 39, г. Житомир, 10014, Украина

На базе интернет-ресурсов (www.asf.vet.ua, <http://www.asfld.vet.ua>, <http://www.asfld.vet.ua/index.php/view-data>.) Проведен анализ эпизоотических данных по АЧС за 2012–2019 гг. в Украине вследствие чего определили, что пик заболеваемости в 2017 году был пройден, поскольку в 2018 и 2019 годах количество случаев уменьшилось за счет домашних животных. Но эта информация может не полностью отражать ситуацию по АЧС в Украине, поскольку наблюдается рост случаев среди диких животных и количества инфицированных объектов. Мы испытали метод мониторинга свинных туш, поступающих на реализацию через лаборатории ветсанэкспертизы из домашних хозяйств и определили, что этот метод позволяет ненавязчиво получать информацию об эпизоотической ситуации по АЧС на определенных территориях, при этом не вмешиваясь в производственный процесс. Было отобрано 2844 пробы, которые были исследованы в ПЦР на АЧС.

Ключевые слова: контроль, надзор, наблюдение, профилактика, меры борьбы, эпизоотическая ситуация.

Вступ

Система епізоотологічного моніторингу дає змогу розширити погляди на епізоотичний процес при африканській чумі свиней, і крім того розкриває багато питань методології організації протиепізоотичних заходів, ухвалених рішень тощо [4]. Контроль за ситуацією з африканської чуми свиней (АЧС) в Україні стає все менш ефективним. Назріла гостра необхідність ґрунтовного аналізу сучасних загроз і ризиків поширення АЧС разом з оцінкою ефективності запобіжних заходів щодо поширення цієї хвороби [1]. Заходи проти АЧС вважаються найжорсткішими з відомих на сьогодні карантинних заходів у світовій ветеринарній медицині [18]: на жаль лише вони на сучасному рівні розвитку протиепізоотичних технологій здатні зупинити поширення АЧС. Найбільшу на сьогодні загрозу становлять контаміновані вірусом АЧС м'ясні продукти в харчовій мережі людини, відходи якої будь-коли і будь-де на території України можуть потрапити у корм домашнім та диким свиням і спричинити спалах. Однією з важливих причин контамінації харчового ланцюга й торгівельної мережі харчових продуктів збудником АЧС є запізнілий діагноз та вивіз свиней і продукції за межі неблагополучного населеного пункту чи свиногосподарства [1]. Провідною рушійною силою епізоотичного процесу АЧС став соціальний (або так званий «людський») фактор. Приховування випадків захворювання і загибелі свиней, намагання реалізувати молодняк свиней із таких господарств до введення карантину, забій або вивезення живих кондиційних свиней на м'ясо без відповідної ветеринарної документації, реалізація такої продукції в обхід лабораторій ветсанекспертизи ринків та інші випадки порушення прийнятих регламентів та процедур за виникнення підозри на АЧС, призвели до поширення збудника хвороби по всій території України [8, 7].

У системі протиепізоотичних заходів важливу роль відіграють системи моніторингу за АЧС, оскільки вони дозволяють отримувати необхідну інформацію і оперативно реагувати на ситуацію. Якісна структура оцінки ризиків може вирішувати проблеми захворювань тварин із складністю в їх розповсюдженні та контрольних заходах, а також про досягнення прозорості отриманих оцінок [21]. Виділяють 20 стратегій спостереження за АЧС [16]:

1. Активний нагляд за свинями на бойнях і цехах.
2. Активний нагляд за свинями на контрольних бойнях і цехах.
3. Активний нагляд за свинями на фермах.
4. Активний нагляд за свинями на контрольних фермах.
5. Пасивне спостереження за свинями на фермах.
6. Посилене пасивне спостереження за свинями на контрольних фермах.
7. Синдромний нагляд за смертністю свиней.
8. Активний нагляд за продукцією свиней на м'ясниках, ринках і супермаркетах.
9. Активний нагляд за виробами свиней, конфіскованими на кордоні.
10. Активний нагляд за факторами передачі.
11. Пасивне спостереження на основі невизначеного тестування на класичну чуму свиней.
12. Активний нагляд за кліщами в місцях проживання кліщів.
13. Активний нагляд за кліщами на свинофермах.
14. Активний нагляд за кліщами у фермах контрольних свиней.
15. Пасивне спостереження за кліщами на фермах.
16. Посилене пасивне спостереження за кліщами у фермах контрольних свиней.
17. Активний нагляд за диким кабаном.
18. Пасивний нагляд за диким кабаном.
19. Пасивний нагляд за диким кабаном, знайденим мертвим.
20. Посилене пасивне спостереження за полюванням.

Звичайно не всі стратегії із запропонованих є придатними в Україні через природно-географічні та соціально-економічні особливості. Наприклад, щодо стратегій 12–16, які залежать від присутності в Україні кліщів роду *Ornithodoros*, можна сказати, що Філатову С. В. та ін. вдалося виявити *O. verrucosus* в ентомофауні Херсонської та Миколаївської областей, але їх участь в епізоотичному процесі АЧС не встановлена [3, 6, 9, 10].

Gallardo et al. [15] вважають, що використання найбільш відповідних діагностичних засобів є критичним для впровадження ефективних програм контролю. Крім того, наголошується на необхідності поєднання підтримки програми епідеміологічного нагляду з безперервною освітою фермерів та інших людей, які працюють у галузі свинарства, на основі культурних та економічних аспектів [17].

Важливим аспектом контролю АЧС у популяціях диких кабанів є розробка та впровадження ефек-

тивних програм спостереження та моніторингу як для раннього попередження, так і для визначення поточної епідеміологічної ситуації в інфікованій популяції. Тестування зразків крові вимагає інвазивних стратегій відбору проб, таких як полювання або відлов дикого кабана. Крім упередженості до здорових тварин, такі стратегії також пов'язані з подальшим поширенням вірусу. Неінвазивні стратегії відбору зразків підвищують надійність спостереження за АЧС у популяціях диких кабанів без негативних побічних ефектів [19]. Рівень і тривалість екскреції АЧС у фекаліях, у поєднанні зі стабільністю ДНК, дозволяють припустити, що вибірка фекалій може стати основою для неінвазивної стратегії відбору зразків для моніторингу АЧС у диких кабанів [14].

Щоб допомогти прогнозувати та інтерпретувати динаміку інфекції АЧС, [12] розробили стандартизовану карту розподілу на основі глобальної рослинності сухопутного покриву (GLOBCOVER), яка визначає якість наявних середовищ існування для диких кабанів через Євразію як непрямий показник для кількісного визначення чисельності диких кабанів.

Як єдина стратегія контролю інтенсивне полювання навколо буферної зони не завжди може бути достатнім для викорінення АЧС. Проте ймовірність успіху викорінення збільшується після додаткового швидкого і безпечного вилучення туші. Широка область буферної зони призводить до кращих результатів; однак це передбачає велику інтенсивну мисливську зону і потребу в полюванні більшої кількості тварин. Якщо вилучення туш та інтенсивне полювання ефективно впроваджуються, огорожа є необхідною для розмежування зон і незначною мірою доповнює контроль ефективності. Переміщення, пов'язані з людиною, можуть знівелювати будь-який вплив природних бар'єрів [11]. Проте важко заохотити мисливців і лісівників до звітів і взяти зразки у такому разі. Прагматичний і легкий підхід до відбору зразків із використання сухих мазків крові для виявлення антитіл і геному АЧС зі зразками діагностичних матеріалів (кров, кістки і органи) може сприяти цьому [13, 20]. Отже, існує нагальна потреба у перегляді впроваджених заходів контролю.

Метою роботи було визначити та охарактеризувати нові підходи до проведення епізоотологічного моніторингу африканської чуми свиней у природно-географічних та соціально-економічних умовах України, які могли б дати додаткову інформацію щодо вищевказаної хвороби і як наслідок провести ефективніші заходи щодо її ліквідації.

Матеріали і методи досліджень

У роботі використали результати інтернет-ресурсів (www.asf.vet.ua, <http://www.asfld.vet.ua>), на основі яких здійснювали аналіз епізоотичних даних щодо АЧС за 2012–2019 рр. Також проаналізовані результати власних досліджень, викладених на електронному ресурсі <http://www.asfld.vet.ua/index.php/view-data>. Застосовувалися загальноприйняті методи епізоотологічного дослідження, статистичного аналізу.

Результати досліджень та їх обговорення

Широка інформаційна компанія щодо профілактики та заходів боротьби з АЧС крім безперечних переваг відіграє також певну негативну роль. Люди, маючи достатньо інформації, що їх очікує в разі встановлення карантину та проведення заходів з ліквідації спалаху, стараються свідомо приховати факт спалаху хвороби. Щоб мінімізувати економічні збитки, власники тварин намагаються здати на вимушений забій хворих і підозрілих на захворювання тварин. Якщо тварин небагато, то власник може після подвірного забою залишити продукцію від вимушено забитих тварин для власного споживання, або ж коли тварин багато, або власник не має бажання споживати продукцію від вимушено забитих тварин, він намагається її реалізувати на ринку. Варто відмітити, що державні компетентні органи стараються робити все можливе для подолання цієї проблеми. Ми знаємо, що фізичним особам виплачується компенсація в разі, якщо їх свиней заберуть за умовами карантинного режиму. Існує також відповідальність за свідоме приховування випадків АЧС. Хоча дуже часто коштів на виплати не вистачає, бувають затримки, а відповідальність за приховування таких випадків є суттєво недостатньою. Водночас недостатня матеріальна забезпеченість людей затьмарює будь-яку інформацію про можливі негативні наслідки тих чи тих дій. Відомі випадки, коли власники свиней телефонують до ветеринарного спеціаліста, повідомляють про випадки падежу свиней і по телефону стараються розібратися в ситуації. На пропозицію виїзду на місце спалаху або звернення до державної служби ветеринарної медицини вони відмовляються. Проблемою є те, що здебільшого власники взагалі нікого не повідомляють, а загиблих тварин вивозять і лишають деінде, а заходи з ліквідації проводять на власний розсуд.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Дуже добре у плані збору і аналізу інформації зарекомендував себе інформаційний ресурс «Стоп АЧС» [2]. Цей ресурс створено в рамках проекту технічної допомоги ФАО «Розбудова потенціалу раннього виявлення та реагування на африканську чуму свиней в Україні» з метою інформування фахівців ветеринарної медицини, власників свиней, свиногосподарств із різним рівнем біозахисту, фермерів, мисливців, м'ясників, перевізників і пересічних громадян про стан та ступінь загрози АЧС в Україні та світі, особливості її розпізнання, профілактики і ліквідації в разі виникнення та ознайомлення з передовим досвідом в організації протиепізоотичних заходів. Він має компоненти ГІС (геоінформаційної системи), що забезпечують комфортне внесення даних у систему з подальшою їх візуалізацією та передбачає активну співпрацю лікарів ветеринарної медицини із власниками тварин та підконтрольних об'єктів. Аналізуючи структуру випадків АЧС в Україні, що подана в таблиці, можна сказати, що пік захворюваності у 2017 році був пройдений, оскільки у 2018 році кількість випадків зменшилась і саме за рахунок домашніх тварин.

1. Структура випадків АЧС в Україні станом на 16.04.19

Рік	Всього випадків	Домашні свині	Дикі свині	Інфіковані об'єкти
2012	1	1	-	-
2014	16	4	12	-
2015	40	34	5	1
2016	91	84	7	-
2017	163	119	38	6
2018	145	93	39	13
2019	15	7	5	3

Джерело: данні електронного ресурсу <http://www.asf.vet.ua>.

Аналогічна позитивна динаміка реєструється також у 2019 році. Судячи з цього можна стверджувати, що почали краще боротися з чумою, проводити профілактику, впроваджувати заходи біобезпеки. Але це може не відповідати дійсності, тому що насторожує зростання протягом останніх 3 років випадків АЧС серед диких свиней і особливо інфікованих об'єктів, а вони пов'язані з кількістю випадків серед домашніх тварин. Отже, тут більш вірогідніше, що стали більше приховувати випадків АЧС серед домашніх тварин. Крім того, аналізуючи на карті кількість випадків, можна побачити, що зони певних областей вільні від хвороби (наприклад Львівська, Волинська), що теж виглядає дещо незвичайно. Можливо такі припущення необгрунтовані, але на нашу думку, потрібна додаткова система моніторингу. Служба ветеринарної медицини планово проводить додатковий моніторинг на АЧС, але він не системний і досить обмежений. У всеукраїнському масштабі такий моніторинг був проведений у рамках міжнародного проекту «Африканська чума свиней: підвищення обізнаності та пом'якшення ризиків в Україні», який реалізується Європейським банком реконструкції та розвитку (ЄБРР) і Продовольчою та сільськогосподарською організацією Об'єднаних Націй (ФАО) за підтримки Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів у 2018 році (<http://www.asfld.vet.ua/index.php>). У ньому брали участь 3 вищі навчальні заклади: Житомирський національний агроекологічний університет, Одеський державний аграрний університет, Сумський національний аграрний університет також 3 регіональні лабораторії Держпродспоживслужби. Суть проекту полягала в тому, що в лабораторіях ветеринарно-санітарної експертизи від туш свиней з приватних (присадибних) господарств, які вже пройшли ветсанекспертизу, були відібрані проби для дослідження на АЧС. Особливістю роботи було також використання спеціального програмного забезпечення, встановленого на смартфони epicollect 5 (<https://five.epicollect.net/>), за допомогою якого вносились усі дані про відібраний матеріал (координати відбору, координати походження тварини, назва лабораторії, адреса, фото документів тощо). У кінцевому результаті ці дані були внесені до єдиного порталу, що в подальшому дало змогу їх обробляти та аналізувати. Використання програмного забезпечення дало змогу мінімізувати помилки під час обліку проб і т.д. Таким чином, було відібрано 2844 проби, які були досліджені в ПЛР на АЧС. На жаль, результати досліджень не виносяться на широкий загал (це не передбачалося дослідженнями). Проте Держпродспоживслужба отримала незалежну інформацію, зробила правильні висновки і вжила необхідних заходів. З іншого боку, коли інформація про такі дослідження буде загальнодоступна, в наступних дослідженнях може спостерігатися перешкоджання відбору проб і реальна ситуація може бути спотворена. Більш детально

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

результати роботи цього проекту можна розглянути за посиланням <http://www.asfld.vet.ua/index.php/view-data> [5]. Як видно з таблиці 2, в досліджуваних областях матеріал був відібраний рівномірно (залежно від кількості районів) і лише у Волинській області походження матеріалу було з інших областей. Дані таблиці свідчать про те, що свині переважно реалізуються в тих областях, у яких же і вирощувалися. Відсутність переміщень тварин є позитивним в аспекті профілактики АЧС.

2. Географія відбору матеріалу для дослідження на АЧС

Область	Відібрано проб матеріалу	Походження матеріалу
Вінницька	169	169
Волинська	69	5
Дніпропетровська	145	145
Донецька	110	110
Житомирська	152	152
Закарпатська	71	71
Запорізька	127	127
Івано-Франківська	103	103
Київська	147	147
Кіровоградська	132	132
Луганська	118	118
Львівська	125	125
Миколаївська	122	122
Одеська	150	150
Полтавська	157	157
Рівненська	118	118
Сумська	108	108
Тернопільська	109	109
Харківська	160	160
Херсонська	108	108
Хмельницька	90	90
Черкаська	124	124
Чернівецька	68	68

Джерело: дані електронного ресурсу <https://five.epicollect.net/project/asfld/data>.

Такий метод моніторингу дає змогу ненав'язливо отримувати інформацію, скільки заражених АЧС туш надходить до реалізації, а отже, й епізоотичну ситуацію щодо АЧС на певних територіях, особливо не втручаючись у процес. Цей метод має також недоліки: при отриманні позитивних результатів досліджень на АЧС продукція по факту є реалізованою і провести заходи щодо ліквідації вже немає можливості. Але таким методом ми отримуємо об'єктивну інформацію, що є іноді набагато ціннішим. Отже, можна порівняти результати, отримані внаслідок засідань ДНПК, з результатами перевірки продукції і звісно, якщо заражена продукція надходить із регіонів, де офіційно відсутні спалахи АЧС, можна припустити, що має місце їх приховування. Додатково можна також перевіряти готову харчову продукцію на предмет наявності геному вірусу АЧС.

Висновки

Інформаційний ресурс «Стоп АЧС» виконує функції інформування фахівців ветеринарної медицини, власників свиней, свиногосподарств, фермерів, мисливців, м'ясників, перевізників і пересічних громадян про стан та ступінь загрози АЧС в Україні та світі, особливості її розпізнання, профілактики і ліквідації в разі виникнення та ознайомлення з передовим досвідом в організації протиепізоотичних заходів. Але на даному етапі його можливості є недостатніми й існує необхідність у додаткових системах моніторингу АЧС. Необхідно постійно проводити додатковий моніторинг АЧС у лабораторіях ветеринарно-санітарної експертизи на ринку шляхом ПЛР аналізу зразків від свинячих туш та зразків готової харчової продукції на предмет наявності геному вірусу АЧС. Заходи щодо подолання АЧС розробляти, зважаючи на результати усіх джерел моніторингу.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому потрібно розробляти інші додаткові системи моніторингу АЧС, які повинні проводитися на різних ланках галузі свинарства та виробництва харчової продукції з свинини.

References

1. Stegnij, B. T., Buzun, A. I., Busol, V. O., & Zhuk, A. O. (2017). Analiz zagroz ta ryzykiv, zapobizhni zahody proty afrykanskoyi chumy svynej v Ukraini. *Veterynarna medycyna*, 103, 77–84 [In Ukrainian].
2. African swine fever. *Afrykanska chuma svynei*. Retrieved from: www.asf.vet.ua [In Ukrainian].
3. Herilovych, A. P., Filatov, S. V., Stehni, B. T., & Buzun, A. I. (2014). Znachennia klishchiv rodu *Ornithodoros* v epizootologii afrykanskoi chumy svynei *Veterynarna medycyna*, 102, 190–193. [In Ukrainian].
4. Dzhupina, S. I. (1994). *Kontrol jepizooticheskogo processa*. Novosibirsk: RASHN. Sib. otd-nie. IZVSiDV [In Russian].
5. Zhurnal reyestracyi ta karta vidboru zrazkiv. *African swine fever*. Retrieved from: <http://www.asfld.vet.ua/index.php/view-data>. [In Ukrainian].
6. Korniyenko, L. Ye. (2014). Afrykanska chuma svynej: istorychni aspekty, suchasna epizootychna sytuatsiya v sviti y v Ukraini, imunitet ta perspektyvy vaktsynoprofilaktyky. *Naukovyy visnyk veterynarnoyi medycyny*, 14 (114), 5–12 [In Ukrainian].
7. Peleno, R. A. (2012). Epizootologichnyy monitorynh khvorob svynej v Ukraini. *Veterynarna biotekhnologiya*, 21, 330–335 [In Ukrainian].
8. Rebenko, H. I., & Tytova, T. V. (2018). Alhorytm epizootologichnoho audytu svynarskykh gospodarstv dlia vyjavlennia ryzykiv zanesennia virusu afrykanskoi chumy svynei. *Veterynarna biotekhnologiya*, 33, 98–108 [In Ukrainian].
9. Khomenko, S., Rozstalnyy, A., Polishchuk, V., Nevol'ko, O., & Drobchak, V. (2016). Afrykanska chuma svynej v Ukraini ta prohnozuvannya yiyi rozpovsyudzhennya. *Biologiya tvaryn*, 18 (2), 133–143. doi:10.15407/animbiol18.02.133 [In Ukrainian].
10. Gallardo, M. C., Reoyo, A. de la T., Fernández-Pinero, J., Iglesias, I., Muñoz, M. J., & Arias, M. L. (2015). African swine fever: a global view of the current challenge. *Porcine Health Management*, 1 (1). doi:10.1186/s40813-015-0013-y.
11. Boklund, A., Cay, B., Depner, K., Földi, Z., Guberti, V., Masiulis, M., Miteva, A., More, S., Olsevskis, E., Šatrán, P., Spiridon, M., Stahl, K., Thulke, H-H., Viltrop, A., Wozniakowski, G., Broglia, A., Cortinas Abrahantes, J., Dhollander, S., Gogin, A., Verdonck, F., Amato, L., Papanikolaou, A., & Gortázar, C. (2018). Scientific report on the epidemiological analyses of African swine fever in the European Union (November 2017 until November 2018). *EFSA Journal*, 16 (11) : 5494, 106. doi:10.2903/j.efsa.2018.5494.
12. Bosch, J., Iglesias, I., Muñoz, M. J., & de la Torre, A. (2016). A Cartographic Tool for Managing African Swine Fever in Eurasia: Mapping Wild Boar Distribution Based on the Quality of Available Habitats. *Transboundary and Emerging Diseases*, 64 (6), 1720–1733. doi:10.1111/tbed.12559.
13. Carlson, L. Zani, T. Schwaiger, I. Nurmoja, A. Viltrop, A. Vilem, Beer, M. & Blome, S. (2017). Simplifying sampling for African swine fever surveillance: Assessment of antibody and pathogen detection from blood swabs. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65 (1), e165–e172. doi:10.1111/tbed.12706.
14. De Carvalho Ferreira, H. C., Weesendorp, E., Quak, S., Stegeman, J. A., & Loeffen, W. L. A. (2014). Suitability of faeces and tissue samples as a basis for non-invasive sampling for African swine fever in wild boar. *Veterinary Microbiology*, 172 (3–4), 449–454. doi:10.1016/j.vetmic.2014.06.016.
15. Gallardo C., Nieto R., Soler, A., Pelayo, V., Fernandez-Pinero, J., Markowska-Daniel, I., Pridotkas, G., & Arias, M. (2015) Assessment of African swine fever diagnostic techniques as a response to the epidemic outbreaks in eastern european union countries: How to improve surveillance and control programs. *Journal of Clinical Microbiology*, 53 (8), 2555–2565.
16. Guinat, C., Vergne, T., Jurado-Diaz, C., Sánchez-Vizcaíno, J. M., Dixon, L., & Pfeiffer, D. U. (2016). Effectiveness and practicality of control strategies for African swine fever: what do we really know? *Veterinary Record*, 180 (4), 97–97. doi:10.1136/vr.103992.
17. Laddomada, A., Rolesu, S., Loi, F., Cappai, S., Oggiano, A., Madrau, M. P., Mundula, L., Carboni, G., Pittau, M., Feliziani, F., Sanchez-Vizcaino, J. M., Jurado, C., Guberti, V., Chessa, M., Muzzeddu, M., Sardo, D., Borrello, S., Mulas, D., Salis, G., Zinzula, P., Piredda, S., De Martini, A., & Sgarangella, F. (2019). Surveillance and control of African Swine Fever in free-ranging pigs in Sardinia. *Transboundary and Emerging Diseases*, 66 (3), 1114–1119. doi:10.1111/tbed.13138.

18. Morilla, A. Yoon, K.-J., & Zimmerman, J. J. (2002) *Emerging and Reemerging Viral Diseases of Swine*. A USA: Iowa State Press.
19. Mouchantat, S., Haas, B., Böhle, W., Globig, A., Lange, E., Mettenleiter, T. C., & Depner, K. (2014). Proof of principle: Non-invasive sampling for early detection of foot-and-mouth disease virus infection in wild boar using a rope-in-a-bait sampling technique. *Veterinary Microbiology*, 172 (1–2), 329–333. doi:10.1016/j.vetmic.2014.05.021.
20. Petrov, A., Schotte, U., Pietschmann, J., Dräger, C., Beer, M., Anheyer-Behmenburg, H., Goller, K. V. & Blome, S. (2014). Alternative sampling strategies for passive classical and African swine fever surveillance in wild boar. *Veterinary Microbiology*, 173 (3–4), 360–365. doi:10.1016/j.vetmic.2014.07.030.
21. Wieland, B., Dhollander, S., Salman, M., & Koenen, F. (2011). Qualitative risk assessment in a data-scarce environment: A model to assess the impact of control measures on spread of African Swine Fever. *Preventive Veterinary Medicine*, 99 (1), 4–14. doi:10.1016/j.prevetmed.2011.01.001.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бегас В. Л., Романишина Т. О., Рибачук Ж. В., Пінський О. В. Порівняння методів епізоотологічного моніторингу африканської чуми свиней. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 246–253.

© Бегас Василь Леонідович, Романишина Тетяна Олександрівна, Рибачук Жанна Володимирівна, Пінський Олег Вікентійович, 2019

original article | UDC 638.15:595.42.2(477.53) | doi: 10.31210/visnyk2019.02.34

VARROOSIS DISTRIBUTION OF HONEYBEES IN THE POLTAVA REGION

O. S. Nazarenko,

ORCID ID: [0000-0002-1318-1256](https://orcid.org/0000-0002-1318-1256), E-mail: nazarenko2810@ukr.net,

V. O. Yevstafieva,

ORCID ID: [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584), E-mail: evstva@ukr.net,

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

Modern beekeeping is an important branch of agriculture in different countries of the world, in particular in Ukraine, which provides pollination of entomophilous crops, production of honey, wax and other beekeeping products for the needs of the population, food, medical, chemical and other industries. Infectious and non-contagious illnesses of bees and their breeding grounds, which cause significant losses to beekeeping, are the main obstacle to the development of the industry. Such illnesses also include varroosis, which is a global problem for beekeeping, as the invasion leads to a weakening and diminishing in the number of bee colonies, negative impact on the environment, lower yields of entomophilic crops and overall productivity of the industry as a whole. Scientists note that in recent years, the Varroa destructor parasite is one of the most dangerous pests of honeybees (Apis mellifera). The research was carried out on the basis of the Laboratory of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise at the Poltava State Agrarian Academy and in the conditions of 424 individual peasant and farm farms of the Poltava region (Hrebinka, Lubny, Zinkiv, Kotelva, Novi Sanzhary, Orzhytsia, Pyriatyn, Poltava, Reshetylivka districts). According to the results of parasitological studies, it has been established that varroosis of honeybees are a common invasion in the territory of the studied region, the the average infection of bee colony is 48.71 % at fluctuations of indicators from 16.66 to 100.00 %. Moreover, 83.25 % of investigated farms were not well-versed with varroosis. It has been determined that varroosic invasion in honeybees in 61.34 % of cases occurs in association with other invasive diseases such as noseiosis, acaraposis and amebiasis. Varroosic monoinvasion is detected in 38.66 % of cases. Mixinvasions consisted of two- (51.88 %) and three-component (9.46 %) associations of pathogens of invasion. Frequently diagnosed with varroosic-noseiosis invasion (78.46 %). Less commonly, there were varroosic-noseiosis-acaraposis (8.39 %), varroosic-noseiosis-amebiotic (7.03 %), varroosic-acaraposis (5.21 %) and varroosic-amebiotic (0.91 %) invasions. The obtained results of research will increase the effectiveness of planning of medical and preventive measures in beekeeping.

Key words: varroosis, honeybees, distribution, mixinvasions, indicators of invasion.

ПОШИРЕННЯ ВАРООЗУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ НА ТЕРИТОРІЇ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. С. Назаренко, В. О. Євстаф'єва,

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

Сучасне бджільництво є важливою галуззю сільського господарства у різних країнах світу, зокрема в Україні, що забезпечує запилення ентомофільних сільськогосподарських культур, виробництво меду, воску та іншої продукції бджільництва для потреб населення, харчової, медичної, хімічної та інших галузей. На заваді розвитку галузі стоять заразні й незаразні хвороби бджіл та їх розплоду, які завдають значних збитків бджільництву. До таких хвороб належить і варооз, який є глобальною проблемою для бджільництва, тому що інвазія призводить до ослаблення і зменшення чисельності бджолосімей, негативного впливу на навколишнє середовище, зниження врожайності ентомофіль-

них сільськогосподарських культур і загальної продуктивності галузі в цілому. Науковці зазначають, що впродовж останніх років паразит *Varroa destructor* є одним із самих небезпечних шкідників медоносних бджіл (*Apis mellifera*). Дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах 424 одноосібних селянських та фермерських господарств Полтавської області (Гребінківський, Лубенський, Зіньківський, Котелевський, Новосанжарський, Оржицький, Пирятинський, Полтавський, Решетилівський райони). За результатами паразитологічних досліджень встановлено, що варооз медоносних бджіл є поширеною інвазією на території досліджуваного регіону, середня ураженість бджолосімей становить 48,71 % за коливань показників від 16,66 до 100,0 %. Причому 83,25 % досліджуваних господарств виявилися неблагополучними щодо вароозу. Визначено, що вароозна інвазія у медоносних бджіл у 61,34 % випадках перебігає в асоціації з іншими інвазійними хворобами, такими як: ноземоз, акарапоз та амєбіаз. Вароозну моноінвазію встановлено у 38,66 % випадках. Мікстинвазії склалися з двох- (51,88 %) та трикомпонентних (9,46 %) асоціацій збудників інвазій. Частіше діагностували вароозно-ноземозну інвазію (78,46 %). Рідше встановлювали вароозно-ноземозно-акарапозну (8,39 %), вароозно-ноземозно-амєбіазну (7,03 %), вароозно-акарапозну (5,21 %) та вароозно-амєбіазну (0,91 %) інвазії. Отримані результати досліджень дозволять підвищити ефективність планування лікувальних та профілактичних заходів у бджільництві.

Ключові слова: варооз, медоносні бджоли, поширення, мікстинвазії, показники інвазованості.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВАРООЗА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. Назаренко, В. А. Евстафьева,

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

В статье представлены результаты исследований по изучению особенностей распространения возбудителя варооза медоносных пчел в условиях личных сельских и фермерских хозяйств на территории Полтавской области. Установлено, что средняя пораженность пчелосемей возбудителем варооза составляет 48,71 %, а минимальные и максимальные показатели колеблются в границах от 16,66 до 100,00 %. Причем 83,25 % исследуемых хозяйств оказались неблагополучными по вароозу. Определено, что вароозная инвазия у медоносных пчел в 61,34 % случаев протекает в ассоциации с другими инвазионными болезнями, такими как: ноземоз, акарапоз и амєбияз. Вароозную моноинвазию диагностировали в 38,66 % случаях. Микстинвазии состояли из двух- (51,88 %) и трехкомпонентных (9,46 %) ассоциаций возбудителей инвазий. Чаще выявляли вароозно-ноземозную инвазию (78,46 %). Реже устанавливали вароозно-ноземозно-акарапозную (8,39 %), вароозно-ноземозно-амєбиязную (7,03 %), вароозно-акарапозную (5,21 %) и вароозно-амєбиязную (0,91 %) инвазии.

Ключевые слова: варооз, медоносные пчелы, распространение, микстинвазии, показатели инвазированности.

Вступ

Сучасне бджільництво є важливою галуззю сільського господарства у різних країнах світу, зокрема в Україні. Його значення не обмежується тільки виробництвом і отриманням прибутку від реалізації меду та іншої продукції. У живій природі, завдяки запиленню ентомофільних рослин, медоносні бджоли стали важливим елементом підтримки встановлених багатосторонніх зв'язків у тваринному і рослинному світі. Запилення бджолами посівів і насаджень сільськогосподарських культур сприяє підвищенню їх врожайності. Зростає значення бджіл і як виробників специфічних продуктів – меду, воску, пилку, маточного молочка, прополісу тощо. Продукти бджільництва використовуються людиною з найдавніших часів. Зокрема мед є легкозасвоюваним енергетичним продуктом харчування. Він складається в основному з простих цукрів (80–84 %) і води (16–20 %), також включає до 300 різних компонентів (ферменти, вітаміни, солі, бальзами тощо), які в сукупності з основною частиною визначають його дієтичні і лікувальні властивості. Цей продукт широко використовується в кондитерському виробництві, в косметичці, для приготування медових напоїв. На основі застосування продуктів бджільництва та інших факторів позитивного впливу бджіл на людину сформувався цілий напрям в медицині – апітерапія, яка покликана координувати розробку і застосування методів оздоровлення населення з використанням бджіл і продуктів бджільництва [7, 11, 13, 19, 20, 21, 26].

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

На заваді розвитку галузі стоять заразні й незаразні хвороби бджіл та їх розплоду, які завдають значних збитків бджільництву. До таких хвороб належить і варооз, який є глобальною проблемою для бджільництва, тому що інвазія призводить до ослаблення і зменшення чисельності бджолосімей, негативного впливу на навколишнє середовище, зниження врожайності ентомофільних сільськогосподарських культур і загальної продуктивності галузі в цілому. Науковці зазначають, що впродовж останніх років паразит *Varroa destructor* є одним із самих небезпечних шкідників медоносних бджіл (*Apis mellifera*) [6, 12, 16, 22, 24].

Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних авторів варооз зареєстровано у бджіл на території Китаю, Японії, Індонезії, Америки, Німеччини, Африки, Австралії, Нової Зеландії, США, Туреччини, де екстенсивність інвазії сягає 80 % [15, 17, 18, 23, 25]. Згідно літературних даних, варооз медоносних бджіл на території України набув значного поширення. Так в нозологічному профілі заразних хвороб на території Житомирської області варооз становить 56 %, Рівненської – 72 %. В окремих регіонах Луганської області екстенсивність ураження бджіл збудником вароозу сягала 27,4±0,8 %. На території Сумської області варооз діагностовано у 8,34–4,12 % пасік, Чернігівської області – 2,39 % [1, 2, 9].

Також науковцями доведено, що збудник *V. destructor* не тільки викликає патологічні зміни в організмі бджіл, але і сприяє поширенню інших захворювань, таких як: американський і європейський гнилець, вірусний параліч, вірус деформованого крила, ноземоз, аскароз тощо [8, 14, 27]. Тому актуальним є дослідження особливостей поширення вароозу медоносних бджіл у різних географічно-кліматичних регіонах України, що дозволить своєчасно та ефективно застосовувати сучасні заходи щодо боротьби та профілактики даної інвазії.

У зв'язку з вищенаведеним метою наших досліджень було дослідити поширення вароозу медоносних бджіл в умовах одноосібних селянських та фермерських господарств Полтавської області. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі: встановити показники інвазованості бджіл збудником вароозу в умовах досліджуваного регіону; визначити особливості перебігу вароозу у складі інвазійних хвороб бджіл.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2016–2018 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах 424 одноосібних селянських та фермерських господарств Полтавської області (Гребінківський, Лубенський, Зіньківський, Котелевський, Новосанжарський, Оржицький, Пирятинський, Полтавський, Решетилівський райони).

З метою діагностики збудника вароозу проводили відбір підмору бджіл, який досліджували згідно методики за Пероуткою М. та ін. (1981) [10]. Для встановлення паразитування *Nosema apis* та *Malpighamoeba mellificae* використовували методику гомогенізації черевець [3, 4], *Acarapis woodi* – методику гомогенізації грудей [5], отриманих від дорослих бджіл. Всього досліджено 1476 бджолосімей.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що варооз медоносних бджіл є поширеною інвазією на території Полтавської області. Середня інвазованість бджолосімей становить 48,71 % (табл.).

Поширення вароозу медоносних бджіл в умовах одноосібних селянських та фермерських господарств Полтавської області

Район	Досліджено бджолосімей	Уражено бджолосімей	Інвазованість бджолосімей	
			%	Min–max
Гребінківський	125	53	42,40	25,00–100,00
Зіньківський	209	119	56,94	33,33–100,00
Котелевський	175	59	33,71	20,00–100,00
Лубенський	328	199	60,67	20,00–100,00
Новосанжарський	140	64	45,71	16,66–100,00
Оржицький	105	38	36,19	25,00–100,00
Пирятинський	157	68	43,31	20,00–100,00
Полтавський	138	80	57,97	33,33–100,00
Решетилівський	99	39	39,39	25,00–100,00
Всього	1476	719	48,71	16,66–100,00

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Так інвазованість бджолосімей за вароозу коливалася в межах від 16,66 до 100,00 % і залежно від досліджуваного району середні показники ураженості бджіл були максимальними у Лубенському (ЕІ – 60,67 %), Полтавському (57,97 %), Зіньківському (56,94 %) районах. У Гребінківському, Котелевському, Новосанжарському, Оржицькому, Пирятинському та Решетилівському районах показники інвазованості бджолосімей не перевищували 45,71 %.

Виявлено, що 83,25 % досліджуваних господарств Полтавської області виявилися неблагополучними щодо вароозу. Відсоток господарств, де виявляли збудника вароозу, був достатньо високим та коливався в межах від 67,35 до 95,96 % (рис. 1).

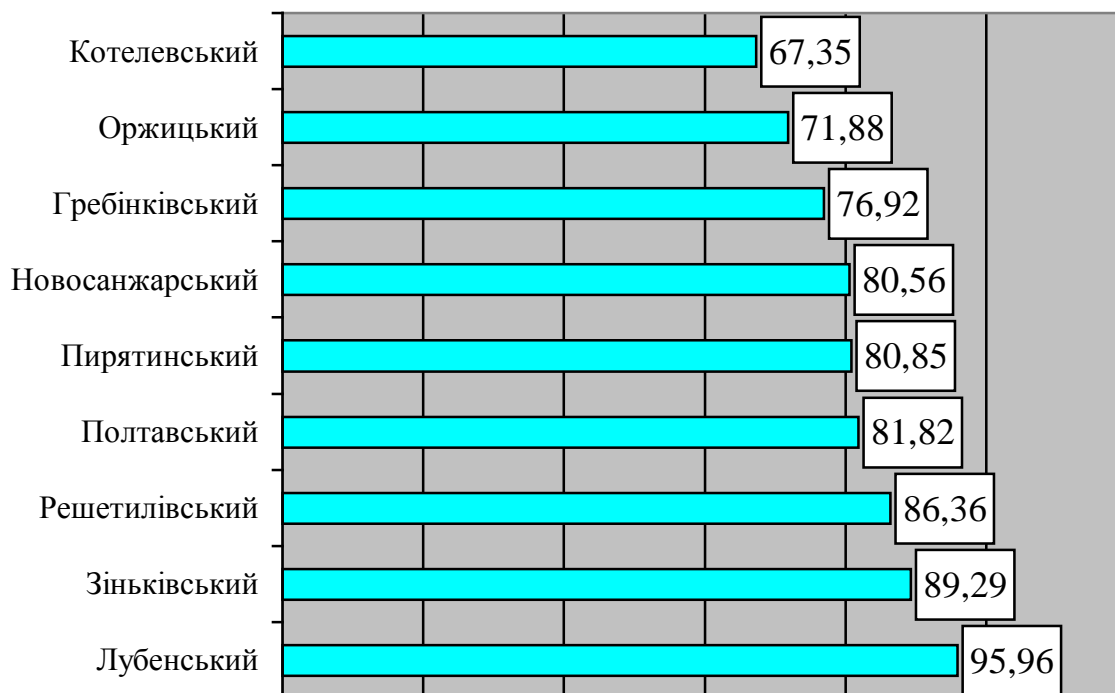


Рис. 1. Відсоток неблагополучних одноосібних селянських та фермерських господарств на території Полтавської області залежно від досліджуваного району

Проведеними дослідженнями встановлено, що вароозна інвазія частіше перебігала у складі інвазійних хвороб бджіл – у 61,34 % випадків. Рідше діагностували вароозну моноінвазію – 38,66 % (рис. 2).

■ моноінвазія ■ двокомпонентні ■ трикомпонентні

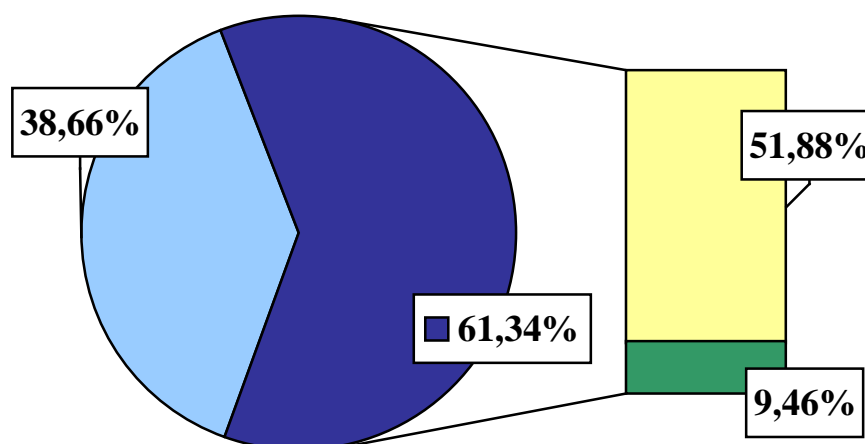


Рис. 2. Особливості перебігу вароозу медоносних бджіл

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Мікстінвазії склалися з двох- (51,88 %) та трикомпонентних (9,46 %) асоціацій збудників інвазій, а саме: вароозу, ноземозу, акарапозу та амебіазу у різних комбінаціях. Причому найчастіше діагностували вароозно-ноземозну мікстінвазію – 78,46 % від загальної кількості інвазованих бджіл (рис. 3).

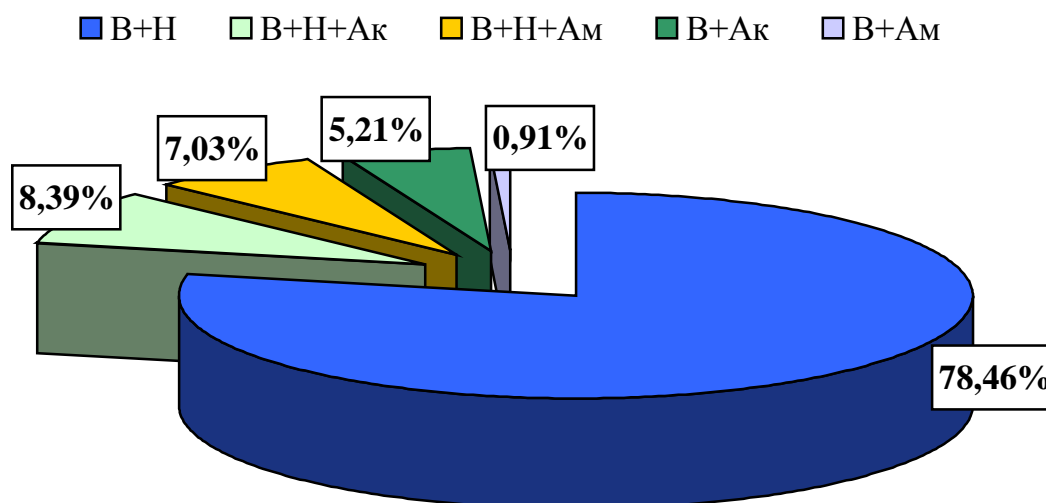


Рис. 3. Варооз у складі інвазійних хвороб бджіл

Рідше встановлювали асоціацію *Varroa destructor*, *Nosema apis* і *Acarapis woodi* (8,39 %), *V. destructor*, *N. apis* і *M. mellificaе* (7,03 %), *V. destructor* і *A. woodi* (5,21 %), *V. destructor* і *M. mellificaе* (0,91 %).

Згідно літературних даних, варооз медоносних бджіл на території окремих регіонів України у нозологічному профілі заразних хвороб може сягати 56 % (Житомирська область) та 72 % (Рівненська область) [1, 2]. Водночас за результатами власних досліджень середня інвазованість бджолосімей збудником вароозу на території Полтавської області становила 48,71 %, хоча в окремих господарствах цей показник сягав 100,00 %. Водночас виявлено, що збудник вароозу частіше перебігає разом з ноземами (78,46 %), що підтверджується іншими авторами [8], які вказують на певний симбіоз цих збудників, чим і обумовлений їх асоціативний перебіг.

Висновки

Встановлено, що варооз є значно поширеною акарозною інвазією медоносних бджіл на території Полтавської області, де ураженість бджолосімей може сягати 100,00 % за середньої інвазованості 48,71 %. Доведено, що варооз частіше (61,34 %) перебігає у складі дво- та трикомпонентних асоціацій збудників інвазійних хвороб бджіл (51,88 та 9,46 % відповідно). Найбільш поширеною виявилася двокомпонентна асоціація *Varroa destructor* та *Nosema apis* (78,46 %). Рідше діагностували мікстінвазії збудників вароозу, ноземозу, акарапозу та амебіазу у різних комбінаціях (від 0,91 до 8,39 %).

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчення ефективності сучасних лікарських засобів за вароозу медоносних бджіл.

References

- Galatjuk, O. Je., Kysterna, O. S. & Musijenko, O. V. (2014). Znachennja ocinky epizootologichnogo profilju medonosnyh bdzhil Pivnichno-Shidnoi Ukrainy. *Naukovyj visnyk Lvivskogo nacionalnogo universytetu veterynarnoi medycyny ta biotekhnologij im. Gzhyckogo*, 16, 3(1), 79–85 [in Ukrainian].
- Galatjuk, O. Je. & Tushak, S. F. (2016). Epizootologichnyj monitoryng zaraznyh hvorob medonosnyh bdzhil u pivnichno-zahidnomu regioni Ukrainy. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy*, 237, 372–379 [in Ukrainian].
- Glavnoe upravlenie veterinarии MSH SSSR. (1984). Metodicheskie ukazaniya po laboratornoj diagnostike amebiaza pchel. № 115-6a. Moskva [in Russian].
- Glavnoe upravlenie veterinarии MSH SSSR. (1985). Metodicheskie ukazaniya po laboratornym issledovaniyam na nozematoz medonosnyh pchel. Moskva [in Russian].

5. Departament veterinarii MSH RF. (2002). Metodicheskie ukazaniya po diagnostike akarapidoza pchel. Moskva [in Russian].
6. Dudynskyy, T. T. (2000). Suchasnyj stan varoatoza v umovah Zakarpattja. *Naukovyj visnyk Uzhgorodskogo derzhavnogo universytetu*, 7, 103–104 [in Ukrainian].
7. Jemec, K. I. (2012). Ocinka zabezpechenosti bdzholynymy simjamy povnocinnogo zapylennja osnovnyh entomofilnyh kultur. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii*, 4, 61–64 [in Ukrainian].
8. Musijenko, O. V., Musijenko, V. M., Kysterna, O. S., Musyenko, A. V., Musyenko, V. N. & Kysterna, A. S. (2010). Parazytocenoz bdzholynoi simi. *Visnyk Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu*, 3 (26), 103–108 [in Ukrainian].
9. Nesterova, L. Ju., Germanenko, M. M., Voblikova, O. O., Pashhenko, O. O., & Gontarenko, V. O. (2013). Udoskonalennja metodiv zabezpechennja veterynarnogo blagopoluchchja pasiky. *Naukovyj visnyk Luganskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu*, 53, 79–82. [in Ukrainian].
10. Peroutka, M., Titerova, Ja. & Haklova, M. (1981). Rannij diagnoz varoatoza s pomoshhju ulevogo podmora. *Apiakta*, 3, 119–120 [in Russian].
11. Affognon, H. D., Kingori, W. S., Omondi, A. I., Diiro, M. G., Muriithi, B. W., Makau, S. & Raina, S. K. (2015). Adoption of modern beekeeping and its impact on honey production in the former Mwingi District of Kenya: assessment using theory-based impact evaluation approach. *International journal of tropical insect science*, 35 (2), 96–102. doi: 10.1017/S1742758415000156.
12. Akimov, I. A. & Korzh, O. P. (2012). Ecological characteristics of *Varroa destructor* (parasitiformes, varroidea) and its environmental capacity as a key factor for development of varroosis panzootia. *Vestnik zoologii*, 46 (5), 8–14. doi: 10.2478/v10058-012-0034-9.
13. Calderone, N. W. (2012). Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: trend analysis of aggregate data for the period 1992–2009. *PLOS One*, 7, e37235. doi: 10.1371/journal.pone.0037235.
14. Cornman, R. S. (2017). Relative abundance of deformed wing virus, *Varroa destructor* virus 1, and their recombinants in honey bees (*Apis mellifera*) assessed by kmer analysis of public RNA-Seq data. *Journal of Invertebrate Pathology*, 149, 44–50. doi: 10.1016/j.jip.2017.07.005.
15. Dainat, B., Evans, J. D., Chen, Y. P., Gauthier, L. & Neumann, P. (2012). Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse. *PLOS One*, 7 (2), e32151. doi: 10.1371/journal.pone.0032151.
16. De Guzman, L. I. & Rinderer, T. E. (1999). Identification and comparison of *Varroa* species infesting honey bees. *Apidologie*, 30, 85–95. doi: 10.1051/apido:19990201.
17. Desai, S. D. & Currie, R. W. (2016). Effects of Wintering Environment and Parasite-Pathogen Interactions on Honey Bee Colony Loss in North Temperate Regions. *Plos One*, 11 (7), e0159615. doi: 10.1371/journal.pone.0159615.
18. Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B., Rosenkranz, P. & Ellis, J. D. (2013). Standard methods for varroa research. *Journal of apicultural research & bee world*, 52 (1), 1–54. doi: 10.3896/IBRA.1.52.1.09.
19. Kito, H. (2008). Establishment of sweets society in Japan: premodern sugar supply. *Sophia Economic Review*, 53, 45–61.
20. Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303–313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721.
21. Lopes, M., Falcão, S., Dimou, M., Thrasyvoulou, A. & Vilas-Boas, M. (2018). Impact of traditional and modern beekeeping technologies on the quality of honey of Guinea-Bissau. *Journal of Apicultural Research*, 57 (3), 406–417. doi: 10.1080/00218839.2018.1430979.
22. Nazzi, F., Brown, S. P., Annoscia, D., Del Piccolo, F., Di Prisco, G., Varricchio, P., Vedova, G. D., Cattonaro, F., Caprio, E. & Pennacchio, F. (2012). Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies. *PLOS Pathogens*, 8, e1002735. doi: 10.1371/journal.ppat.1002735.
23. 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.
24. 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.
25. Van Engelsdorp, 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, 80–95. doi: 10.1016/j.jip.2009.06.011.

26. Naggar, Y., Codling, G., Giesy, J. P. & Safer, A. (2018). Beekeeping and the Need for Pollination from an Agricultural Perspective in Egypt. *Bee World*, 95 (4), 107–112. doi: 10.1080/0005772X.2018.1484202.

27. Zanni, V., Galbraith, D. A. & Annoscia, D. (2017). Transcriptional signatures of parasitization and markers of colony decline in Varroa-infested honey bees (*Apis mellifera*). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 87, 1–13. doi: 10.1016/j.ibmb.2017.06.002.

Стаття надійшла до редакції 25.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Назаренко О. С., Євстаф'єва В. О. Поширення вароозу медоносних бджіл на території Полтавської області. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 254–260.

© Назаренко Олександр Сергійович, Євстаф'єва Валентина Олександрівна, 2019



original article | UDC 004.4'2: 631.526.3 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.35

COMPARATIVE ANALYSIS OF CLUSTERING METHODS SUITABLE FOR PLANT VARIETIES MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS DATA PROCESSING

N. S. Orlenko,

ORCID ID: [0000-0003-4103-7806](https://orcid.org/0000-0003-4103-7806), E-mail: sops@sops.gov.ua,

K. M. Mazhuha,

ORCID ID: [0000-0002-1434-8687](https://orcid.org/0000-0002-1434-8687),

M. B. Dushar,

ORCID ID: [0000-0002-2601-5564](https://orcid.org/0000-0002-2601-5564),

V. V. Maslechkin,

ORCID ID: [0000-0002-6246-4287](https://orcid.org/0000-0002-6246-4287),

Ukrainian Institute of Plant Variety Expert Examination, 15, Henerala Rodymtseva str., Kyiv, 03041, Ukraine

Despite the fact that clustering is uncontrolled classification of multi-dimensional data in corresponding clusters, the clustering problem has been addressed in many contexts and by researchers in many subjects. One of the research areas, where clustering is useful, is morphological analysis of plant variety characteristics, which helps to identify new varieties more accurately. That is why it is important to compare the results of clustering and the using of other methods and measure intervals in order to determine the most suitable methods for morphological characteristics analysis. The following methods were used during the research: analytical, mathematical, statistical, and graphic. This paper presents a comparative analysis of clustering methods using the famous Fisher's Iris data set and also the classification methods, which are the most suitable for analyzing morphological characteristics of plant varieties. As a result, this paper presents a survey of better plant varieties clustering results influenced by different hierarchical agglomerative classification methods (Between-Groups Linkage, Within Groups, Nearest Neighbor, Furthest Neighbor, Centroid Method, Median Method, Wards Method) using Euclidean and non-Euclidean measure intervals. Clustering results were evaluated by using descriptive statistics methods (cross-tables). Some clustering algorithms and technologies, which we used during the research, were also described. The article considers possible measure interval which is used in algorithms, and presents the most popular clustering algorithms and shows their role in the Data mining. Numerous techniques and clustering algorithms were suggested earlier to assist clustering of time series data streams. The clustering algorithms and their effectiveness in various applications are compared to recognize the most suitable method to solve the existing problem of morphological analysis and new plant varieties identification. The best results were obtained using Average Linkage (Between Groups) with Pearson Correlation measure interval, Average Linkage (Within Group) with Cosine measure interval, Average Linkage (Within Group) with Pearson Correlation measure interval, Ward Method with Cosine measure interval. Frequency statistics (cross-tables) to evaluate the quality of classification results was suggested. Thus, the conducted testing proved that there is no universal algorithm that would ideally distribute the set of Fisher's Irises to clusters. Therefore, clustering of plant varieties should be carried out iteratively, consistently applying the most common clustering algorithms and carefully evaluating clustering results in order to select the method and measure interval, which classify plant varieties most optimally and enable to interpret the classification results correctly.

Key words: hierarchical agglomerative methods, measure interval, Fisher's Iris data set, classification, cross-tables.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІЄРАРХІЧНИХ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ, ПРИДАТНИХ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ДАНИХ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК СОРТІВ РОСЛИН

Н. С. Орленко, К. М. Мажуга, М. Б. Душар, В. В. Маслечкін,

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Незважаючи на те, що кластеризація є безконтрольною класифікацією багатовимірних даних у відповідні кластери, застосування кластерного аналізу під час дослідження морфологічних характеристик сортів рослин дозволяє зменшити розмірність вибірки даних, що сприяє більш точній ідентифікації нових сортів. Саме тому важливим питанням є порівняння результатів кластеризації із застосуванням різних методів і метрик та виявлення найбільш придатних для аналізу морфологічних характеристик. Методи: аналітичний, математичний, статистичний, графічний. Під час виконання досліджень використано широко відомий набір даних, що має назву Іриси Фішера. Результати. Досліджено вплив на результат кластерного аналізу різних ієрархічних агрегативних методів класифікації (ближнього сусіда, дальнього сусіда, середнього зв'язку, середнього сусіда (центроїда) та метода Варда) із застосуванням евклідових та не евклідових метрик. Оцінено результати кластеризації з використанням засобів описової статистики (методу перехресних таблиць). Встановлено, що найбільш придатними для проведення кластеризації за морфологічними характеристиками для наборів даних, які описуються метричними шкалами є методи: середнього зв'язку (між групами) із застосуванням кореляції Пірсона, середнього зв'язку (всередині групи) із застосуванням метрик Косінус та кореляції Пірсона, а також методу Варда із застосуванням метрики Косінус. Запропоновано використовувати апарат частотної статистики (перехресні таблиці) для оцінювання якості результатів класифікації. Висновки. Проведене тестування довело, що не існує жодного універсального алгоритму, який би ідеально розподілив набір Ірисів Фішера на кластери. Не зважаючи на те, що встановлено методи й метрики, які є найбільш вдалими для класифікації протестованого набору даних, ці методи не можна рекомендувати для використання під час тестування морфологічних ознак усіх ботанічних таксонів. Кластеризацію сортів рослин потрібно проводити ітераційно, послідовно застосовуючи найбільш поширені алгоритми кластеризації та ретельно оцінювати результати кластеризації з метою вибору метода та метрики, які найбільш оптимально класифікують сорти рослин та дозволять правильно інтерпретувати результати класифікації. Результати такої кластеризації рекомендовано оцінювати з використанням методу перехресних таблиць та обирати кращий за якістю кластерів.

Ключові слова: ієрархічні агрегативні методи, метрика, набір даних Ірисів Фішера, класифікація, перехресні таблиці.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЕРАРХИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ РАСТЕНИЙ

Н. С. Орленко, К. Н. Мажуга, М. Б. Душар, В. В. Маслечкин,

Украинский институт экспертизы сортов растений, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Киев, 03041, Украина

Несмотря на то, что кластеризация является неконтролируемой классификацией многомерных данных в соответствующие кластеры, применение кластерного анализа позволяет уменьшить размерность выборки данных при исследовании морфологических характеристик сортов растений. Это, в свою очередь, способствует более точной идентификации новых сортов. Именно поэтому важным вопросом является сравнение результатов кластеризации с применением различных методов и метрик и выявление наиболее подходящих для анализа морфологических характеристик. В ходе исследования использованы аналитический, математический и статистический методы. Во время выполнения исследований использован широко известный набор данных – Ирисы Фишера. Выполнен анализ влияния на результат кластерного анализа различных иерархических методов классификации с использованием евклидовых и неевклидовых метрик. Установлено, что наиболее пригодными для проведения кластеризации по морфологическим характеристикам для наборов данных, которые описываются метрическими шкалами являются методы: средней связи (между группами) с применением корреляции Пирсона, средней связи (внутри группы) с применением метрик косинус и корреляции Пирсона, а также ме-

тод Варда с применением метрики Косинус. Предложено использовать аппарат частотной статистики (перекрестные таблицы) для оценивания качества результатов классификации. Вывод. Кластеризацию сортов растений следует проводить итерационно, последовательно применяя наиболее распространенные алгоритмы кластеризации и тщательно оценивая результаты кластеризации с целью выбора метода и метрики, которые наиболее оптимально классифицируют сорта растений, что и позволят верно интерпретировать результаты классификации.

Ключевые слова: иерархические агломеративные методы, метрика, набор данных Ирисы Фишера, классификация, перекрестные таблицы.

Вступ

Застосування багатовимірної статистичного аналізу дозволяє більш ефективно реалізовувати систему заходів з охорони сортів рослин шляхом більш точної ідентифікації нових сортів рослин за їх морфологічними ознаками під час проведення кваліфікаційної експертизи на відмінність однорідність та стабільність (ВОС).

Методи класифікації, які придатні для обробки даних польових та лабораторних досліджень сортів рослин, варіюють від дуже простих до надзвичайно складних. Тому варто обережно підходити до вибору статистичних методів, зокрема кластерного. Зазвичай класифікацію проводять за такими етапами: відбирають набір даних об'єктів кластеризації (тут – це набір даних Іриси Фішера), визначають множину змінних для оцінювання об'єктів у вибірці та, у разі необхідності, нормалізації значень змінних (у контексті цього дослідження – це довжина зовнішньої частки оцвітіння, ширина зовнішньої частки оцвітіння, довжина внутрішньої частки оцвітіння та ширина внутрішньої частки оцвітіння, обчислення значень міри схожості між об'єктами).

Відмітимо, що після отримання результатів кластеризації необхідно оцінювати якість утворених кластерів. Зазвичай, таке оцінювання проводять інтуїтивно, спираючись на досвід дослідників. Але у практиці кваліфікаційної експертизи сортів на ВОС інтуїтивне судження є недостатньо обґрунтованим. Тому інтуїтивне інтроспективне оцінювання може бути лише застосовано лише для невеликих наборів об'єктів, але великомасштабні експерименти вимагають застосування більш об'єктивного методу.

Під час дослідження застосовано найбільш поширені методи ієрархічного кластерного аналізу. Методи ієрархічної кластеризації докладно описані в наукових статтях Хуї Дінгі, Гоцем Трейчевським, Пітером Шеустернером, Сяюе Ванем та Еамонном Кеохом [8]. Особливості агломеративних методів наведено авторами: Джайн А., Мурті М., Флінт П. Педро Перева Родрігуз та його співавтори в [13] проаналізували систему кластеризації потокового часового ряду. Сян Ліан та інші в [17, 18] запропонували поліноміальний підхід, на підставі якого виконується прогнозування на основі апроксимованої кривої останніх значень ознак. Використання класичного набору даних Іриси Фішера під час тестування роботи алгоритмів машинного навчання, застосування теорії нечітких множин та кластеризації розглянуті в роботах [1–3, 5, 8–13, 16, 19, 20].

Кластерний аналіз в аграрній сфері широко застосовується вітчизняними та іноземними дослідниками [4, 23]. Але потрібно відмітити, що окремі автори зовсім не згадують або не обґрунтовують у свої роботах, який метод та метрику використано під час кластеризації.

Методи об'єктивного оцінювання результатів розглянуто в публікаціях [4, 21–23].

Авторами статті запропоновано власний підхід до оцінювання якості отриманих кластерів сортів рослин.

Тому метою роботи є виявлення методів кластеризації та метрик, які найбільш придатні для аналізу морфологічних ознак сортів рослин та засобів оцінювання результатів кластеризації.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- визначити вплив обраних методів та метрик на результати кластеризації сортів рослин за морфологічними ознаками на прикладі загальновідомого набору даних «Іриси Фішера»;
- встановити метод оцінювання результатів кластеризації та обґрунтувати доцільність його застосування.

Матеріали і методи досліджень

Під час дослідження був використаний широковідомий набір даних ботанічних таксонів півників, який також називають набором даних Іриси Фішера [15, 16]. Цей набір даних називають Ірисами Андерсона, оскільки Едгар Андерсон зібрав ці дані для кількісного визначення морфологічних ознак

різних сортів півників трьох ботанічних таксонів [7]. Два з трьох видів були зібрані на півострові Га-спе з одного й того самого пасовища однією людиною, для вимірювання застосовувався один й той самий приклад [6]. Набір даних складається з 50 зразків кожного з трьох видів ірису, а саме: півників щетинистих, півників строкатих та півників віргініка. Набір даних містить п'ять стовпчиків (рис. 1).

	A	B	C	D	E
	Довжина зовнішньої частки оцвіттини	Ширина зовнішньої частки оцвіттини	Довжина внутрішньої частки оцвіттини	Ширина внутрішньої частки оцвіттини	Вид Ірису
1					
2	5,10	3,50	1,40	0,20	Півник щетинист
3	4,90	3,00	1,40	0,20	Півник щетинист
4	4,70	3,20	1,30	0,20	Півник щетинист
5	4,60	3,10	1,50	0,20	Півник щетинист
50	5,30	3,70	1,50	0,20	Півник щетинист
51	5,00	3,30	1,40	0,20	Півник щетинист
52	7,00	3,20	4,70	1,40	Півник строкатий
53	6,40	3,20	4,50	1,50	Півник строкатий
54	6,90	3,10	4,90	1,50	Півник строкатий
55	5,50	2,30	4,00	1,30	Півник строкатий
56	6,50	2,80	4,60	1,50	Півник строкатий
57	5,70	2,80	4,50	1,30	Півник строкатий
58	6,30	3,30	4,70	1,60	Півник строкатий
59	4,90	2,40	3,30	1,00	Півник строкатий
60	6,60	2,90	4,60	1,30	Півник строкатий
103	5,80	2,70	5,10	1,90	Півник віргініка
104	7,10	3,00	5,90	2,10	Півник віргініка
105	6,30	2,90	5,60	1,80	Півник віргініка
106	6,50	3,00	5,80	2,20	Півник віргініка
107	7,60	3,00	6,60	2,10	Півник віргініка

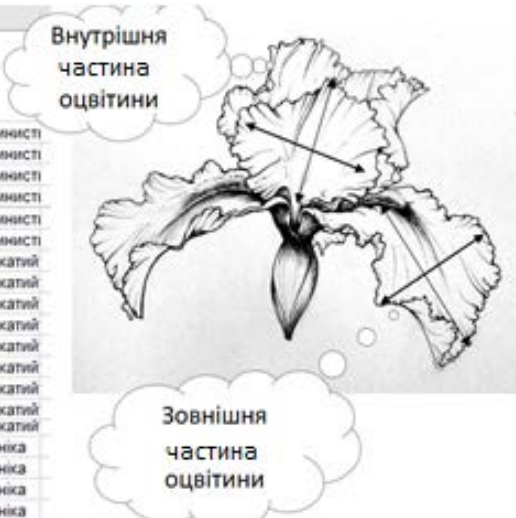


Рис. 1. Набір даних Іриси Фішера

У перших чотирьох стовпчиках записані морфологічні ознаки для кожного зразка півників, а саме: довжина і ширина зовнішньої частки оцвіттини та внутрішньої частки оцвіттини в сантиметрах. У п'ятому стовпчику зазначено вид півника.

Під час кластеризації набору даних, із використанням агломераційних методів, міри схожості між кластерами можуть бути написані за допомогою формули Ленса-Вільямса (1):

$$d(i, j, k) = a_i d(i, k) + a_j d(j, k) + b d(i, j) + c |d(i, k) - d(j, k)|. \quad (1)$$

Одиночний зв'язок (Найближчий сусід)

$$a_i = a_j = 0.5 ; b = 0 ; c = -0.5 ; \\ d(i + j, k) = \min \{d(i, k), d(j, k)\}.$$

Повний зв'язок (Найбільш віддалений сусід)

$$a_i = a_j = 0.5 ; b = 0 ; c = 0.5 ; \\ d(i + j, k) = \max \{d(i, k), d(j, k)\}.$$

Зважений центроїдний метод (медіана).

$$a_i = a_j = 0.5 ; b = -0.25 ; c = 0.$$

Незважене попарне середнє

$$a_i = n_i / (n_i + n_j) ; a_j = n_j / (n_i + n_j) ; b = c = 0 ; \\ D(C_i + C_j) = 1 / (n_i n_j) \sum d(a, b).$$

Метод Варда

$$a_i = (n_i + n_k) / (n_k + n_i + n_j) ; a_j = (n_j + n_k) / (n_k + n_i + n_j) ; \\ b = (n_k) / (n_k + n_i + n_j) ; c = 0.$$

Графічне зображення, що пояснює застосування метрик наведено на рисунку 2.

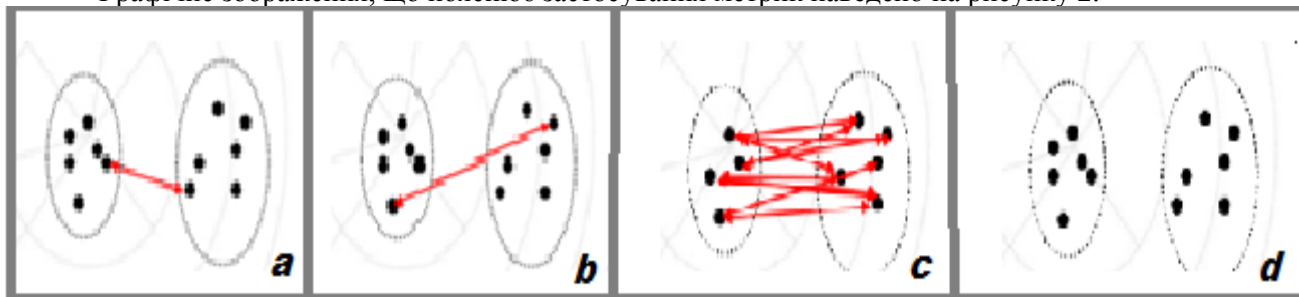


Рис. 2. Графічне відображення застосування метрик

Одиночний зв'язок (рис. 2 а). У цій метриці відстанню між кластерами вважається відстань між двома найбільш близькими об'єктами в різних кластерах.

Повний зв'язок (рис. 2 б.). Під час використання цього методу відстань між кластерами обчислюється аналогічно методу одиночного зв'язку, але замість мінімальної відстані обчислюється максимум.

Середній зв'язок (рис. 2 с). Відстань між двома відмінними один від одного кластерами можна визначити як середню відстань між усіма парами об'єктів з різних кластерів.

Зважений центроїдний метод (рис. 2 д). Цей метод ідентичний попередньому, за винятком того, що під час обчислення використовують вагу під час обчислення різниці між розмірами кластерів.

Метод Уорда: мінімізує суму квадратів критерію (міри неоднорідності), розрахунок проводиться за формулою (2):

$$ESS = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \sum_{j=1}^d (x_{ij} - x_{kl})^2 \quad (2)$$

Під час тестування ієрархічних методів були використані такі метрики: *Евклідова відстань*. Класична метрика Евкліда, що є геометричною відстанню в багатовимірному просторі, обрховується за формулою (3):

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_i^n (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

Квадрат евклідової відстані. Сума квадратів різниці між значеннями для предметів. Ця метрика описується формулою (4):

$$D(x, y) = \sum_i^n (x_i - y_i)^2 \quad (4)$$

Відстань кореляція Пірсона. Співвідношення між двома векторами значень, що описується формулою (5):

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{[\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2]^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

Відстань Косинус. Косинус кута між двома векторами значень визначається за формулою (6):

$$D(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^k x_i y_i}{\sqrt{\sum_i x_i^2 \sum_i y_i^2}} \quad (6)$$

Відстань Чебишева є максимальною абсолютною різницею між характеристиками двох об'єктів й обчислюється за формулою (7):

$$D(x, y) = \max(|x_i - y_i|) \quad (7)$$

Відстань Мінковського – це корінь суми абсолютних відмінностей між значеннями елементів, що обрховується за формулою (8):

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_i^n (x_i - y_i)^2} \quad (8)$$

Розрахунки було проведено з використанням тестової версії статистичного пакету IBM SPSS Statistics 22 (trial version) [9, 21].

Результати досліджень та їх обговорення

Тестування набору даних Іриси Фішера проводилось з використання методів: ближнього сусіда, дальнього сусіда, середнього зв'язку, центроїда, медіани та метода Уорда у комбінаціях з метриками евклідова відстань, квадрат евклідової відстані, кореляція Пірсона, Косинус, Чебишева та Мінковського (таб. 1).

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

1. Результати тестування

Метод кластеризації	Метрикал	Кількість зразків		
		Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Середнього зв'язку (між групами)	Евклідова відстань	50	64	36
	Квадрат евклідової відстані	50	88	12
	Косінус	49	1	100
	Кореляція Пірсона	50	54	46
	Чебишева	50	90	10
	Мінковського	50	64	36
Середнього зв'язку (всередині групи)	Евклідова відстань	50	72	28
	Квадрат евклідової відстані	50	72	28
	Косінус	50	53	47
	Кореляція Пірсона	50	54	46
	Чебишева	50	64	36
	Мінковського	50	72	28
Одинарного зв'язку (ближнього сусіда)	Евклідова відстань	50	98	2
	Квадрат евклідової відстані	50	98	2
	Косінус	49	1	100
	Кореляція Пірсона	49	1	100
	Чебишева	50	98	2
	Мінковського	50	98	2
Повного зв'язку (дальнього сусіда)	Евклідова відстань	50	72	28
	Квадрат евклідової відстані	50	72	28
	Косінус	50	74	26
	Кореляція Пірсона	50	28	72
	Чебишева	50	65	35
	Мінковського	50	72	28
Середнього сусіда (центроїда)	Евклідова відстань	50	98	2
	Квадрат евклідової відстані	50	64	36
	Косінус	50	32	68
	Кореляція Пірсона	50	32	68
	Чебишева	50	96	4
	Мінковського	50	98	2
Метод Медіани	Евклідова відстань	50	63	37
	Квадрат евклідової відстані	50	87	13
	Косінус	49	1	100
	Кореляція Пірсона	50	47	53
	Чебишева	50	86	14
	Мінковського	50	63	37
Метод Уорда	Евклідова відстань	50	64	36
	Квадрат евклідової відстані	50	64	36
	Косінус	50	52	48
	Кореляція Пірсона	50	39	61
	Чебишева	50	65	35
	Мінковського	50	64	36

Результати кластеризації були збережені у вихідному файлі з метою подальшого аналізу якості кластеризації даних. Авторами статті проведено апробацію використання статистичного оцінювання якості кластеризації з використанням методу перехресних таблиць. Найбільш точні результати під час розрахунків за методом середнього зв'язку було досягнуто із застосуванням метрики кореляція Пірсона. Як свідчить рисунок 3 а, у перший кластер потрапили всі 50 зразків півників щетинистих, у другий кластер потрапили 48 півників строкатих та шість півників віргініка. У третьому кластері 34

півники віргініка та два півники строкатих. Аналогічний результат отримано з використанням методу середнього зв'язку із застосуванням метрики кореляція Пірсона. Близький до цього результат отримано з використанням метрики Косінус.

Під час застосування методу одинарного зв'язку та метрик Евклідова відстань, квадрат Евклідової відстані, відстані Чебишева та Мінковського у першому кластері 50 зразків, у другому 98 зразків, у третьому два зразки. У разі застосування метрик Косінус та Пірсона у першій кластер потрапили 49 зразків, у другий один зразок, у третій 100 зразків, що зовсім не відповідає співвідношенню ботаничних таксонів у вихідному наборі даних. Методи повного зв'язку та метод центроїда із використанням всіх вище названих метрик також неправильно розподіляють зразки у кластери.

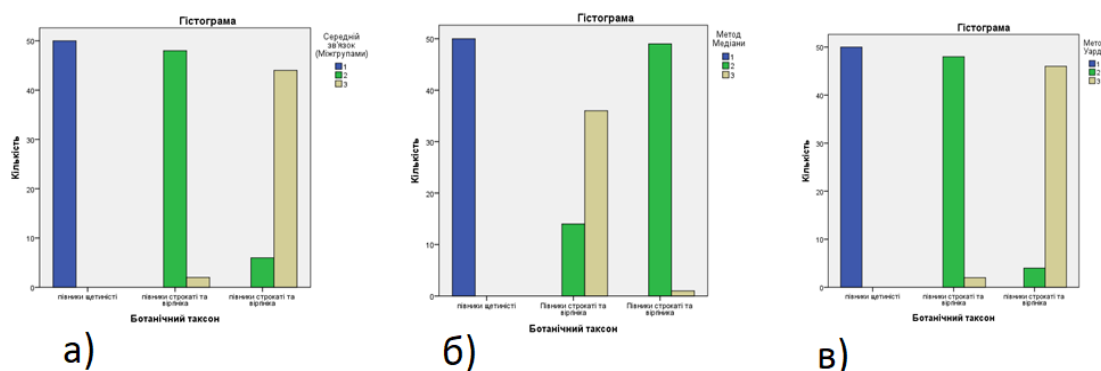


Рис. 3. а) метод середнього зв'язку та метрика кореляція Пірсона, б) метод Медіана та метрика кореляції Пірсона, в) методом Уарда та метрика Косінус

Під час використання методу Медіана у першому кластері 50 зразків півників щетинистих, у другому 14 зразків півників строкатих та 49 півників віргініка, у третьому 36 півників строкатих та один зразок півників віргініка.

Під час використання методу Уорда та метрики Косинус (рис. 3 в) у першому кластері 50 зразків півників щетинистих, у другому 48 зразків півників строкатих та чотири зразка півників віргініка, у третьому два зразки півників строкатих та 46 зразків півників віргініка.

Висновки

Результати тестування свідчать, що не існує жодного універсального алгоритму, який би ідеально розподілив набір Ірисів Фішера на кластери. Найкращий результат було досягнуто під час кластеризації з використанням методів: середнього зв'язку між групами із застосуванням метрики кореляція Пірсона, а також методу середнього зв'язку усередині групи із застосуванням метрики кореляція Пірсона та метрики Косінус, й методу Уорда з використанням метрики Косінус.

Використання статистичного оцінювання якості результатів кластеризації апаратом перехресних таблиць дозволило більш точно виокремити найбільш придатні методи та метрики агломеративного ієрархічного кластерного аналізу. Ураховуючи, що колекція даних про сорти рослин постійно зростає, рекомендовано використовувати класифікацію як інструмент інтелектуального аналізу даних для полегшення розпізнання нових сортів рослин за їх морфологічною ознакою. Проте кластеризацію сортів рослин потрібно проводити ітераційно, послідовно застосовуючи найбільш поширені алгоритми кластеризації та метрики. Результати кластеризації рекомендовано оцінювати з використанням апарату частотної статистики, зокрема перехресних таблиць.

Перспективи подальших досліджень. У базі даних Українського інституту експертизи сортів рослин зберігаються дані щодо 46 303 сортів рослин 661 ботаничного таксону. Перелік морфологічних ознак для кожного з ботаничних таксонів визначається методичними рекомендаціями UPOV та вітчизняними методиками. Дослідженню методів та метрик кластеризації, які придатні для аналізу морфологічних ознак кожного з ботаничних таксонів буде приділятися увага у найближчому часі.

Reference

1. Balan, H. O., Tkachyk, S. O., Orlenko, N. O., & Bushulian, O. V. (2018). Analysis of the phytosanitary state of crops of various soybean varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Plant*

- Varieties Studying and Protection*, 14 (3), 295–301. doi:10.21498/2518-1017.14.3.2018.145300 [In Ukrainian].
2. Melnyk, A. V. (2013). Vykorystannia klasternoho analizu za pidboru sortiv i hibrydiv ripaku yarohto dlia vyroshchuvannia v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 6–11. doi:10.31210/visnyk2013.04.01 [In Ukrainian].
 3. Prysyazhnyuk, O. I., & Dymytrov, S. G. (2014). Ocinka reakciyi novyx gibrydiv sonyashnyku na umovy vyroshhuvannya. *Naukovi dopovidi Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 7, 8–14 [In Ukrainian].
 4. Stekh, Yu. V., Faisal Sardikh, M. E., Kernytskyi, A. B., & Dombrova, M. S. (2010). Alhorytmichna otsinka optymality rezultativ klasteryzatsii za kryteriiem vidstani. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politehnika"*, 685, 131–134 [In Ukrainian].
 5. Tyshchenko, V. N., Panchenko, P. M., & Chernysheva, O. P. (2013). Ydentyfikatsiia sortov y selektsionnykh lyny pshenytsy ozymoi po sbalansyrovannosti kolychestvennykh pryznakov s yspolzovanyem klasternoho analiza. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 28–35. doi:10.31210/visnyk2013.03.04 [In Ukrainian].
 6. Anderson, E. (1935). The irises of the Gaspé Peninsula. *Bulletin of the American Iris Society*, 59, 2–5.
 7. Anderson, E. (1936). The Species Problem in Iris. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 23 (3), 457. doi:10.2307/2394164.
 8. Bagnall, A., & Janacek, G. (2005). Clustering Time Series with Clipped Data. *Machine Learning*, 58 (2-3), 151–178. doi:10.1007/s10994-005-5825-6.
 9. Bisson, G., Nedellec, C., & Canamero, L. (2000). Designing clustering methods for ontology building - The Mo'K workbench. *Proceedings of the ECAI Ontology Learning Workshop*, 13–19.
 10. Bryman, A. (2012). *Quantitative Data Analysis with IBM SPSS, 17, 18 & 19: A Guide for Social Scientists*. New York: Routledge. doi:10.4324/9780203180990.
 11. Crossman, A. (2014). Analyzing quantitative data: Statistical software programs for use with quantitative data. Retrieved from: <http://sociology.about.com/od/Research-Tools/a/Computer-programs-quantitative-data.htm>.
 12. Crossman, A. (2014). Analyzing Quantitative Data: Statistical Software Programs for Use with Quantitative Data. Retrieved from: <http://sociology.about.com/od/ResearchTools/a/Computer-programs-quantitative-data.htm>.
 13. Ding, H., Trajcevski, G., Scheuermann, P., Wang, X., & Keogh, E. (2008). Querying and mining of time series data. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 1 (2), 1542–1552. doi:10.14778/1454159.1454226.
 14. Dutta, D., Roy, A., & Choudhury, K. (2013). Training Artificial Neural Network Using Particle Swarm Optimization Algorithm. *International Journal on Computer Science And Engineering(IJCSE)*, 3 (3).
 15. Fisher, R. A. (1936). The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, 7 (2), 179–188. doi:10.1111/j.1469-1809.1936.tb02137.x.
 16. Fisher, R. A. (1936). UCI Machine Learning Repository: Iris Data Set. Retrieved from: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Iris>. Consulted 10 AUG 2013.
 17. Jain, A. K., & Dubes, R. C. (1988). *Algorithms for Clustering Data*. Englewood Cliffs.
 18. Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: a review. *ACM Computing Surveys*, 31(3), 264–323. doi:10.1145/331499.331504.
 19. Mucherino, A., Papajorgji, P. J., & Pardalos, P. M. (2009). Data Mining in Agriculture. *Springer Optimization and Its Applications*. doi:10.1007/978-0-387-88615-2.
 20. Robbins, S. (2012). How Does SPSS Differ from a Typical Spreadsheet Application. Retrieved from: <https://publish.illinois.edu/commonsknowledge/2012/06/07/how-does-spss-differ-from-atypical-spreadsheet-application>.
 21. Rodrigues, P. P., Gama, J., & Pedroso, J. P. (2008). Hierarchical Clustering of Time-Series Data Streams. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 20 (5), 615–627. doi:10.1109/tkde.2007.190727.
 22. Stekh, Y., Fajsal, M. E., Sardieh Kernytskyi A., & Nykyforchyn, R. (2008). Dialog graphical system of classification with the help of distance function. *Proceedings of the XVI Ukrainian-Polish Conference on "CAD in Machinery Design. Implementation and Education Problems"*. Lviv: CADMD.

23. Sunaga, D. Y., Nievola, J. C., & Ramos, M. P. (2007). Statistical and Biological Validation Methods in Cluster Analysis of Gene Expression. *Sixth International Conference on Machine Learning and Applications*. USA: ICMLA. doi:10.1109/icmla.2007.55.

Стаття надійшла до редакції 03.04.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Орленко Н. С., Мажуга К. М., Душар М. Б., Маслечкін В. В. Порівняльний аналіз ієрархічних методів кластеризації придатних для оброблення даних морфологічних ознак сортів рослин. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 261–269.

© Орленко Наталія Станіславівна, Мажуга Костянтин Миколайович,
Душар Марія Богданівна, Маслечкін Василь Вікторович, 2019



original article | UDC 539.3:624.016 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.36

BASIC STRESS-STRAIN STATE OF A MULTILAYER SYMMETRIC CIRCULAR ARCH UNDER THE ACTION OF NORMAL FORCES IN THE MIDDLE SECTION. REPORT 1. ARCHES OF HIGH 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 first part of the article deals with the statement of the problem, the prerequisites, the main stages of developing its general solution and the conditions that simulate different methods of fixing the ends of a solid arch and arch with a pin-connected joint in the middle section. In the course of solving the problem, the studied arch symmetry enabled to consider only its half separated over the middle section, taking into account the corresponding static and kinematic conditions on the ends. The SSS of such element is similar to the SSS of a circular multilayer bar with loads at the ends, which enabled to use the exact solution of elasticity theory of the corresponding problem obtained by the authors. The solution developed in such a way corresponds to the exact solution of the problem on the most part of the arch and, near the loaded section and the fixed ends, gives a simplified description of the SSS without taking into account its local distortions. The obtained general correlations depend on six unknown parameters in the middle section. For the purpose of their determining, static and kinematic conditions which correspond to different methods of fixing the ends of the arch and the connection of its halves were obtained. To demonstrate the possibilities and approbation of the obtained solution, the authors gave the results of determining the SSS of a four-layer arch with rigid ends' fixation with the ratio of the mean radius to the section height that is equal to 1.75, as well as the results of additional calculations at increasing the mentioned ratio to 15. The developed solution enables to identify the SSS of symmetric composite arch elements and rings in order to study their static strength and stiffness and can also be used in solving more complex deformation problems of multilayer curved elements of constructions.

Keywords: multilayer arch, orthotropic layer, concentrated force, strain, displacement.

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ЗГИНУ БАГАТОШАРОВОЇ СИМЕТРИЧНОЇ КРУГОВОЇ АРКИ ПІД ДІЄЮ НОРМАЛЬНОЇ СИЛИ У СЕРЕДНЬОМУ ПЕРЕРІЗІ. ПОВІДОМЛЕННЯ 1. АРКИ ВЕЛИКОЇ 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, так і підкріплюючі елементи тонкостінних оболонок. Важливим для практики випадком дефо-

рмування арок є симетричний згин у власній площині під дією зосередженої сили. Опір однорідних ізотропних арок уже 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 першій частині статті визначено задачу, її передумови, основні етапи побудови її загального розв'язку та умови, що моделюють різні способи закріплення кінців суцільної арки та арки із шарнірним вузлом у середньому перерізі. Симетрія досліджуваної арки дала змогу в ході розв'язання задачі розглядати тільки її половину, відокремлену по середньому перерізу з урахуванням відповідних статичних і кінематичних умов на торцях. НДС такого елемента подібний НДС кругового багатошарового бруса з навантаженнями на торцях, що дозволило використати отриманий авторами точний розв'язок теорії пружності відповідної задачі. Побудований таким чином розв'язок відповідає точному розв'язку задачі на більшій частині арки, а поблизу навантаженого перерізу та закріплених торців дають спрощений опис НДС без урахування його локальних спотворень. Отримані загальні співвідношення залежать від 6-ти невідомих параметрів у середньому перерізі, для визначення яких отримані статичні і кінематичні умови, що відповідають різним способам закріплення кінців арки та з'єднання її половин. Для демонстрації можливостей і апробації отриманого розв'язку приведені результати визначення НДС чотиришарової арки із жорстким закріпленням торців, з відношенням середнього радіусу до висоти перерізу рівним 1,75, а також результати додаткових розрахунків при збільшенні вказаного відношення до 15. Побудований розв'язок дозволяє визначати НДС симетричних композитних аркових елементів та кілець для дослідження їх статичної міцності та жорсткості, а також може бути використаний у ході розв'язання більш складних задач деформування багатошарових криволінійних елементів конструкцій.

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 1. АРКИ БОЛЬШОЙ 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. В первой части статьи приведены постановка задачи, принятые предположения, основные этапы построения ее общего решения и условия, моделирующие различные способы крепления концов сплошной арки и арки с шарнирным узлом в среднем сечении. Симметрия исследуемой арки позволила в процессе решения задачи рассматривать только ее половину, отделенную по среднему сечению с учетом соответствующих статических и кинематических условий на торцах. НДС такого элемента подобен НДС кругового многослойного бруса с нагрузками на торцах, что позволило использовать полученное авторами точное решение теории упругости соответствующей задачи. Построенное таким образом решение соответствует точному решению задачи на большей части арки, а вблизи нагруженного сечения и закрепленных торцов дает упрощенное описание НДС без учета его локальных искажений. Полученные общие соотношения зависят от 6-ти неизвестных параметров в среднем сечении, для определения которых получены статиче-

ские и кинематические условия, соответствующие различным способам закрепления концов арки и соединение ее половин. Для демонстрации возможностей и апробации полученных решений приведены результаты определения НДС четырехслойной арки с жестким закреплением торцов с отношением среднего радиуса к высоте сечения равным 1,75, а также результаты дополнительных расчетов при увеличении указанного отношение до 15. Найденное решение позволяет определять НДС симметричных композитных арок элементов и колец для исследования их статической прочности и жесткости, а также может быть использован в ходе решения более сложных задач деформирования многослойных криволинейных элементов конструкций.

Ключевые слова: многослойная арка, ортотропный слой, сосредоточенная сила, напряжение, перемещение.

Вступ

Кругові арки широко застосовуються в будівництві, а також нерідко трапляються в машинобудівних конструкціях як окремі деталі, так і підкріплюючі елементи тонкостінних оболонок. У будівельних конструкціях для спрощення виготовлення і монтажу, а також з міркувань раціонального розподілу зусиль, часто суцільну арку замінюють симетричними частинами, що з'єднані шарнірно. Для обох згаданих типів кругових арок важливим для практики випадком деформування є симетричний згин у власній площині під дією зосередженої сили.

Опір однорідних ізотропних арок у різних умовах навантаження та закріплення вже досліджений. Однак механіка деформування багат шарових композитних арок є недостатньо вивченою, що створює додаткові перепони на шляху запровадження у конструкторську практику таких елементів та створення економічних і міцних композитних конструкцій.

У будівельній механіці споруд та машин одним із класичних розділів є опір однорідних ізотропних арок та кілець. Грунтовні праці в цьому напрямі можна знайти у Тимошенка [5], де розроблено загальну теорію деформування арок, зокрема кругових, із урахуванням деформацій поперечного зсуву. Подібний підхід до врахування деформацій зсуву, але стосовно вже багат шарових криволинійних стержнів, застосовано Васильєвим [2, 1].

Для кругових композитних брусів розроблено велику кількість прикладних моделей згину [7, 17, 16, 18, 20], які дають змогу враховувати неоднорідність будови, анізотропію пружних властивостей, а також піддатливість деформаціям поперечного зсуву і обтиснення. Такі моделі дозволяють враховувати різноманітні типи навантажень і закріплень, однак внаслідок прийнятих допущень поступаються в точності розв'язкам теорії пружності [8, 10, 12, 15, 19, 22, 11, 13].

В чистому вигляді згадані точні розв'язки мають обмежене практичне застосування, оскільки отримані лише для окремих випадків чистого згину [8, 10, 19, 12, 22], поперечного згину силою на торці [11, 12, 22] та їх комбінації [15, 13]. Однак вони можуть слугувати прикладним підґрунтям для розв'язання інших важливих практичних задач.

У роботі [14] на основі точного розв'язку теорії пружності для багат шарової прямої консолі із навантаженням на вільному торці [9] побудовано прикладний розв'язок для двоопорних багат шарових балок із зосередженим навантаженням. Подібний підхід можна застосувати і для розв'язання задач згину кругових арок і кілець на основі розв'язку [13].

Метою роботи є теоретичне дослідження НДС симетрично закріпленої багат шарової арки, що перебуває під дією зосередженої нормальної сили в середньому перерізі, шляхом побудови аналітичного розв'язку відповідної задачі. *Основні завдання:* розробити підходи до визначення НДС арки на основі загального рішення теорії пружності для багат шарової консолі із круговою віссю і навантаженням на вільному торці; отримати необхідні кінематичні та статичні умови для основних типів закріплень кінців суцільної арки та арки із шарнірним з'єднанням її половин; апробувати побудований розв'язок у ході визначення НДС багат шарової арки та дослідити вплив окремих властивостей її матеріалів на розподіл напружень і переміщень.

Матеріали і методи досліджень

Початкові положення і передумови. Розглянемо симетричну відносно середнього перерізу багат шарову арку (рис. 1) із круговою віссю радіуса r_c . Арка складається з m концентричних шарів P_k ($k = \overline{1, m}$) різних матеріалів, що жорстко з'єднані на поверхнях контакту. Поперечні перерізи арки не

змінюють розміри і будову вздовж осі і мають форму вузького прямокутника шириною b і висотою h , причому $b \ll h \ll 2\alpha r_c$ (рис. 1, б).

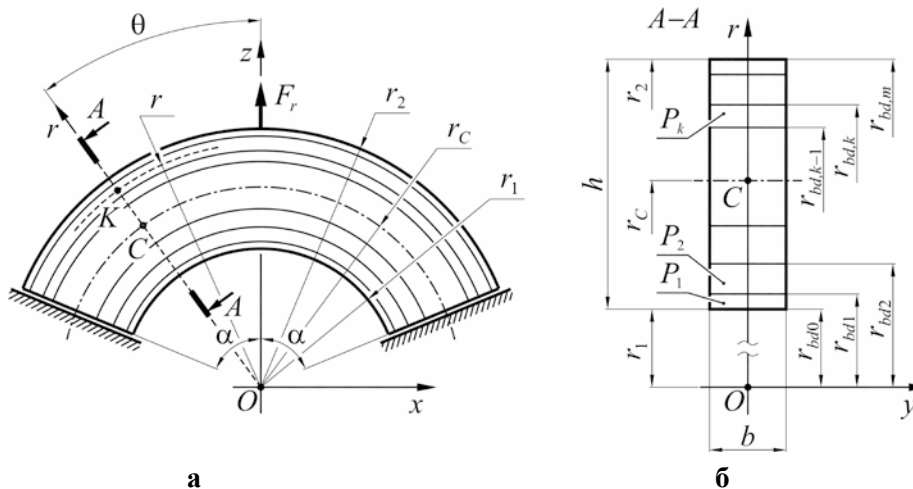


Рис. 1. Схема багатошарової арки (а) і її поперечного перерізу (б)

Для опису геометрії арки та отримання співвідношень застосуємо кругову циліндричну систему координат $r\theta y$, як основну і прямокутну систему xuz , – як додаткову. Початки обох систем координат збігаються із точкою O , яка належить площині xOz кругової осі арки і є її центром кривизни (рис. 1). Додатний напрям координати θ для довільної точки K відраховується проти годинникової стрілки від осі Oz .

Шари арки – однорідні ізотропні або із циліндричною ортотропією пружних властивостей [4]. У довільній точці $K(r, \theta, y)$ ортотропного шару (рис. 1, а) одна із площин пружної симетрії співпадає з поперечним перерізом арки, а інша проходить паралельно площині xOz . У системі $r\theta y$ пружні характеристики неоднорідного матеріалу арки, що досліджується, 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, б), 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.

Арка згинається у власній площині під дією нормальної зосередженої сили F_r , прикладеної в середньому перерізі (рис. 1, а). Подовжні циліндричні і бічні поверхні, за виключенням середнього перерізу, вільні від навантажень.

На торцях ($\theta = \pm \alpha$) арка має деякі закріплення однакового типу, так, що вона деформується симетрично відносно середнього перерізу. Вважатимемо, що деформації арки малі порівняно з її розмірами і матеріали усіх шарів працюють тільки у пружній стадії.

Загальний розв'язок для основного НДС. Симетричність навантаження і закріплень арки дає змогу перейти від розгляду вихідної задачі для цілої арки до еквівалентної задачі для її половини, відсіченої площиною yOz (рис. 2). Відкинуту праву частину арки замінимо відповідною системою навантажень у перерізі $\theta = 0$, що зведені до рівнодійних R_c, Θ_c, M_c у точці C .

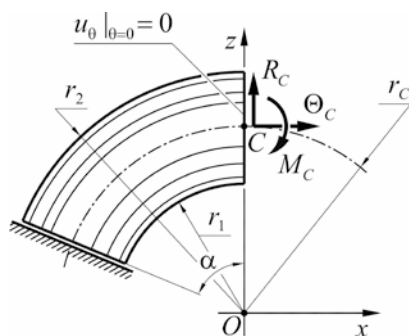


Рис. 2. Розрахункова схема половини симетричної багатощарової арки

Необхідно відмітити, що така спрощена задача подібна до задачі згину багатощарової консолі з круговою віссю та навантаженням на вільному торці [13] із відмінністю в тому, що R_c , Θ_c і M_c у загальному випадку є невідомими величинами, які мають відповідати певним кінематичним умовам.

Однак, якщо для кругового бруса розв'язок у [13] можна вважати точним, то для половини арки на рис. 2 він буде наближеним, оскільки не може враховувати локальні збурення НДС поблизу перерізу із зосередженою силою F_r . Отриманий таким чином НДС аналогічно з прямими балками у [14] і теорією оболонки [3] можна називати основним.

На основі загального розв'язку задачі для багатощарової консолі [13], для компонент основного НДС половини арки (рис. 2) можемо записати наступні співвідношення:

$$\tau_{r\theta} = \left(\frac{Q_r|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \cos \theta + \frac{N_\theta|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \sin \theta \right) \varphi_\tau, \quad \sigma_r = - \left(\frac{Q_r|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \sin \theta - \frac{N_\theta|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \cos \theta \right) \varphi_\tau - \frac{r_c N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bB_{\sigma 1}} \varphi_\sigma, \quad (2)$$

$$\sigma_\theta = - \left(\frac{Q_r|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \sin \theta - \frac{N_\theta|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \cos \theta \right) \frac{1}{r} \frac{d(r^2 \varphi_\tau)}{dr} - \frac{r_c N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bB_{\sigma 1}} \frac{d(r \varphi_\sigma)}{dr},$$

$$u_r = \left(\frac{Q_r|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \sin \theta - \frac{N_\theta|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \cos \theta \right) \int_{r_1}^r \left(\frac{\mu_{r\theta}^v}{\mu_r^E} \frac{d(r^2 \varphi_\tau)}{dr} - \frac{\varphi_\tau}{\mu_r^E} \right) dr + \frac{r_c N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bB_{\sigma 1}} \int_{r_1}^r \left(\frac{\mu_{r\theta}^v}{\mu_r^E} \frac{d(r \varphi_\sigma)}{dr} - \frac{\varphi_\sigma}{\mu_r^E} \right) dr + \frac{Q_r|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \left(\frac{r_1 (r_2 c_{\tau 0} + D_{\tau 0}) \sin \theta}{h} + \frac{\sin \theta + \theta \cos \theta}{2} \right) + \frac{N_\theta|_{\theta=0} \theta \sin \theta}{2bB_{\tau 0}} + \frac{(r_c N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}) c_{\sigma 0} (\cos \theta - 1)}{bB_{\sigma 1}} + \frac{r_2 u_{\theta 11} - r_1 u_{\theta 12}}{h} \sin \theta + u_{r11} \cos \theta, \quad (3)$$

$$u_\theta = \frac{Q_r|_{\theta=0} \cos \theta + N_\theta|_{\theta=0} \sin \theta}{bB_{\tau 0}} \left(\frac{1}{\mu_\theta^E} \frac{d(r^2 \varphi_\tau)}{dr} - \frac{\mu_{\theta r}^v r \varphi_\tau}{\mu_\theta^E} + \int_{r_1}^r \left(\frac{\mu_{r\theta}^v}{\mu_r^E} \frac{d(r^2 \varphi_\tau)}{dr} - \frac{\varphi_\tau}{\mu_r^E} \right) dr \right) - \frac{r_c N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}}{bB_{\sigma 1}} \left(\frac{r}{\mu_\theta^E} \left(\frac{d(r \varphi_\sigma)}{dr} - \mu_{\theta r}^v \varphi_\sigma \right) + \int_{r_1}^r \left(\frac{\mu_{r\theta}^v}{\mu_r^E} \frac{d(r \varphi_\sigma)}{dr} - \frac{\varphi_\sigma}{\mu_r^E} \right) dr \right) \theta + \frac{Q_r|_{\theta=0}}{bB_{\tau 0}} \left(\frac{r_1 (r_2 c_{\tau 0} + D_{\tau 0}) \cos \theta}{h} - \frac{c_{\tau 1} + D_{\tau 0}}{h} r - \frac{\theta \sin \theta}{2} \right) + \frac{N_\theta|_{\theta=0} (\theta \cos \theta - \sin \theta)}{2bB_{\tau 0}} + \frac{(r_c N_\theta|_{\theta=0} + M_y|_{\theta=0}) c_{\sigma 0} (\theta - \sin \theta)}{bB_{\sigma 1}} + \frac{u_{\theta 11}}{h} (r_2 \cos \theta - r) - \frac{u_{\theta 12}}{h} (r_1 \cos \theta - r) - u_{r11} \sin \theta. \quad (4)$$

де $Q_r|_{\theta=0}$, $N_\theta|_{\theta=0}$, $M_y|_{\theta=0}$ – поперечна сила, поздовжня сила та згинаючий момент у початковому перерізі розглядуваної половини арки; $u_{r11} = u_r|_{\theta=0, r=r_1}$, $u_{\theta 11} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_1}$, $u_{\theta 12} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_2}$ – переміщення крайніх волокон половини арки в початковому перерізі.

Співвідношення (2)-(4) загалом залежать від 2-х визначальних функцій φ_τ і φ_σ , 6-ти відомих постійних: $B_{\tau 0}, B_{\sigma 1}, D_{\tau 0}, c_{\tau 0}, c_{\tau 1}, c_{\sigma 0}$, які визначаються через визначальні функції, та 6-ти невідомих статичних і кінематичних параметрів: $Q_r|_{\theta=0}, N_\theta|_{\theta=0}, M_0, u_{r11}, u_{\theta 11}, u_{\theta 12}$.

У співвідношеннях (3) та (4) у квадратних дужках виділені нелінійні складові радіальних та колових переміщень, які залежать від піддатливості матеріалу арки деформаціям поперечного зсуву і обтиснення.

Функції φ_τ і φ_σ в межах k -го ортотропного шару визначаються згідно із співвідношеннями:

$$\varphi_\tau^{[k]} = C_{\tau 1}^{[k]} r^{g^{[k]-1}} + C_{\tau 2}^{[k]} r^{-g^{[k]-1}} + \frac{E_\theta^{[k]}}{r(g^{[k]})^2}, \quad \varphi_\sigma^{[k]} = C_{\sigma 1}^{[k]} r^{t^{[k]-1}} + C_{\sigma 2}^{[k]} r^{-t^{[k]-1}} + \frac{E_\theta^{[k]}}{1-(t^{[k]})^2}, \quad (5)$$

а в межах ізотропного шару:

$$\varphi_\tau^{[k]} = C_{\tau 1}^{[k]} r + C_{\tau 2}^{[k]} r^{-3} + \frac{E_\theta^{[k]}}{4r}, \quad \varphi_\sigma^{[k]} = C_{\sigma 1}^{[k]} + C_{\sigma 2}^{[k]} r^{-2} + \frac{E_\theta^{[k]}}{2} \ln r, \quad (6)$$

де $C_{\tau 1}^{[k]}, C_{\tau 2}^{[k]}, C_{\sigma 1}^{[k]}, C_{\sigma 2}^{[k]}$ – невідомі сталі k -го шару; $g^{[k]}, t^{[k]}$ – сталі k -го шару, що залежать від пружних характеристик його матеріалу

$$g^{[k]} = \sqrt{1 - 2\nu_{\theta r}^{[k]} + \frac{E_\theta^{[k]}}{E_r^{[k]}} + \frac{E_\theta^{[k]}}{G_{r\theta}^{[k]}}}, \quad t^{[k]} = \sqrt{\frac{E_\theta^{[k]}}{E_r^{[k]}}} \quad (7)$$

Невідомі сталі $C_{\tau 1}^{[k]}, \dots, C_{\sigma 2}^{[k]}$ у (5) та (6) мають забезпечувати виконання крайових умов на циліндричних поверхнях арки та умови абсолютно жорсткого контакту шарів і визначаються шляхом розв'язку системи $4m$ рівнянь

$$\varphi_\tau^{[1]}|_{r=r_1} = 0, \quad \varphi_\tau^{[m]}|_{r=r_2} = 0, \quad \varphi_\tau^{[k]}|_{r=r_{bd,k}} = \varphi_\tau^{[k+1]}|_{r=r_{bd,k}},$$

$$\left(\frac{1}{E_\theta^{[k]}} \frac{d\varphi_\tau^{[k]}}{dr} - \frac{1}{E_\theta^{[k+1]}} \frac{d\varphi_\tau^{[k+1]}}{dr} + \left(\frac{2-\nu_{\theta r}^{[k]}}{E_\theta^{[k]}} - \frac{2-\nu_{\theta r}^{[k+1]}}{E_\theta^{[k+1]}} \right) \frac{\varphi_\tau^{[k]}}{r} \right) |_{r=r_{bd,k}} = 0, \quad k = \overline{1, m-1}, \quad (8)$$

$$\varphi_\sigma^{[1]}|_{r=r_1} = 0, \quad \varphi_\sigma^{[m]}|_{r=r_2} = 0, \quad \varphi_\sigma^{[k]}|_{r=r_{bd,k}} = \varphi_\sigma^{[k+1]}|_{r=r_{bd,k}},$$

$$\left(\frac{1}{E_\theta^{[k]}} \frac{d\varphi_\sigma^{[k]}}{dr} - \frac{1}{E_\theta^{[k+1]}} \frac{d\varphi_\sigma^{[k+1]}}{dr} + \left(\frac{1-\nu_{\theta r}^{[k]}}{E_\theta^{[k]}} - \frac{1-\nu_{\theta r}^{[k+1]}}{E_\theta^{[k+1]}} \right) \frac{\varphi_\sigma^{[k]}}{r} \right) |_{r=r_{bd,k}} = 0, \quad k = \overline{1, m-1}. \quad (9)$$

Для усього пакету шарів функції φ_τ і φ_σ можуть бути зібрані згідно співвідношень

$$\varphi_\tau = \sum_{k=1}^m \left(\varphi_\tau^{[k]} \left(H(r - r_{bd,k-1}) - H(r - r_{bd,k}) \right) \right), \quad \varphi_\sigma = \sum_{k=1}^m \left(\varphi_\sigma^{[k]} \left(H(r - r_{bd,k-1}) - H(r - r_{bd,k}) \right) \right). \quad (10)$$

Постійні $B_{\tau 0}, B_{\sigma 1}, D_{\tau 0}, c_{\tau 0}, c_{\sigma 0}$ у співвідношеннях (2)-(4) визначаються на основі отриманих функцій φ_τ і φ_σ

$$B_{\tau 0} = \int_{r_1}^{r_2} \varphi_\tau dr, \quad B_{\sigma 1} = \int_{r_1}^{r_2} (r\varphi_\sigma) dr, \quad D_{\tau 0} = \int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{\mu_{r\theta}^\nu}{\mu_r^E} \frac{d(r^2\varphi_\tau)}{dr} - \frac{\varphi_\tau}{\mu_r^E} \right) dr, \quad (11)$$

$$c_{\tau 0} = \left(\frac{r}{\mu_\theta^E} \frac{d\varphi_\tau}{dr} \right) |_{r=r_1}^{r=r_2}, \quad c_{\tau 1} = \left(\frac{r^2}{\mu_\theta^E} \frac{d\varphi_\tau}{dr} \right) |_{r=r_1}^{r=r_2}, \quad c_{\sigma 0} = \left(\frac{1}{\mu_r^E} \int \varphi_\sigma dr \right) |_{r=r_1}.$$

Невідомі статичні параметри $Q_r|_{\theta=0}, N_\theta|_{\theta=0}, M_y|_{\theta=0}$ і кінематичні параметри $u_{r11}, u_{\theta 11}, u_{\theta 12}$ для половини арки на рис. 2, повинні відповідати статичним і кінематичним умовам у перерізах $\theta=0$ і $\theta=\alpha$, вигляд яких залежить від способу з'єднання половин арки та способу закріплення їх кінців.

Суцільна арка. У випадку суцільної арки для її половини у перерізі $\theta=0$ (рис. 2) мають бути повністю відсутні колові переміщення: $u_\theta|_{\theta=0} = 0$. Однак розв'язок (2)–(4) містить лише 6 невідомих сталих, тому дану умову можна виконати тільки наближено забезпечивши, наприклад, відсутність колових переміщень у крайніх волокнах середнього перерізу

$$u_{\theta 11} = u_{\theta} |_{\theta=0, r=r_1} = 0, \quad u_{\theta 12} = u_{\theta} |_{\theta=0, r=r_2} = 0. \quad (12)$$

Умови (12) є найбільш очевидними і простими, однак не є виключними і загалом подібні умови можуть бути задані для будь-яких двох точок середнього перерізу, але критерії вибору даних точок і відмінності в отримуваних результатах є предметом окремого дослідження.

Необхідно відмітити, що точна умова ($u_{\theta} |_{\theta=0} = 0$) виключає можливість викривлення (депланції) середнього перерізу, водночас умови (12) не забезпечують відсутність депланації. Тому колові переміщення в середньому перерізі, окрім крайніх волокон, матимуть розрив, величина якого зростатиме зі збільшенням піддатливості матеріалу арки деформаціям поперечного зсуву і обтиснення.

Оскільки для арки, що досліджується, прийняте симетричне закріплення кінців, значення поперечної сили $Q_r |_{\theta=0}$ для її половини на (рис. 2) буде відомим, а решта статичних параметрів може бути виражена через невідомі навантаження Θ_C, M_C :

$$Q_r |_{\theta=0} = -R_C = -\frac{1}{2} F_r, \quad N_{\theta} |_{\theta=0} = \Theta_C, \quad M_y |_{\theta=0} = M_C. \quad (13)$$

Невідомі навантаження Θ_C, M_C та радіальний кінематичний параметр u_{r11} мають визначатися за статичними чи кінематичними умовами закріпленого торця $\theta = \alpha$.

Необхідно зазначити, що без будь-яких змін співвідношення (2)–(4) дозволяють розглядати задачу, коли замість сили F_r задане вертикальне переміщення середнього перерізу. В такому разі F_r буде невідомою, а замість умови (13) буде задана умова для радіального переміщення u_r у деякій точці середнього перерізу, наприклад: $F_r = f(u_r |_{\theta=0, r=r_{1,2}})$, або $u_r |_{\theta=0, r=r_{1,2}} = f(F_r)$.

Жорстке закріплення кінців арки в межах представленого розв'язку можна змоделювати тільки наближено (рис. 3, а), виключивши переміщення та поворот відповідних перерізів. Однак виключити викривлення закріплених перерізів, як і середнього перерізу арки, неможливо із застосуванням тільки трьох невідомих сталих.

Отже, систему умов для визначення невідомих початкових параметрів можна записати безпосередньо через такі кінематичні умови

$$u_{\theta} |_{\theta=\alpha, r=r_1} = 0, \quad u_{\theta} |_{\theta=\alpha, r=r_2} = 0, \quad u_r |_{\theta=\alpha, r=r_1} = 0. \quad (14)$$

Підстановка співвідношень для переміщень (3) і (4), до умов (14) дає систему 3-х рівнянь, розв'язок яких з урахуванням (12) та (13) дає необхідні значення параметрів $u_{r11}, N_{\theta} |_{\theta=0}, M_y |_{\theta=0}$.

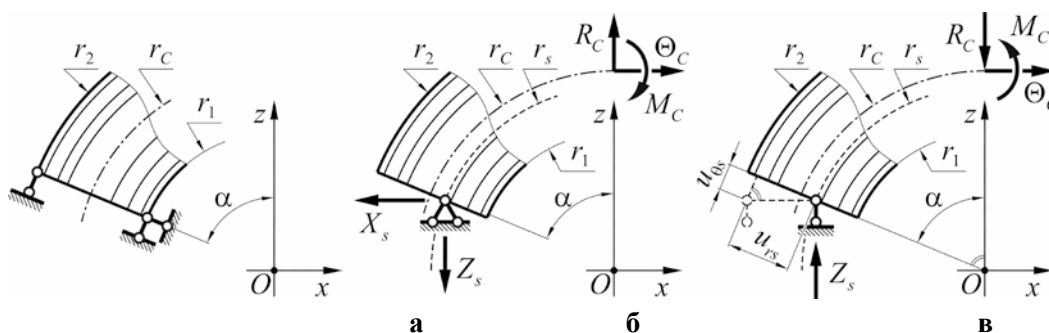


Рис. 3. Схеми закріплення кінців арки

У випадку шарнірного нерухомого закріплення кінців арки у точках з координатою $r = r_s$ (рис. 3, б) безпосередньо можна вказати лише дві кінематичні умови для закріпленої точки

$$u_{\theta} |_{\theta=\alpha, r=r_s} = 0, \quad u_r |_{\theta=\alpha, r=r_s} = 0. \quad (15)$$

Третю умову для визначення невідомих сталих отримаємо, аналізуючи статичну сторону задачі. Спираючись на умови рівноваги розглядуваної половини арки, складові повної реакції опори Z_s і X_s пов'язані із навантаженнями R_C, Θ_C, M_C у середньому перерізі залежностями

$$R_C = Z_s, \quad \Theta_C = X_s, \quad X_s r_s \cos \alpha + Z_s r_s \sin \alpha - \Theta_C r_C - M_C = 0.$$

Із використанням (16) та (13) можна отримати безпосередні умови для статичних параметрів:

$$Q_r|_{\theta=0} = -\frac{1}{2}F_r, \quad N_\theta|_{\theta=0} (r_s \cos \alpha - r_c) - M_y|_{\theta=0} = -\frac{F_r}{2} r_s \sin \alpha. \quad (17)$$

Разом співвідношення (12), (15) та (17) складають систему 6-ти рівнянь для визначення усіх невідомих параметрів.

Для суцільної арки також можливе *шарнірне рухоме закріплення кінців* (рис. 3, в), коли закріплені точки з координатою $r = r_s$ зміщуються по горизонталі симетрично відносно середнього перерізу. В такому випадку переміщення u_{rs} і $u_{\theta s}$ закріпленої точки торця пов'язані залежністю $u_{rs} = u_{\theta s} \operatorname{tg} \alpha$, звідки кінематична умова

$$u_r|_{\theta=\alpha, r=r_s} \cos \alpha - u_{\theta s}|_{\theta=\alpha, r=r_s} \sin \alpha = 0. \quad (18)$$

Оскільки за такого типу закріплення арка є статично визначною, статичні початкові параметри можна визначити безпосередньо з умов рівноваги розглядуваної її половини: $R_C = Z_s$, $\Theta_C = 0$, $M_C = Z_s r_s$. На схемі рис. 3, в зображено стиск арки, відповідно: $Q_r|_{\theta=0} = R_C = -F_r/2$, $N_\theta|_{\theta=0} = \Theta_C$ і $M_y|_{\theta=0} = -M_C$, тоді залежності для статичних параметрів отримаємо в такому вигляді

$$Q_r|_{\theta=0} = -\frac{1}{2}F_r, \quad N_\theta|_{\theta=0} = 0, \quad M_y|_{\theta=0} = \frac{1}{2}F_r r_s \sin \alpha. \quad (19)$$

Отже, для арки із шарнірним рухомим закріпленням торців систему умов для визначення невідомих початкових параметрів складають співвідношення (12), (18) і (19).

Шарнірне з'єднання половин арки. Запропонований вище підхід дає змогу без змін у розв'язку (2)–(11), розглядати арки із шарнірним вузлом у середньому перерізі (рис. 4). Нехай у початковому перерізі половини арки на рис. 4, а у точці із координатою $r = r_{s0}$ встановлено шарнір, до якого прикладена сила F_r .

Зважаючи на симетричність закріплень кінців арки, початковий переріз розглядуваної її половини (рис. 4, б) має можливість безперешкодного повороту відносно шарніра, однак для точки перерізу у якій встановлено шарнір виключені колові зміщення. Таким чином, для початкового перерізу половини арки із шарнірним з'єднанням частин можемо записати такі статичні і кінематичні умови:

$$Q_r|_{\theta=0} = -R_C = -\frac{1}{2}F_r, \quad N_\theta|_{\theta=0} = \Theta_C, \quad M_y|_{\theta=0} = -\Theta_C (r_c - r_{s0}), \quad (20)$$

$$u_\theta|_{\theta=0, r=r_{s0}} = 0. \quad (21)$$

Умови (20) зменшують кількість невідомих початкових параметрів до 3-х: невідоме зусилля Θ_C , а також два кінематичні параметри, для визначення яких, як і для суцільної арки, необхідно розглянути умови на закріплених кінцях.

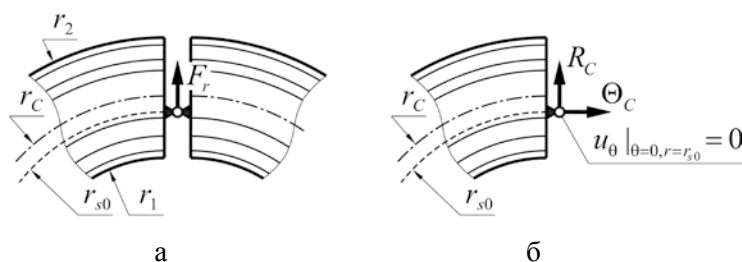


Рис. 4. Схема шарнірного вузла арки

Жорстке закріплення кінців (рис. 3, а), як і у випадку суцільної арки, можна змоделювати системою кінематичних умов

$$u_\theta|_{\theta=\alpha, r=r_1} = 0, \quad u_\theta|_{\theta=\alpha, r=r_2} = 0, \quad u_r|_{\theta=\alpha, r=r_1} = 0. \quad (22)$$

Підстановка співвідношень для переміщень (3) і (4), до умов (22) дає систему 3-х рівнянь, розв'язок яких, з урахуванням (20) і (21) дає необхідні значення параметрів u_{r11} , $N_\theta|_{\theta=0}$, $M_y|_{\theta=0}$.

Для *шарнірного нерухомого закріплення кінців* (тришарнірна арка) (рис. 5) кінематичні умови будуть аналогічні випадку суцільної арки (15)

$$u_\theta|_{\theta=\alpha, r=r_s} = 0, \quad u_r|_{\theta=\alpha, r=r_s} = 0. \quad (23)$$

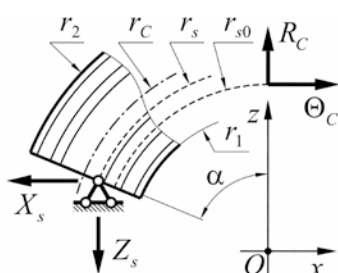


Рис. 5. Схем шарнірного нерухомого закріплення кінця тришарнірної арки

Невідоме зусилля розпору Θ_C має відповідати умовам рівноваги розглядуваної половини:

$$R_C = Z_s, \quad \Theta_C = X_s, \quad -\Theta_C r_{s0} + X_s r_s \cos \alpha + Z_s r_s \sin \alpha = 0. \quad (24)$$

Із урахуванням (24) співвідношення для статичних параметрів у (20), отримаємо у вигляді

$$Q_r |_{\theta=0} = -\frac{1}{2} F_r, \quad N_\theta |_{\theta=0} = \frac{F_r r_s \sin \alpha}{2(r_{s0} - r_s \cos \alpha)}, \quad M_y |_{\theta=0} = -\frac{F_r r_s (r_c - r_{s0}) \sin \alpha}{2(r_{s0} - r_s \cos \alpha)}. \quad (25)$$

Необхідно відмітити, що розглянутий перелік способів закріплень не є вичерпним і за потреби може бути значно розширений з урахуванням піддатливості опор та їх можливого зміщення.

Результати дослідження та їх обговорення

Розглянемо застосування побудованого розв'язку на прикладі композитної чотиришарової арки великої кривизни із жорстким закріпленням кінців. Загальна висота поперечного перерізу арки $h = 0,06\text{ м}$, внутрішній радіус – $r_1 = 0,075\text{ м}$, центральний кут – $2\alpha = 3\pi/2$. У середньому перерізі арки діє нормальна сила інтенсивністю $F_r = -8,4\text{ кН}$.

Переріз арки складається із циліндрично ортотропних та ізотропних шарів (рис. 6, а): P_1, P_3 – склопластик; P_2 – фанера ФБС; P_4 – алюмінієвий сплав. Прийняті значення пружних сталей матеріалів шарів наведені у табл. 1.

1. Пружні сталі та коефіцієнти матеріалів шарів арки

Пружні сталі	P_1	P_2	P_3	P_4
$E_r^{[k]}, \text{ ГПа}$	11,0	1,13	11,0	70,0
$E_\theta^{[k]}, \text{ ГПа}$	36,8	14,8	36,8	70,0
$G_{r\theta}^{[k]}, \text{ ГПа}$	4,5	1,35	4,5	26,9
$\nu_{r\theta}^{[k]}$	0,1049	0,0340	0,1049	0,3400
$\nu_{\theta r}^{[k]}$	0,3510	0,4450	0,3510	0,3400
$g^{[k]}$	3,4382019	4,9163308	3,4382019	2,000
$\rho^{[k]}$	1,8290584	3,6190254	1,8290584	1,000

Наведемо основні етапи визначення НДС такої арки із застосуванням побудованого розв'язку та окремі результати виконаних розрахунків.

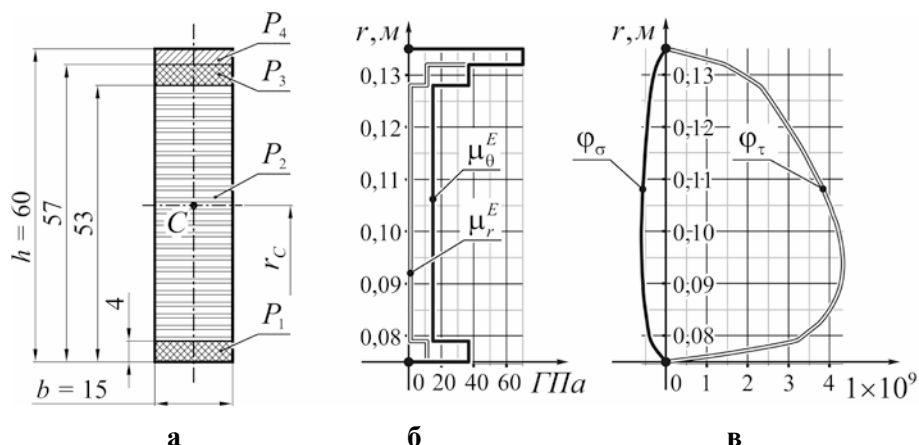


Рис. 6. Схема поперечного перерізу арки (а), розподіл модулів пружності (б) та графіки визначальних функцій (в)

Спочатку згідно з (1) на основі геометричних даних про розташування та розміри шарів були сформовані функції механічних характеристик μ_a^S

$$\mu_a^S = S_a^{[1]}(H(r - 0,075) - H(r - 0,079)) + S_a^{[2]}(H(r - 0,079) - H(r - 0,128)) + S_a^{[3]}(H(r - 0,128) - H(r - 0,132)) + S_a^{[4]}(H(r - 0,132) - H(r - 0,135)). \quad (26)$$

Графіки функцій подовжнього (μ_r^E) і поперечного (μ_θ^E) модулів пружності, побудовані згідно із співвідношеннями (26), наведеними на рис. 6, б.

У співвідношеннях (3) та (4) пружні сталі знаходяться у вигляді відношень, тому для зменшення об'єму перетворень у ході інтегрування функцій Хевісайда можна додатково сформулювати функції відношень пружних сталей $\mu_r^{1/E}$, $\mu_\theta^{1/E}$, $\mu_{r\theta}^{1/E}$, $\mu_{\theta r}^{1/E}$, прийнявши у (26) відповідно:

$$S_a^{[k]} = \frac{1}{E_r^{[k]}}, \frac{1}{E_\theta^{[k]}}, \frac{\nu_{r\theta}^{[k]}}{E_r^{[k]}}, \frac{\nu_{\theta r}^{[k]}}{E_\theta^{[k]}}.$$

Якщо немає необхідності визначати лінійні та кутові деформації у арці, то є сенс обмежитись тільки формуванням функцій відношень пружних сталей.

Наступним кроком було отримання функцій φ_τ і φ_σ для ортотропних та ізотропних шарів. Для цього згідно з (7) були розраховані показники ступенів $g^{[k]}$ і $t^{[k]}$ (табл. 1) та сформовані із використанням (5) та (6) загальні розв'язки для функцій $\varphi_\tau^{[k]}$ і $\varphi_\sigma^{[k]}$ для окремих ортотропних та ізотропних шарів. Невідомі сталі $C_{\tau 1}^{[k]}, \dots, C_{\sigma 2}^{[k]}$ були визначені із застосуванням систем умов (8) та (9). Згідно з (10) визначені функції $\varphi_\tau^{[k]}$ і $\varphi_\sigma^{[k]}$ для окремих шарів були об'єднані у функції φ_τ і φ_σ для усього пакету шарів, графіки яких наведені на рис. 6, в.

Із використанням отриманих функцій φ_τ і φ_σ були визначені сталі (11)

$$B_{\tau 0} = 1,97109 \cdot 10^8 \text{ м}, \quad B_{\sigma 1} = -2,88842 \cdot 10^6 \text{ м}^2, \quad D_{\tau 0} = -0,15376157 \text{ м}^3/\text{Н}, \\ c_{\tau 0} = -3,0464069 \text{ м}^2/\text{Н}, \quad c_{\tau 1} = -0,2859044 \text{ м}^3/\text{Н}, \quad c_{\sigma 0} = -0,09253117 \text{ м}^3/\text{Н}.$$

Після цього із використанням співвідношень (2)–(4) були отримані співвідношення для напружень та переміщень для половини арки (рис. 2).

Останнім кроком у ході реалізації побудованого розв'язку було визначення невідомих статичних і кінематичних параметрів $N_\theta|_{\theta=0}, M_y|_{\theta=0}, u_{r11}$. Застосування співвідношень для переміщень в умовах (12)–(14), що моделюють жорстке закріплення кінців арки, дало змогу отримати:

$$Q_r|_{\theta=0} = 4200,000 \text{ Н}, \quad N_\theta|_{\theta=0} = -1101,707 \text{ Н}, \quad M_y|_{\theta=0} = -246,579 \text{ Н} \cdot \text{м}, \\ u_{r11} = u_r|_{\theta=0, r=r_1} = -0,5377 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \quad u_{\theta 11} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_1} = 0, \quad u_{\theta 12} = u_\theta|_{\theta=0, r=r_2} = 0.$$

Графіки розподілу нормальних та дотичних напружень по висоті характерних перерізів арки наве-

дено на рис. 7. Для порівняння на графіки розподілу напружень подвійними лініями нанесені криві, отримані у разі нехтування піддатливістю матеріалів деформаціям поперечного зсуву та обтиснення: $E_r^{[k]}, G_{r\theta}^{[k]} = 10^{-20}, \nu_{\theta r}^{[k]} = 10^{-20}$. Таке допущення відповідає гіпотезі плоских недеформованих перерізів.

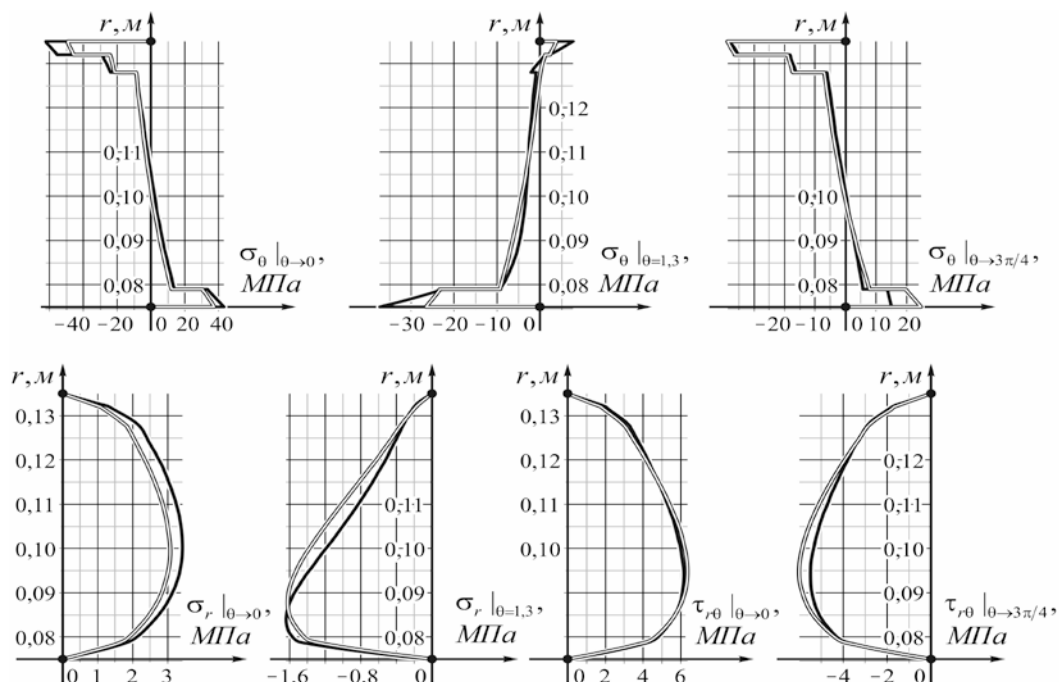


Рис. 7. Графіки розподілу компонент напруженого стану у поперечних перерізах арки

На рис. 8 наведено розподіл переміщень для окремих перерізів арки, а на рис. 9 – розподіл радіальних переміщень по довжині арки на рівні середнього радіуса. Аналогічно графікам для напружень подвійними лініями нанесені криві, отримані у разі нехтування піддатливістю матеріалів деформаціям поперечного зсуву та обтиснення.

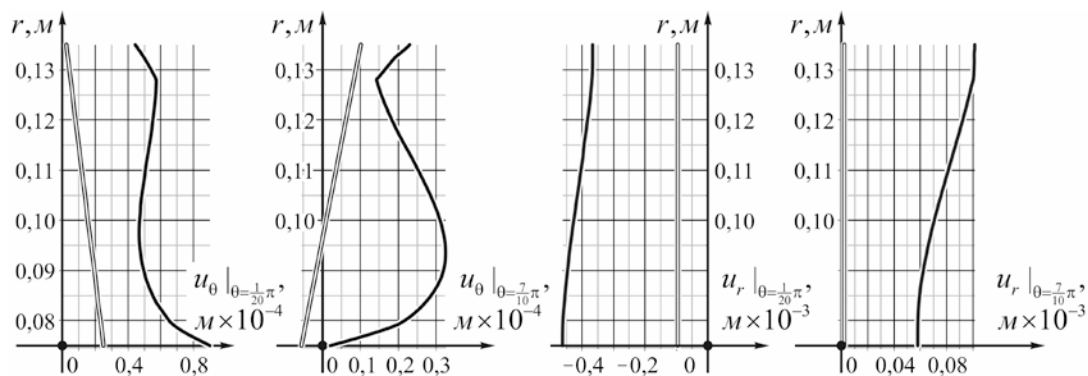


Рис. 8. Графіки переміщень в окремих перерізах

Графіки на рис. 9 показують форму розглядуваної арки до та після деформації, побудовану згідно із запропонованим розв'язком рис. 9, а та у разі нехтування деформаціями поперечного зсуву і обтиснення. Тут суцільними лініями показані зі збільшенням повні переміщення зовнішніх поверхонь арки і границь її шарів, а штриховими – їх положення до деформації.

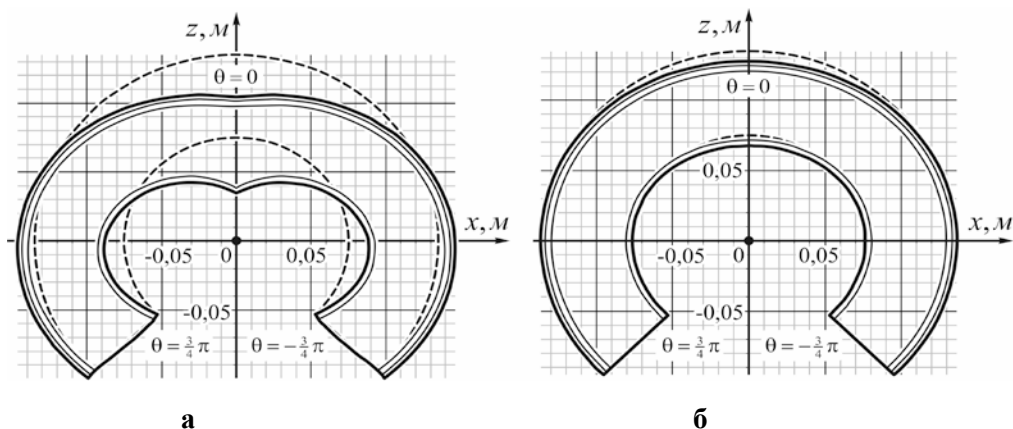


Рис. 9. Графіки повних переміщень поверхонь арки (переміщення збільшені в 75 разів): а – точний розв’язок; б – без урахування деформацій зсуву та обтиснення

Для дослідження границь впливу деформацій поперечного зсуву та обтиснення на параметри НДС арки, що досліджується, аналогічні розрахунки були виконані для ряду відношень r_c/h із пропорційним зменшенням інтенсивності навантаження F_r та однаковими іншими вихідними даними. Результати проведених розрахунків наведені у табл. 2.

2. Результати розрахунку арок з різними відношеннями радіуса осі до висоти поперечного перерізу

$\frac{r_c}{h}$	$\frac{l}{h}$	$-F_r, \text{кН}$	$-u_r _{\theta=0, r=r_1}, \text{м} \times 10^{-4}$		$u_r _{\theta=\frac{1}{2}\pi, r=r_1}, \text{м} \times 10^{-4}$		$-M_y _{\theta=0}, \text{кН} \cdot \text{м}$		$-N_\theta _{\theta=0}, \text{кН}$		$-\sigma_\theta _{\theta \rightarrow 0, r=r_2}, \text{МПа}$	
			1*	2**	1	2	1	2	1	2	1	2
1,75	8,2	8,4	5,38	0,99	1,88	0,19	0,247	0,214	1,102	1,411	62,47	49,40
2,5	11,8	5,88	5,80	1,64	2,19	0,51	0,237	0,213	0,868	1,033	57,86	49,82
5	23,6	2,94	9,25	5,41	3,98	2,36	0,219	0,210	0,502	0,533	52,77	49,97
7,5	35,3	1,96	15,37	11,64	7,00	5,42	0,213	0,209	0,347	0,357	51,39	49,96
10	47,1	1,47	24,00	20,35	11,25	9,69	0,211	0,209	0,264	0,269	50,83	49,95
15	70,7	0,98	48,74	45,18	23,40	21,88	0,209	0,208	0,178	0,179	50,39	49,94

Примітки: * – з урахуванням деформацій зсуву та обтиснення; ** – без урахування деформацій зсуву та обтиснення.

Зміни деформацій арки та впливу на них деформацій зсуву та обтиснення у разі зменшення кривизни (збільшення r_c/h) можна оцінити за графіками на рис. 10.

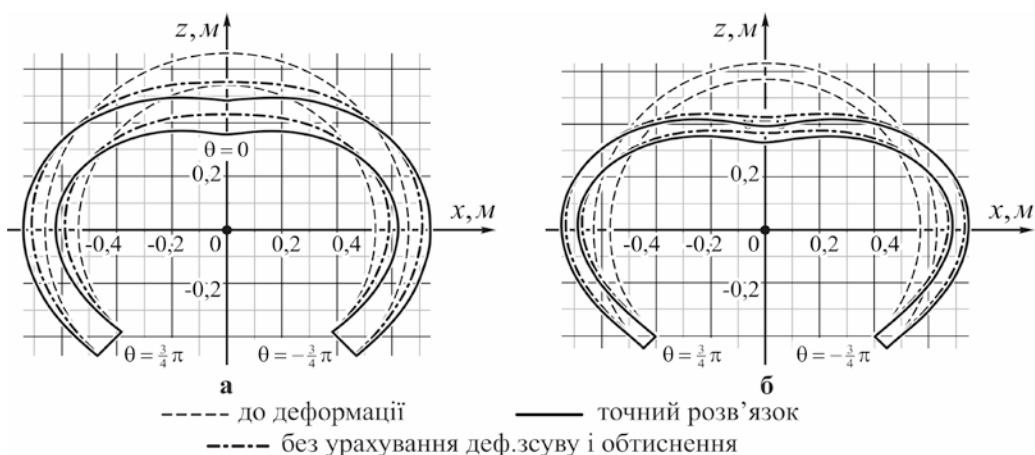


Рис. 10. Графіки повних переміщень поверхонь арки (переміщення збільшені у 100 разів): а – $r_c/h = 5, F_r = -2940\text{H}$; б – $r_c/h = 10, F_r = -1470\text{H}$

Наведені вище результати розрахунку чотиришарової арки із жорстким закріпленням кінців дають змогу перевірити правильність побудованого розв'язку та адекватність підходів, застосованих при його побудові, а також проаналізувати вплив механічних властивостей і окремих геометричних параметрів арок на розподіл компонент НДС.

Графіки на рис. 7 та рис. 8 показують виконання статичних та кінематичних умов абсолютно жорсткого контакту шарів для напружень $\sigma_r, \tau_{r\theta}$ та переміщень u_r, u_θ , що проявляється в безперервності відповідних кривих розподілу по висоті поперечних перерізів. Водночас для нормальних напружень σ_θ очікувано отримано графіки із стрибкоподібною зміною величини напружень на межі шарів арки.

Як показують графіки на рис. 7, піддатливість матеріалів шарів деформаціям зсуву та обтиснення переважно мало впливає на розподіл напружень $\sigma_r, \tau_{r\theta}$, однак має значний вплив на розподіл напружень σ_θ , що пов'язано, зокрема із зміною реактивних зусиль у закріпленнях арки. Значно більший вплив вказані властивості матеріалів шарів арки мають на розподіл переміщень. Із урахуванням деформацій зсуву та обтиснення поперечні перерізи арки викривляються (депланують) (рис. 8), що призводить до значної різниці в отримуваних величинах переміщень (рис. 9). Наприклад, прогин осі арки у середньому перерізі при нехтуванні деформаціям зсуву та обтиснення виявився $0,099\text{ мм}$, що у 5,4 рази менше, ніж значення, яке дає точний розв'язок – $0,531\text{ мм}$. Причому якщо знехтувати тільки деформаціями поперечного обтиснення, то прогин дорівнює – $0,404\text{ мм}$, що вказує на переважний вплив зсувної піддатливості матеріалів шарів.

Результати додаткових розрахунків (табл. 2) показують, що вплив деформацій зсуву та обтиснення знижується із зменшенням кривизни арки. Для розглядуваної арки вже у випадку $r_c/h = 5$ різниця у величинах розпору та максимальних колових напружень складає тільки 6,2 % і 5,3 %, однак різниця величин прогину ще достатньо велика – 42 %. У разі збільшення r_c/h до 10, отримано різниці відповідно – 1,9 %, 1,7 % та 15,2 %.

Такі результати свідчать про те, що при визначенні розпору та напружень для розглядуваного прикладу арки, починаючи із $r_c/h > 7,5$ та $l/h > 35$ можна застосовувати гіпотезу плоских перерізів, розраховуючи на похибку менше 3%. Однак при визначенні прогинів гіпотеза плоских перерізів виявилась прийнятною тільки для арки із $r_c/h > 25$ та $l/h > 118$.

Висновки

Отже, на основі точного розв'язку теорії пружності для багатошарового бруса з круговою віссю та навантаженнями на вільному торці, побудовано аналітичний розв'язок для задачі згину багатошарової симетричної кругової арки під дією зосередженої нормальної сили у середньому перерізі. Отримані співвідношення (2)–(11) разом із умовами (12)–(25) дозволяють визначати основний НДС суцільних арок і арок із шарніром у середньому перерізі та різними способами закріплень кінців. Розв'язок дозволяє розглядати арки із довільним центральним кутом аж до граничного випадку замкнутого кільця та довільною кількістю циліндрично ортотропних шарів.

Результати застосування співвідношень побудованого розв'язку для тестової задачі визначення основного НДС чотиришарової арки великої кривизни ($r_c/h = 1,75, l/h = 8,2$) показали, що нехтування деформаціями поперечного зсуву та обтиснення призводить до незначної зміни розподілів напружень σ_r та $\tau_{r\theta}$. Проте при визначенні колових напружень σ_θ та переміщень таке допущення призводить до значного заниження їх величин у небезпечних точках.

Додаткові розрахунки показали, що при збільшенні відношення r_c/h до певних значень деформації зсуву та обтиснення вже не мають значного впливу при визначенні компонент НДС, що дозволяє при дослідженні НДС відносно довгих та тонких композитних арок застосовувати гіпотезу плоских перерізів.

Reference

1. Vasilev, V. V. (1988). *Mehanika konstruktsiy iz kompozitsionnyih materialov*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
2. Vasilev, V. V., Protasov, V. D., Bolotin, V. V. i dr. (1990). *Kompozitsionnyie materialyi: Spravochnik*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].

3. Goldenveyzer, A. L. (1976). *Teoriya uprugih tonkih obolochek*. Moskva: Nauka [In Russian].
4. Lekhnitskii, S. G. (1977). *Teoriya uprugosti anizotropnogo tela*. Moskva: Nauka [In Russian].
5. Timoshenko, S. P. (1975). Prochnost i kolebaniya elementov konstruksiy. Moskva: Nauka [In Russian].
6. Shvabiuk, V. I., & Rotko, S. V. (2015). *Liniine deformuvannia, mitsnist ta stiikist kompozytnykh obolonok serednoi tovshchyny: monohrafiia*. Lutsk: RVV LNTU [In Ukrainian].
7. 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.
8. 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.
9. Goryk, A. V., & Koval'chuk, S. B. (2018). Elasticity Theory Solution of the Problem on Plane Bending of a Narrow Layered Cantilever Beam by Loads at Its Free End. *Mechanics of Composite Materials*, 54 (2), 179–190. doi:10.1007/s11029-018-9730-z.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Kovalchuk, S. B., Gorik, A. V. (2018). Major stress-strain state of double support multilayer beams under concentrated load. Part 1. Model construction. *Journal of mechanical engineering*, 21 (4), 30–36.
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 11.05.2019 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 1. Арки великої кривизни. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 270–283.

© Ковальчук Станіслав Богданович, Горик Олексій Володимирович, 2019



original article | UDC 661.18:637.115 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.37

THE PARAMETERS ANALYSIS OF ALKALINE AND ACID MEANS EFFECTIVE USING FOR DAIRY INDUSTRY EQUIPMENT

V. O. Onyshchenko,

ORCID ID: [0000-0003-3486-1223](https://orcid.org/0000-0003-3486-1223),

O. M. Filonych,

ORCID ID: [0000-0001-5428-6794](https://orcid.org/0000-0001-5428-6794),

D. O. Storozhenko,

ORCID ID: [0000-0001-7920-5161](https://orcid.org/0000-0001-7920-5161), E-mail: storchem31415S@gmail.com,

N. B. Senenko,

ORCID ID: [0000-0002-5585-8405](https://orcid.org/0000-0002-5585-8405), E-mail: natalinasenenko@gmail.com,

N. V. Bunyakina,

ORCID ID: [0000-0003-4241-5127](https://orcid.org/0000-0003-4241-5127), E-mail: n.bunyakina@gmail.com,

D. O. Horobets,

ORCID ID: [0000-0001-8821-3606](https://orcid.org/0000-0001-8821-3606), E-mail: darina_horobets@ukr.net,

Poltava Yuriia Kondratiuka National Technical University, 24, Pershotravnevyi Avenue, Poltava, 36011, Ukraine

V. R. Kysil,

ORCID ID: [0000-0002-3577-3455](https://orcid.org/0000-0002-3577-3455), E-mail: eco_valeriya@ukr.net,

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

The results of the parameters analysis of the alkaline and acid means efficient using for cleaning and disinfecting dairy industry equipment in one washing cycle Clean-In-Place (CIP) mode are presented. These solutions were created, protected by Ukrainian patents and suggested for using by the authors. In the previous studies, the absolute individual washing capacities of both solutions were proven. The optimization of the alkaline and acidic means using conditions was carried out at minimal temperatures recommended by the standard. Maximal possible dilution degrees of washing properties were determined. Dairy equipment washing in the industry according to the standard of Ukraine, as well as the results of researches and recommendations of Ukrainian and foreign scientists, requires using both solutions in one washing cycle. That is why, in order to identify the best effect, the optimization of the conditions for their using was carried out. In the work, the results of experimental studies of the alkaline and acid solutions washing capacity for washing dairy industry equipment internal surfaces in the CIP mode under different degrees of dilution and minimal temperatures are presented. The advantages of the developed and suggested means, as well as high effectiveness of their complex application, are shown. The optimal conditions for conducting high-quality washing are defined and suggested. The satisfactory washing effect of milk contaminants in the static mode using alkaline and acid detergents, created by the authors, at 1:9 diluting and maximal permissible temperature regimes was proved. The results of removing 3-day milk contaminations when the temperature regime of acid treatment is decreased to $t=65^{\circ}\text{C}$ at 1:9 dilution of both solutions are presented. The effectiveness of detergents to remove one-day milk film with decreasing the temperature of acid treatment to $t=60^{\circ}\text{C}$ at 1:9 dilution of both solutions is shown. The optimal conditions for the complex application of alkaline and acid detergents while washing the dairy industry equipment in CIP-mode created by the authors are detected. High washing effectiveness under these conditions is proven. Since the obtained results create a good prognosis for satisfactory disinfection effect, in future there is the necessity to determine the effectiveness of removing microorganisms with the suggested means and optimize the conditions for their using.

Keywords: Clean-In-Place, alkaline means, acid means, milk films, dairy industry equipment.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЛУЖНОГО ТА КИСЛОТНОГО ЗАСОБІВ ДЛЯ МИЙКИ ОБЛАДНАННЯ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В. О. Онищенко, О. М. Філонич, Д. О. Стороженко, Н. Б. Сененко, Н. В. Бунякіна, Д. О. Горобець,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий
проспект, 24, Полтава, 36011, Україна

В. Р. Кисіль,

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

Представлено результати аналізу параметрів ефективного застосування створених, захищених патентами України та запропонованих авторами лужного та кислотного засобів для мийки та дезінфекції обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі (Clean-In-Place – CIP-мийка) в одному мийному циклі. В попередніх дослідженнях було доведено абсолютну індивідуальну мийну спроможність кожного з розчинів та проведено оптимізацію умов використання окремо лужного і кислотного засобів, тобто було визначено максимально можливі ступені розведення, за яких зберігається відмиваюча здатність за мінімальних із рекомендованих стандартними методиками температур. Оскільки мийка обладнання молочної промисловості згідно зі стандартом України, результатами досліджень й рекомендаціями вітчизняних та закордонних науковців означає застосування обох розчинів в одному мийному циклі, то з метою більш ефективного їх використання була проведена оптимізація умов використання обох композицій. У роботі представлені результати експериментальних досліджень щодо мийної спроможності лужного та кислотного розчинів для мийки внутрішніх поверхонь обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі за умови різних ступенів розведення та мінімальних температур. Показано переваги створених та запропонованих розчинів, а також висока ефективність комплексного їх використання. Визначено та запропоновано оптимальні умови для здійснення відмивання задовільної якості. Доведено, що видалення молочних забруднень відбувається у статичному режимі при застосуванні лужного та кислотного мийних розчинів, створених авторами, при гранично допустимих температурних режимах з розведенням 1:9. Представлено результати видалення 3-денного молочного забруднення при зниженні температурного режиму кислотної обробки до $t=65\text{ }^{\circ}\text{C}$ і розведенні обох розчинів 1:9. Показана ефективність мийних засобів по відношенню до одностійкової молочної плівки при зниженні температурного режиму кислотної обробки до $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ і розведенні обох розчинів 1:9. Доведена висока ефективність та визначені оптимальні умови комплексного застосування створених авторами лужного та кислотного мийних засобів для миття обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі. Оскільки повне відмивання від молочних відкладень надає хорошиший прогноз щодо задовільного дезінфекційного ефекту, то в перспективі подальших досліджень існує необхідність визначення ефективності використання запропонованих засобів щодо дезінфекції обладнання та оптимізація умов їх використання щодо цього показника.

Ключові слова: CIP-мийка, засіб лужний, засіб кислотний, молочна плівка, обладнання молочної промисловості.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЩЕЛОЧНОГО И КИСЛОТНОГО СРЕДСТВ ДЛЯ МОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В. А. Онищенко, Е. Н. Филонич, Д. А. Стороженко, Н. Б. Сененко, Н. В. Бунякина, Д. А. Горобець,
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский про-
спект, 24, Полтава, 36011, Украина

В. Р. Кисиль,

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

Выполнен анализ параметров эффективного использования созданных авторами моющих средств для очистки оборудования молочной промышленности. Представлены результаты экспериментальных исследований относительно отмывающей способности щелочного и кислотного растворов для мойки внутренних поверхностей оборудования молочной промышленности в безразборном режиме

при різних степенях разведения и при минимально допустимых температурных режимах. Определено влияние смесей на молочные пленки разной давности. Проверена возможность использования композиций при более низких температурах, чем те, которые рекомендованы известными методиками. Доказано преимущества созданных и предложенных растворов, а также высокая эффективность комплексного их использования. Определены и предложены оптимальные условия для реализации качественного отмывания молочных отложений.

Ключевые слова: СІР-мойка, средство щелочное, средство кислотное, молочная пленка, оборудование молочной промышленности.

Вступ

Інтеграція України в європейський простір вимагає від аграрно-промислового комплексу відповідності виробів вітчизняного виробництва до сучасних стандартів якості. Це необхідно для успішного просування її на світовий ринок. Для продукції аграрного сектору і молочної галузі зокрема висунуто особливі вимоги. Тому перед українськими виробниками постала задача забезпечення умов високих смакових властивостей та безпеки для споживача з оптимальною ціною політикою. Як зазначено в [12] під «безпекою розуміють відсутність шкідливих хімічних і біологічних домішок, зокрема патогенних мікроорганізмів і отруйних продуктів їх життєдіяльності, а під мікробіологічною стійкістю – потенційну можливість зберігання продукту без псування». Саме тому невід'ємним етапом сучасних технологічних процесів виробництва та переробки молочної продукції є забезпечення чистоти технологічного обладнання особливо в режимі СІР (Clean-In-Place) мийки [12]. Унаслідок важкодоступності внутрішніх поверхонь особливі вимоги висунуті до мийних засобів, які повинні забезпечити не тільки видалення забруднення, але й повну дезінфекцію [13]. Хімічний склад та властивості молочних забруднень представлені в [14]. Методика санітарної обробки є специфічною [14, 22]. Необхідно враховувати особливості технологічних процесів із суворим дотриманням спеціальних інструкцій [1, 14]. Крім того сучасні дослідження вносять певні корективи в методику СІР-мийки [15]. Оскільки основними компонентами забруднюючих речовин є білки, жири й неорганічні речовини у комплексі з білками, то необхідно, щоб мийочі розчини були лужними та кислотними. Спочатку застосовують обробку сильно лужними мийними засобами, під час якої відбувається гідроліз білків та жирів. Завершальним циклом є мийка сильно кислотними розчинами, за допомогою яких розчиняються та видаляються з поверхні обладнання комплекси неорганічних речовин [1, 14, 22]. Робочі кислотні розчини засобу повинні мати рН $\sim 1,6$. Тобто цикл мийки та дезінфекції складається з послідовної обробки лужним та кислотним розчинами з відповідними промиваннями водою та витримкою необхідних температурних режимів [1].

Відомий метод оцінки мийного ефекту за методикою [8]. Суть її полягає в тому, що використовують пластини з нержавіючої сталі харчової марки розміром $80 \times 40 \times 2$ мм. Після їх забруднення відповідно до методики, описаної вище, та очищення, порівнюють отримані результати з еталонним чистим зразком із врахуванням остаточного забруднення (М). Остаточне забруднення М – це відношення маси забруднення до одиниці площі контактної поверхні зразка. Одиниці вимірювання $г/см^2$. Масу забруднення визначають за різницею мас зразка з остаточним забрудненням після очищення мийним засобом та чистого зразка. Ми застосовували цей метод [23] при оцінці мийної здатності засобів безпосередньо при пошуку хімічного їх складу та оптимальних діапазонів концентрацій для задовільного мийного ефекту, тобто тоді, коли є залишок молочних відкладень і потрібно оцінити ефективність.

У роботі [16] представлений огляд наукових досліджень щодо ступенів очищень різних моделей за зміною інтервалів температур та концентрацій мийних розчинів. Особливо детально досліджені лужні розчини, їх ефективність залежно від концентрацій, товщини молочної плівки та температурного режиму. Представлено новий аналіз ризиків СІР-видалення протеїнових молочних відкладень та порівняно з традиційними підходами. Подана інформація про випадкові (стохастичні) помилки, які можуть призвести до несподіваних ризиків. Розрахований фактор ризику та доведено, що крім хімічного складу мийних розчинів обов'язково потрібна оптимізація режимів їх застосування.

Безперечно, що розробники пропонують чимало мийних засобів [2–4, 9–11]. Детальний аналіз сучасного ринку лужних мийних засобів представлений в [24]. Засоби для миття виробництва Франції, Естонії, Швеції й Німеччини мають відмінну мийочу здатність, але високу ціну, що значно підвищує вартість сировини. Лужні засоби «CircoSuperAF» і «CircoSuperAFM» можуть використовуватися для миття тільки у м'якій воді й воді середньої жорсткості.

Внаслідок комерційної таємниці виробники не наводять детальний хімічний склад миючих засобів. Тому автори брали за основу відомі запатентовані миючі засоби. Детальний аналіз таких миючих кислотних та лужних сумішей наведений у [23, 25] відповідно. Усі вони мають як певні переваги, так і суттєві недоліки [1, 5, 15, 17–21]. Наприклад, рідкий мийний засіб «Ензимний» для санобробки СІР-установок на молочних підприємствах [13], до складу якого входить калію гідроксид, комплексопи, протеолітичний ензим, стабілізатори та вода дистильована, має певні обмеження щодо застосування. Встановлено, що його найвища активність (65,8 %) щодо молочних білків спостерігається за температури 60 °С, рН = 8,3 од. та твердості води 0,357 мг-екв./л. При підвищенні температури активність мийного засобу знижується у зв'язку з денатурацією ензимів.

Але загальним недоліком усіх якісних мийних засобів є висока собівартість та складність приготування. Тому за вимогами ситуації, що склалася в державі, авторами були створені лужний та кислотний розчини [6, 7]. Перевагами створених розчинів порівняно з відомими є доступність, низька собівартість складових компонентів, простота приготування, відсутність різких та неприємних запахів з одночасною відповідністю всім вимогам до мийних та дезінфікуючих засобів, можливість використання водопровідної води при промиванні обладнання, а для приготування кислотного розчину можна застосовувати 13 % розчин соляної кислоти, який не є прекурсором. Обидва розчини можуть бути приготованими як у промислових умовах, так і безпосередньо на малих підприємствах перед використанням. Тому вони є доступними для застосування й на малих фермах, а не тільки на великих молокопереробних заводах та виробництвах молочної продукції.

З метою виявлення порогу мийної здатності для вдосконалення методики їх застосування, енергоефективності та забезпечення виконання поставленої задачі авторами було проведено серії експериментальних досліджень щодо оптимізації умов їх індивідуального застосування. В роботах [24, 25] детально представлені методики експериментів та отримані результати. Дослідження мийної здатності обох розчинів дало можливість заявити про задовільні результати з їх використання в певних концентраційних межах та температурних режимах.

Оскільки відповідно до стандартів є вимоги одночасного застосування обох розчинів [1, 12, 14, 22], то *метою* нашої роботи було виконати аналіз параметрів ефективного застосування обох розчинів в одному мийному циклі. У *задачі досліджень* входило експериментальне визначення мийної здатності комплексної дії створених авторами та запропонованих лужного та кислотного засобів при зменшенні їх концентрацій та температурних режимів обробки, тобто отримати інформацію про максимально допустимі розведення досліджуваних розчинів за мінімально допустимих температур застосування із збереженням мийного ефекту.

Матеріали і методи досліджень

Відповідно до [1] граничними умовами мийної здатності розчину лужного є температурні режими від 55–80 °С. Оскільки нами було досліджено [23], що мийна здатність за максимальної температури зберігається навіть при розведенні 1:99 (без застосування кислотного розчину), тоді як за мінімальної рекомендованої температури 55 °С мийний ефект зберігається при розведенні 1:5 включно, то серія експериментів була розпочата саме при зазначеному розведенні лужного розчину. Згідно з [1, 6, 12, 14] обробка кислотним розчином проводилася за рекомендованих температур з урахуванням оптимальних умов використання створеного засобу, як було зазначено в [25]. Авторами [25] встановлено, що для повного відмивання без попереднього застосування лужного розчину свіжої молочної плівки (1 доба) оптимальним є розведення 1:5, а застарілої молочної плівки (1 тиждень) – 1:4 за мінімальної температури з допустимого режиму (70 °С), то саме такі умови були використані як стартові під час експериментів цієї роботи. Потрібно зазначити, що обробка досліджуваними розчинами проводилася у статичних умовах, що безумовно ускладнювало процес відмивання, але зробило значні переваги для практичного застосування у динамічному режимі. Часовий інтервал витримки повністю відповідав рекомендованим методикам [1, 6, 12, 14].

Оскільки при виконанні попередніх досліджень [1] авторами було підтверджено, що втрати маси забруднень (мийний ефект) залежать від первинної кількості молочних відкладень, і задачею цієї роботи було виявити параметри (температурний режим та ступені розведення) для повного видалення молочних відкладень після обробки мийними засобами, то було обрано спосіб оцінки як втрати маси первинно нанесеної на зразок молочної плівки у відсотках.

Експериментальні дослідження виконували за методиками вагового аналізу. Усі зважування здійснювали з використання вагів лабораторних 2 класу моделі ВЛР-200 г. Молочні плівки наносили на попередньо вимиті, висушені, охолоджені в ексікаторі та зважені зразки з неіржавіючої сталі. Зразки поміщали у скляні хімічні стакани, заливали лужним мийним засобом та статично витримували за температури 55 °С протягом 15 хв. Потрібно зазначити, що стандартні методики [1, 3, 14] мийки внутрішніх поверхонь обладнання рекомендують попереднє промивання проточною водою «кімнатної температури або холодною» протягом 5–7 хв. Але автори свідомо не здійснювали таке промивання для ускладнення умов відмивання. Ще одним ускладненням є проведення мийки в статичних умовах. Крім того експерименти проводили з молочними плівками однодобової витримки, тоді як промивні рідини є рекомендованими [1, 3, 14] для відмивання свіжих забруднень внутрішніх поверхонь технологічного обладнання.

Після витримки в розчині зразки промивали дистильованою водою в статичних умовах до видалення лужного середовища, здійснюючи контроль за фенолфталеїном.

Наступним етапом була обробка кислотним розчином за різних ступенів розведення та температур з витримкою протягом 25 хв., ополіскуванням дистильованою водою, висушуванням у сушильній шафі, охолодженням та зважуванням.

В усіх експериментах зразок № 1 був контрольний, який витримували при ідентичних режимах, але в дистильованій воді.

Результати досліджень та їх обговорення

Одержані експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного та кислотного мийних засобів за мінімально дозволених температурних режимів від молочної плівки, яку витримали протягом 1 доби, приведені в таблиці 1. В дужках зазначено розведення розчину дистильованою водою.

Оскільки не є обов'язковим повне видалення молочних відкладень лужним розчином, ми дослідили сумарний мийний ефект при розведенні його 1:9. Очевидно, що за таких умов відбувається повне видалення молочних забруднень.

Наступним етапом нашої роботи було оцінити мийний ефект створених розчинів при мінімально допустимому режимі лужної обробки та зменшенні температурного режиму кислотної обробки нижче мінімально рекомендованої температури. Тут ми оцінили мийний ефект плівок, витриманих протягом 1 доби та 3 діб (табл. 2)

Очевидним є ефект задовільної мийної спроможності навіть «застарілих» (3 доби) молочних забруднень. Тому в наступному оціночному етапі експерименту ми зменшили температуру кислотної обробки ще на 5 °С. Результати експериментальних досліджень мийного ефекту лужного (при $t=55$ °С) та кислотного ($t=60$ °С) мийних засобів молочних плівок, витриманих протягом 1 доби та 3 діб приведені в таблиці 3.

Очевидним є наявність залишку молочних забруднень при зниженні температурного режиму кислотної обробки «застарілої» молочної плівки, але відбувається повне відмивання забруднень однодобових.

Результати експериментальних досліджень демонструють задовільний мийний ефект від молочних забруднень у статичному режимі при застосуванні лужного та кислотного мийних розчинів, створених авторами, при гранично допустимих температурних режимах із розведенням 1:9. Показано повне відмивання навіть 3-денного молочного забруднення при зниженні температурного режиму кислотної обробки до $t=65$ °С при розведенні обох розчинів 1:9. Доведена ефективність мийних засобів по відношенню до одноденної молочної плівки при зниженні температурного режиму кислотної обробки до $t=60$ °С при розведенні обох розчинів 1:9. Виявлено, що за такого режиму при наявності «застарілих» молочних відкладень спостерігається до 0,1 % залишку. Тобто оптимальним режимом комплексного застосування лужного та кислотного мийних розчинів в одному мийному циклі є їх розведення 1:9 та температурні режими $t=55$ °С (для лужного розчину) та $t=65$ °С (для кислотного розчину).

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

**1. Експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного (55 °С)
та кислотного (70 °С) миючих засобів молочних забруднень**

№ зразка	Маса зразка $m_1(\pm 0,00005)$, г	Маса зразка з плівкою $m_2(\pm 0,00005)$, г	Маса плівки $m_3(\pm 0,00005)$, г	Маса зразка після оброблення $m_4(\pm 0,00005)$, г	Залишок, %	Примітки
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:5)						
1	5,67205	5,71925	0,0472	5,71795	2,75	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24800	0,0466	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39100	0,0459	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20850	0,0483	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:6)						
1	5,67205	5,72025	0,0482	5,71900	2,59	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24730	0,0459	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39410	0,0490	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20850	0,0483	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:7)						
1	5,67205	5,71995	0,0479	5,71865	2,71	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24630	0,0449	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39220	0,0471	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20600	0,0458	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:8)						
1	5,67205	5,72045	0,0484	5,71945	2,7	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24780	0,0464	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39060	0,0455	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20720	0,0470	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72255	0,0505	5,72120	2,67	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24840	0,0470	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39110	0,0460	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20820	0,0480	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72125	0,0492	5,72260	2,74	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24910	0,0477	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39360	0,0485	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20760	0,0474	6,16020	0,00	

Джерело: Експериментальні результати, отримані авторами.

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

2. Експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного ($t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$) та кислотного ($t=65\text{ }^{\circ}\text{C}$) миючих засобів молочних забруднень

№ зразка	Маса зразка $m_1(\pm 0,00005)$, г	Маса зразка з плівкою $m_2(\pm 0,00005)$, г	Маса плівки $m_3(\pm 0,00005)$, г	Маса зразка після оброблення $m_4(\pm 0,00005)$, г	Залишок, %	Примітки
Молочна плівка (витримка 1 доба), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,71765	0,0456	5,67205	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
2	5,20140	5,24890	0,0475	5,20140	0,00	
3	6,34510	6,39410	0,0490	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20900	0,0488	6,16020	0,00	
Молочна плівка (витримка 3 доби), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72015	0,0481	5,67205	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
2	5,20140	5,25010	0,0487	5,20140	0,00	
3	6,34510	6,39340	0,0483	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20810	0,0479	6,16020	0,00	

Джерело: Експериментальні результати, отримані авторами.

3. Експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного ($t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$) та кислотного ($t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$) миючих засобів молочних забруднень

№ зразка	Маса зразка $m_1(\pm 0,00005)$, г	Маса зразка з плівкою $m_2(\pm 0,00005)$, г	Маса плівки $m_3(\pm 0,00005)$, г	Маса зразка після оброблення $m_4(\pm 0,00005)$, г	Залишок, %	Примітки
Молочна плівка (витримка 1 доба), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,71815	0,0461	5,67205	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
2	5,20140	5,24890	0,0475	5,20140	0,00	
3	6,34510	6,39430	0,0492	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20700	0,0468	6,16020	0,00	
Молочна плівка (витримка 3 доби), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72155	0,0495	5,72150	0,10	Візуально ледве помітний наліт
2	5,20140	5,25110	0,0497	5,25105	0,10	
3	6,34510	6,39220	0,0471	6,39215	0,11	
4	6,16020	6,20850	0,0483	6,20845	0,10	

Джерело: Експериментальні результати, отримані авторами.

Ми свідомо не наводимо експериментальні дані, отримані при подальших розведеннях, хоча вони теж показали задовільну мийну здатність. Причина полягає в тому, що однією з вимог до розчинів мийних є також дезінфекція. Тому дослідження більш розведених розчинів ми плануємо виконувати з одночасним дослідженням дезінфекційного ефекту.

Висновки

Виконаний аналіз параметрів комплексного застосування створених авторами лужного та кислотного мийних засобів для миття обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі. Доведена

висока ефективність мийної здатності розчинів при запропонованих розведеннях. Результати досліджень демонструють задовільний мийний ефект використання лужного та кислотного мийних розчинів в одному мийному циклі при мінімальних температурних режимах. Основними перевагами представлених та досліджених розробок є низька собівартість, можливість приготування з розведених розчинів, які не є прекурсорами як в промислових умовах, так і безпосередньо на підприємстві перед застосуванням, відсутність різких запахів, безпечність при використанні, можливість застосування води середньої жорсткості, й, як доведено, енергоефективність. Одержані результати сприяють перспективам інтеграції агропромислового сектору економіки в європейський простір як самостійної конкурентноспроможної продуктивної галузі з пропозиціями, що відповідають вимогам стандартів якості.

Перспективи подальших досліджень. Оскільки повне відмивання від молочних відкладень надає хороший прогноз щодо дезінфекційного впливу, то при подальших дослідженнях є необхідним вивчити ефективність використання запропонованих засобів щодо дезінфекції обладнання та виконати оптимізацію умов їх використання для визначення антимікробної дії.

References

1. Instruksiya po sanitarnoy obrabotke oborudovaniya na predpriyatiyah molochnoy promyishlennosti. Retrieved from: http://www.libusst.ru/doc_ussr/usr_9628/htm. [In Russian].
2. Katalog produktzii chastnogo predpriyatiya "Rostok-Agro.H". Koncentrirovannoe kislotnoe moyushee sredstvo RINOL-KK. Retrieved from: <http://rostok-agro.com.ua/ru/kormlenie/kontsentririvannoe-kislotnoe-moyushchee-sredstvo-rinol-kk.html>. [In Russian].
3. Katalog soputstvuyuschih tovarov FarmServices 2014-2015. Retrieved from: http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%20_2014_2015.pdf. [In Russian].
4. Katalog tovarov kompanii «LaktaLyuks». Moyushchee sredstvo dlya doilnyh apparatov [Retrieved from: http://lactalux.com.ua/ru/stati/moyushchee-sredstvo-dlya-doilnyh-apparatov_ss.html] [In Russian].
5. Kukhtyn, M. D., Kryvokhyzha, Ye. M., Kryzhanivskiy, Ya. I., & Motkaliuk. (2010). Patent № 51382. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
6. Onyshchenko, V. O., Filonych, O. M., Deineka, Yu. M., Chepurko, I. V., Storozhenko, D. O., Senenko, N. B., & Buniakina, N. V. (2018). Patent № 127785. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
7. Onyshchenko, V. O., Filonych, O. M., Deineka, Yu. M., Chepurko, I. V., Storozhenko, D. O., Senenko, N. B., & Buniakina, N. V. (2019). Patent № 132131. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
8. Paliy, A. P. (2016). Patent № 108668. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
9. Prays ООО «АТ Техника». Gигиена yстановok. Retrieved from: <http://at-technika.com.ua/index.php/gigienayстановok/kislotnue> [In Russian].
10. Produktsiia naukovy-vyrobnychoho pidpriemstva «Farmakos. Retrieved from: <http://farmakos.ua/> [In Ukrainian].
11. Prombaza 77. Mezhdunarodnyiy otraslevoy portal. Schelochnoe moyushee sredstvo. Retrieved from: <http://cherkassy.prombaza77.com/products/schelochnoe-moyushee-sredstvo-basix-ot-delaval> [In Russian].
12. Rozrobka instruktsii shchodo tekhnolohichnoi myiky ta sanitarnoi obrobky obladnannia molochnykh pidpriemstv. Derzhavnyi reestratsiyni nomer № 0109U002638. *Zvit pro NDR: 89.09.* (2010). Kyiv. [In Ukrainian].
13. Shynkaruk, O. Y. (2016). Laboratorna kharakterystyka rikdoho enzymnoho myinoho zasobu «ENZYMYI» dlia sanobrobky u molochnii promyslovosti. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18 (3 (71)), 195–200. doi:10.15421/nvlvet7145 [In Ukrainian].
14. Shulha, N. M., & Mlechko, L. A. (2011). *Sanitariia ta hiiiena: navchalnyi posibnyk dlia studentiv.* Kyiv: Minosvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy IPDO NUKhT [In Ukrainian].
15. Yakubchuk, N. F., Tymchyshyna, T. D., & Yurchenko, I. O. (2006). Patent № 77092. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
16. Davey, K. R., Chandrakash, S., & O'Neill, B. K. (2013). A new risk analysis of Clean-In-Place milk processing. *Food Control*, 29 (1), 248–253. doi:10.1016/j.foodcont.2012.06.014.
17. Patent № 8114222 B2. USA.: Patent and Trademark Office.
18. Patent № 0751211 A1 EP. USA.: Patent and Trademark Office.

19. Patent № WO 2002010325 A1. Poland: Nach dem Vertrag über die Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens.
20. Patent № 5998358 A. USA.: Patent and Trademark Offic.
21. Patent № 2593259 A. USA.: Patent and Trademark Offic.
22. Thomas, A., & Sathian, C. T. (2014). Cleaning-In-Place (CIP) System in Dairy Plant- Review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8 (6), 41–44. doi:10.9790/2402-08634144.
23. Onyshchenko, V., Filonych, O., Storozhenko, D., & Senenko, N. (2019). Technological integration by invention of new qualitative means for food industry. In R. Iserman, et al. (Ed.), *Association agreement: driving integrational chances: collective monograph* (pp. 569–579). Chicago, Illinois, USA: Accept Graphics Communications.
24. Onyshchenko, V., Deyneka, Yu., Chepurko, I., Storozhenko, D., Senenko, N., & Bunyakina, N. (2017). Equipment washing formulae for milk products industry. *Energy, energy saving and rational nature use*, 1–2 (7, 8), 94–99.
25. Storozhenko, D., Senenko, N., & Horobets, D. (2018). Innovations in the Processes of Cleaning and Disinfection for Dairy Industry Equipment. In Dei, M., Rudenko, O., Tsekhmister, Ya. & Lunov, V. (Ed.), *Innovations in Science: The Challenges of Our Time: collective monograph* (pp. 515–524). Hamilton: Accent Graphics Communications & Publishing.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Онищенко В. О., Філонич О. М., Стороженко Д. О., Сененко Н. Б., Бунякіна Н. В., Горобець Д. О., Кисіль В. Р. Аналіз параметрів ефективного застосування лужного та кислотного засобів для мийки обладнання молочної промисловості. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 284–292.

© Онищенко Володимир Олександрович, Філонич Олена Миколіївна,
Стороженко Дмитро Олексійович, Сененко Наталія Борисіївна,
Бунякіна Наталія Володимирівна, Горобець Дарина Олександрівна,
Кисіль Валерія Романівна, 2019



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 621.867.133 | doi: 10.31210/visnyk2019.02.38

INVESTIGATING THE INFLUENCE OF STRAW CONTENT AND LOADING DEGREE OF THE THRESHER OF ACROS-530 AND “JD-9500” COMBINE HARVESTERS ON THE QUALITY OF THRESHING WINTER WHEAT GRAIN

O. A. Burlaka,

ORCID ID: [0000-0002-2296-7234](https://orcid.org/0000-0002-2296-7234), E-mail: leksii.burlaka@pdaa.edu.ua,

S. V. Yakhin,

ORCID ID: [0000-0002-0042-0844](https://orcid.org/0000-0002-0042-0844), E-mail: ergii.iakhin@pdaa.edu.ua,

O. U. Drozhchana,

ORCID ID: [0000-0001-8214-2624](https://orcid.org/0000-0001-8214-2624), E-mail: olga.drozhchana@pdaa.edu.ua,

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

The purpose of this article is to determine the influence of grain mass strawiness and loading level of the thresher of the ACROS-530 and “JD-9500” combine harvesters conducted according to the classical tangential scheme of grain threshing on the quality of separation – grain losses behind the combine harvester and impurities content of bin grain under the direct harvesting of winter wheat in agro-climatic conditions of Poltava district, Poltava region Based on the analysis of the experimental data response surfaces were constructed, characterizing the dependence between the height of plants’ cutting X_1 , cm; bin grain impurities content Y_1 , %; and grain losses, Z_1 , % (harvesting winter wheat by ACROS-530 and “JD-9500” combines harvesters with the speed of 4.5 km/h). It should be mentioned that for agro-technical conditions of Poltava district, the optimal cutting height varies within 5 ... 15 cm at direct harvesting of winter wheat grain and the yield up to 5 t/ha. At the same time, smaller height of cutting is recommended by agro-technical conditions for manufacturing crop growing products, and increasing the height of cutting improves the effectiveness of operating the separating mechanisms of combine harvesters. Therefore, if it is necessary to pick almost all straw, it is recommended to reduce the speed of basic combine harvester’s equipment. If part of straw is left in the field as organic fertilizers, the criteria of harvester loading are losses behind threshing unit and the content of grain impurities transported in the bin. Analyzing the experimental data, the dependences between the speed of ACROS-530 and “JD-9500” combine harvesters – X_1 , km/h, the content of bin grain impurities Y_1 , %, and grain losses Z_1 , % at the fixed height of cutting – 7...10 cm, were revealed; it was established that the best indicators of grain threshing quality were received at traveling speed 4.5... 5 km/h But under the identical capacity of combine harvesters per unit of the threshing set width, grain losses on the “JD-9500” combine harvester (0.5...1 %) and the content of bin grain impurities (2...3.5 %) were less in comparison with the ACROS-530 at other invariable harvesting conditions. It is stipulated by more perfect design of air-screen cleaning of the “JD-9500” harvester. It is expedient to use the obtained research results as recommendations in the work of engineering and agronomic departments when carrying out quality control and technological equipping combine harvesters, designed according to the classical scheme of the threshing-separating device, while threshing winter wheat at agricultural enterprises and on farms of Poltava district, Poltava region.

Keywords: combine harvester, grain losses, threshing, grain impurities, technological adjustment, winter wheat.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОЛОМИСТОСТІ ТА СТУПЕНЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ МОЛОТАРКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ACROS-530 ТА «JD-9500» НА ЯКІСТЬ ОБМОЛОТУ ЗЕРНА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

О. А. Бурлака, С. В. Яхін, О. У. Дрожжана,

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

Метою даної статті є визначення впливу соломистості хлібної маси та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500», що виконані за класичною тангенціальною схемою обмолоту зерна на якість сепарації – втрати зерна за комбайном та засміченість бункерного зерна на збиранні озимої пшениці прямим комбайнуванням в агрокліматичних умовах Полтавського району Полтавської області. Експериментальні данні були отримані шляхом вимірювань змінних технологічних режимів роботи зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500». На основі аналізу експериментальних даних побудовані поверхні відгуку, що характеризують залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 , % (збирання озимої пшениці комбайнами ACROS-530 та «JD-9500» на швидкості руху 4,5 км/год.). Можливо зазначити, що, для агротехнічних умов Полтавського району, при збиранні зерна озимої пшениці прямим комбайнуванням з урожайністю до 5т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5...15 см. При цьому збільшення висоти зрізу покращує ефективність роботи сепарувальних механізмів комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю соломку, рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно базових налаштувань комбайнів. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, – критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер. Також досліджені залежності між швидкістю руху зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» – X_1' , км/год; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 , % при фіксованій висоті зрізу – 7...10 см. Крайні показники якості обмолоту зерна отримані при швидкості руху обох комбайнів 4,5...5 км/год. Але за умов однакової, з розрахунку на одиницю ширини молотарки, пропускної спроможності комбайнів втрати зерна на комбайні «JD-9500» (на 0,5...1 % менше) та ступінь засміченості бункерного зерна (на 2...3,5 % менше) в порівнянні з комбайном ACROS-530. Це обумовлено більш досконалими конструктивними рішеннями повітряно-решітної очистки комбайну «JD-9500». Отримані нами результати досліджень у вигляді рекомендацій доцільно використовувати в роботі інженерних та агрономічних служб при проведенні контролю якості та технологічного налаштування зернозбиральних комбайнів, що сконструйовані за класичною схемою молотильно-сепарувального пристрою, на обмолоті озимої пшениці в сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах Полтавського району Полтавської області.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, втрати зерна, обмолот, забруднення зерна, технологічне пристосування, озима пшениця.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛОМИСТОСТИ И СТЕПЕНИ ЗАГРУЗКИ МОЛОТИЛКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ACROS-530 И «JD-9500» НА КАЧЕСТВО ОБМОЛОТА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А. А. Бурлака, С. В. Яхин, О. У. Дрожжана,

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

Определено влияние содержания соломы в хлебной массе и степени загрузки молотилки зерноуборочных комбайнов ACROS-530 и «JD-9500» на качество сепарации – потери зерна за комбайном и засоренность бункерного зерна на уборке озимой пшеницы прямым способом в агроклиматических условиях Полтавского региона. Построены графические поверхности, характеризующие зависимость между высотой среза растений X_1 , см; сорностью бункерного зерна Y_1 , %; и потерями зерна Z_1 , % (обмолот озимой пшеницы комбайнами ACROS-530 и «JD-9500» на скорости движения 4,5 км/ч). Также получены поверхности отклика, характеризующие зависимость между скоростью движения комбайнов – X_1' , км/ч; сорностью бункерного зерна Y_1 , %; и потерями зерна Z_1 , % с фиксированной высотой среза – 7...10 см.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, потери зерна, обмолот, засоренность зерна, технологическая наладка, озимая пшеница.

Вступ

В наш час сільськогосподарське виробництво вцілому, та галузь рослинництва зокрема є складовою продовольчої безпеки України. Полтавська область займає одну з домінуючих позицій в даному напрямку. Зернопродуктовий підкомплекс залишається одним з конкурентних складових економіки регіону. При цьому вимоги до якості виробництва зерна з кожним роком зростають. Інноваційні технології спрямовані на зменшення витрат та шкідливості виробництва, вони є основою підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств. Особлива увага при здійсненні зерновиробництва присвячується підвищенню якості роботи зернозбиральних комбайнів [1–3]. Збиральні операції є ключовим підсумковим етапом всієї технології, тому на них акцентується особлива увага. А іноді трапляються випадки, коли осіннє поле після збирання озимої пшениці рясно зеленіє сходами втраченого зерна по причині неякісної технологічної наладки або некоректно використаної схеми молотильно-сепарувального пристрою комбайна. Тому тематика даного дослідження актуальна та має практичне спрямування.

Вирішенню теоретичних та практичних завдань з використання зернозбиральних комбайнів шляхом зменшення втрат зерна та підвищення якості обмолоту присвячені праці відомих українських та закордонних вчених: Погорілого Л. В., Сакуна В. А., Шейченка В. О., Погорільця О. М., Демко А. А., Зенко М. Д., Ліника М. К., Недовесова В. І. та ін., в їхніх працях ґрунтовно описано теоретичні, технологічні та експериментальні складові технологічних операцій обмолоту зерна [7, 9–12, 17, 19].

Теоретичні складові досліджуваної тематики розкриті в працях [1, 7, 14, 15]. Ці роботи присвячені моделюванню технологічних процесів обмолоту, сепарації та проходження зернових потоків в зернозбиральних комбайнах.

Методиці та результатам експериментальних досліджень по підвищенню якості роботи зернозбиральних комбайнів на обмолоті різних зернових, зернобобових та технічних культур просвічені праці [9, 10, 12, 14, 15, 19].

Оцінка якості роботи сучасних зернозбиральних комбайнів на обмолоті зернових культур – це багатокритеріальна складна проблема сучасного сільськогосподарського виробництва. По такому напрямку ґрунтовні дослідження викладені у працях [6, 13, 15, 16, 18].

Шляхи удосконалення конструкційних параметрів зернозбиральних комбайнів та способи покращення технологічних складових операційної технології обмолоту зерна описуються в дослідженнях [4, 5, 8, 9, 14, 18].

Крім сказаного, адаптивність та порівняння технологій обмолоту зерна та збирання незернової частини розглянуті Шейченком В. О., Недовесовим В. І., Дубровіним В. О. та ін. відомих вчених у працях [6, 11, 17, 18].

Але в наш час наслідками зміни клімату є мінливість агротехнічних умов збирання зернових культур. Тому тема даного дослідження залишається актуальною, а вимоги до умов роботи зернозбиральних комбайнів потребують подальшого вдосконалення і адаптації до конкретного сільськогосподарського регіону, навіть в деяких випадках – визначеного сільськогосподарського підприємства.

Також питанням якості обмолоту як товарного, так і насінневого зерна комбайнами, присвячено ряд праць у міжнародних виданнях [20–23, 25–27]. Такі дослідження акцентують увагу взаємодії робочих органів молотильно-сепарувального пристрою з хлібною масою. Описані методики експериментальних досліджень по впливу основних технологічних характеристик зернозбиральних комбайнів на засміченість, дроблення, компресійне та абразивне пошкодження зерна, погіршення насінневих характеристик.

Метою досліджень даної роботи є з'ясування впливу соломистості хлібної маси та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500», що виконані за класичною тангенціальною схемою обмолоту зерна, на якість сепарації – втрат зерна за комбайном та засміченість бункерного зерна на збиранні озимої пшениці прямим комбайнуванням в агрокліматичних умовах Полтавського району Полтавської області для підвищення ефективності використання таких комбайнів та обґрунтування кращих технологічних режимів обмолоту зерна.

Для досягнення поставленої мети за результатами експериментів з використанням зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500», а також додаткового лабораторного обладнання необхідно

вирішити наступні завдання:

- запропонувати методику експериментальних досліджень та випробувань зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» по вивченню залежності між висотою зрізу рослин, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна;

- запропонувати методику експериментальних досліджень та випробувань зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» по вивченню залежностей між швидкістю руху зернозбирального комбайна, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна;

- провести заплановані експериментальні дослідження із використанням прикладних комп'ютерних програм (наприклад STATISTICA), провести аналіз результатів з метою визначення кращих параметрів обмолоту зерна досліджуваними комбайнами;

- розробити практичні рекомендації по зменшенню втрат зерна при обмолоті озимої пшениці прямим комбайнуванням зернозбиральними комбайнами ACROS-530 та «JD-9500» для сільськогосподарських підприємств Полтавського району Полтавської області.

Матеріали і методи досліджень

При виконанні досліджень за даною публікацією, використані методи математичного та статистичного аналізу. Такі методи були використані під час обробки результатів експериментальних досліджень, що проведені як пошук оптимальних технологічних режимів роботи зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» при обмолоті озимої пшениці прямим комбайнуванням.

Проведення експериментальних досліджень було здійснено на полях посіву озимої пшениці в Державному підприємстві дослідному господарстві «Степне» Полтавської дослідної сільськогосподарської станції ім. М. Вавилова Інституту свинарства та агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України Полтавського району Полтавської області (ДПДГ «Степне») та полях Виробничого сільськогосподарського кооперативу «Злагода» Полтавського району Полтавської області (ВСК «Злагода»).

При проведенні багатофакторних експериментів початкові умови були наступні: культура, що збирається комбайнами – озима пшениця, середня урожайність в межах 4,5...5,0 т/га, вологість – 12 %, площа поля – 200 га. Комбайни, що збирають врожай – ACROS-530, та «JD-9500». Спосіб збирання – пряме комбайнування з розкиданням незернової частини врожаю по полю.

Перша частина досліджень проведена як вимірювання та обчислення експериментальних залежностей між висотою зрізу рослин, засміченістю бункерного зерна та втратами зерна комбайнами.

Друга частина досліджень проведена щодо встановлення експериментальної залежності по визначенню ступеня впливу швидкості руху зернозбирального комбайна на показники якості його роботи – втрати зерна та засміченість бункерного зерна.

Зернозбиральні комбайни, що брали участь у експерименті, обладнані гідростатичною трансмісією, тому особливих проблем по варіюванню швидкості руху з такими сільськогосподарськими машинами не було.

Змінювати висоту зрізу озимої пшениці також можливо без складнощів з урахуванням конструктивних особливостей обох машин – за допомогою основної гідравлічної системи зернозбиральних комбайнів.

Зміна швидкості руху зернозбиральними комбайнами проходила в діапазоні 1...9 км/год, висоти зрізу 2...25 см. Такі діапазони вимірювальних та змінних нами величин зумовлені з одної сторони біологічними властивостями озимої пшениці, а саме висотою хлібостою, та технічними характеристиками досліджуваних зернозбиральних комбайнів ACROS-530, та «JD-9500».

Втрати зерна за зернозбиральними комбайнами визначалась шляхом пошуку та зважування втрачених насінин з полоси, шириною 1 м, та довжиною, що дорівнювала робочій ширині захвата жатки комбайнів, з подальшим перерахунком втрат у відсотках відносно середньої урожайності сільськогосподарської культури – пшениці озимої.

Вимірювання засміченості проводиться шляхом визначення маси домішок в пробі зерна, що транспортується в бункер зернозбирального комбайна при фіксованій або визначеній швидкості руху та висоті зрізу.

Результати досліджень та їх обговорення

Усереднені результати за десятьма повторами задля встановлення залежності між висотою зрізу

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

рослин, X1, см засміченістю бункерного зерна Y1, % та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530 (швидкість руху – 4,5 км/год), подано в табл. 1.

1. Результати проведення експерименту – середні значення, щодо встановлення залежності між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530 (швидкість руху – 4,5 км/год)

№ випробування	X1 – висота зрізу, см	Y1 – засміченість, %	Z1 – втрати зерна, %
1	5,0	20,0	11,0
2	7,0	17,0	10,0
3	10,0	15,0	10,0
4	12,0	10,0	7,0
5	14,0	8,0	5,0
6	17,0	7,0	4,0
7	20,0	6,0	3,0
8	22,0	5,0	3,0
9	24,0	5,0	2,5
10	25,0	4,0	2,0

На основі експериментальних даних з табл. 1 нами отримано поверхню відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530 при фіксованій швидкості руху – 4,5 км/год).

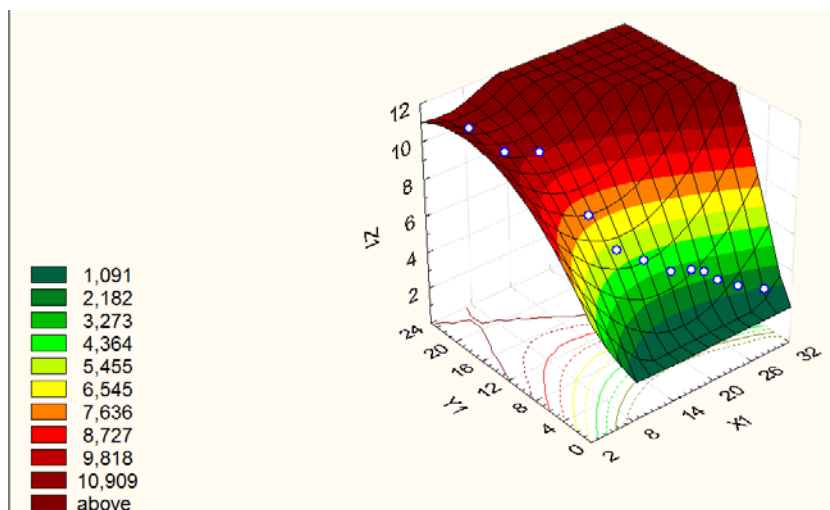


Рис. 1. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збирання озимої пшениці комбайном ACROS-530 з фіксованою швидкістю руху 4,5 км/год

На основі аналізу даної поверхні відгуку (рис. 1), збирання озимої пшениці комбайном ACROS-530, можливо зазначити, що для умов Полтавського району Полтавської області при обмолоті зерна прямим комбайнуванням з урожайністю до 5 т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5...15 см. При цьому менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю солому, тоді механізатору рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно агротехнічних вимог. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, – критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер.

Усереднені результати за десятьма, або більше, повторами щодо встановлення залежності між висотою зрізу рослин, X1, см засміченістю бункерного зерна Y1, % та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» (швидкість руху – 5 км/год), подано в табл. 2.

2. Результати проведення експерименту – середні значення щодо встановлення залежності між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500»

№ випробування	X1 – висота зрізу, см	Y1 – засміченість, %	Z1 – втрати зерна, %
1	1,00	7,90	3,50
2	2,00	6,90	3,80
3	3,00	5,70	3,70
4	4,00	5,90	2,90
5	5,00	2,30	2,70
6	6,00	2,90	1,90
7	7,89	1,60	1,30
8	9,90	1,70	1,40
9	10,70	1,20	1,20
10	12,70	1,00	1,00

На основі експериментальних даних з табл. 2 нами отримано поверхню відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» при фіксованій швидкості руху – 4,5 км/год).

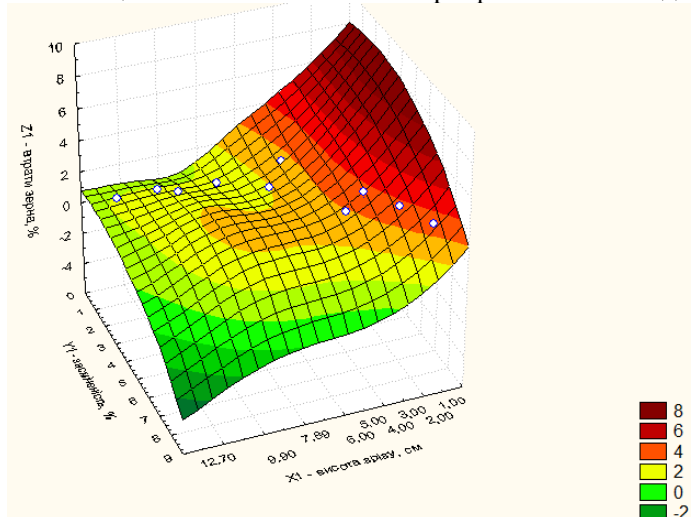


Рис. 2. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між висотою зрізу рослин X1, см; засміченістю бункерного зерна Y1, %; та втратами зерна Z1, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500», швидкість руху – 4,5 км/год

На основі аналізу даної поверхні відгуку (рис. 2), що побудована за технологічними експериментальними даними по збиранню озимої пшениці комбайном «JD-9500», можливо зазначити що для умов Полтавського району Полтавської області при здійсненні обмолоту прямим комбайнуванням з урожайністю до 5 т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 7...15 см., що дещо вище в порівнянні з технологічними режимами роботи комбайна ACROS-530. Останнє є наслідком вужчої ширини молотарки комбайну «JD-9500». В розглянутому випадку також менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тобто на цьому етапі експериментальних досліджень маємо ідентичну картину з комбайном ACROS-530, але вимірні нами втрати зерна за комбайном «JD-9500» дещо менші, особливо в межах відхилень від рекомендованих номінальних заводських регулювань.

Наступна частина експериментальних досліджень проведена нами як встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна, X1', засміченістю бункерного зерна Y1, та втратами зерна Z1 на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530. результати технологічних вимірювань роботи комбайна подано в табл. 3.

3. Результати проведення експерименту - середні значення щодо встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна, $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, % на збиранні озимої пшениці комбайном ACROS-530

№ випробування	$X1'$ – швидкість руху, км/год	$Y1$ – засміченість, %	$Z1$ – втрати зерна, %
1	1,0	1,0	1,0
2	2,0	1,5	1,2
3	3,0	1,7	1,4
4	4,0	1,5	2,0
5	5,0	1,9	2,4
6	6,0	4,0	3,5
7	7,5	5,0	3,6
8	8,5	6,0	3,8
9	9,0	7,0	4,5
10	10,	9,0	5,7

Якщо мати ідентичні умови збирання врожаю, а саме прийняти незмінну робочу ширину захвату жатки комбайна, то швидкість руху зернозбиральної машини є домінуючим параметром впливу на продуктивність роботи та ступінь завантаження молотарки хлібною масою, що збирається з поля.

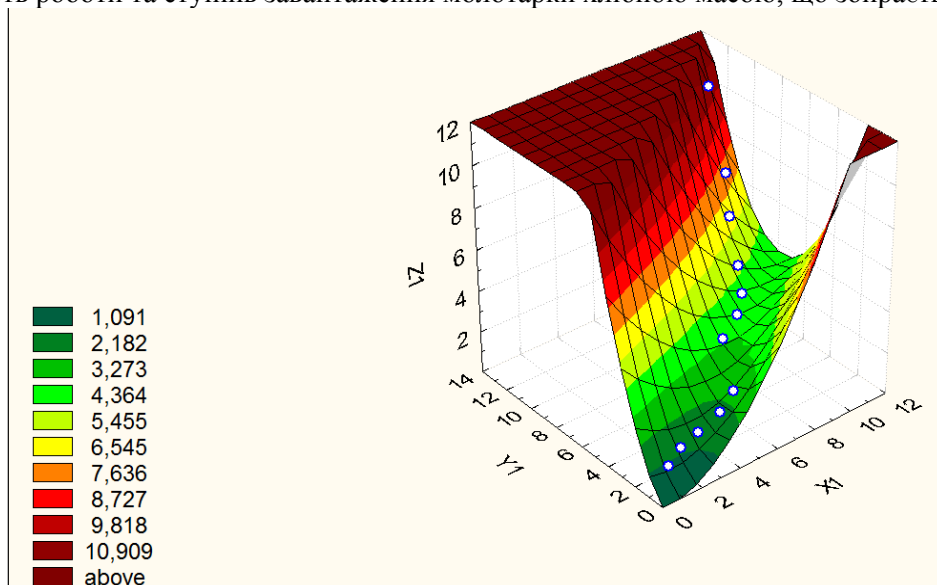


Рис. 3. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, %.
(Збирання озимої пшениці, комбайн ACROS-530) (висота зрізу – 7...10 см)

Поверхня відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна ACROS-530 – $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, % на збиранні озимої пшениці при встановленій висоті зрізу – 7...10 см, подана на рис. 3.

Аналізуючи таку поверхню, можливо визначити оптимальну швидкість руху в діапазоні 4,5...5 км/год. В такому режимі роботи комбайна ми отримали за даних умов збирання врожаю мінімально можливі втрати зерна за комбайном та задовільні параметри чистоти (засміченості) бункерного зерна.

Результати проведення експерименту – середні значення щодо встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» прямим комбайнуванням подано в табл. 4.

4. Результати проведення експерименту – середні значення щодо встановлення залежності між швидкістю руху зернозбирального комбайна $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, % на збиранні озимої пшениці комбайном «JD-9500» прямим комбайнуванням

№ випробування	$X1'$ – швидкість руху, км/год	$Y1$ – засміченість, %	$Z1$ – втрати зерна, %
1	1,0	1,5	1,3
2	2,0	1,3	1,2
3	3,0	1,7	1,4
4	4,0	1,5	1,8
5	5,0	1,9	1,9
6	6,0	2,3	2,6
7	7,5	4,5	2,9
8	8,5	5,7	3,7
9	9,0	6,1	3,8
10	10,0	6,5	4,7

Якщо порівнювати такі експериментальні дані з технологічними результатами роботи комбайна ACROS-530, то маємо майже тотожні режими, але втрати зерна в межах 0,5...1 % менше за комбайном «JD-9500».

Графічна інтерпретація експериментальних значень з табл. 4 подана у вигляді поверхні відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна «JD-9500» $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, % на збиранні озимої пшениці при встановленій фіксованій висоті зрізу – 7...10 см.

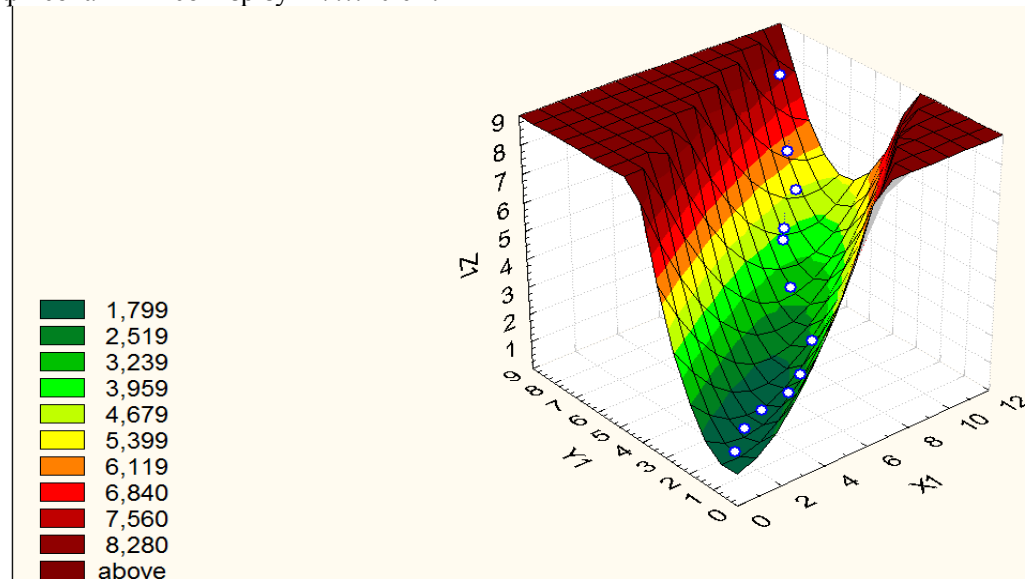


Рис. 4. Поверхня відгуку, що характеризує залежність між швидкістю руху зернозбирального комбайна $X1'$, км/год; засміченістю бункерного зерна $Y1$, %; та втратами зерна $Z1$, % – збирання озимої пшениці, комбайн «JD-9500», висота зрізу – 7...10 см.

Але за умов однакової пропускної спроможності – однакова ширина захвату жатками комбайнів, втрати зерна на комбайні «JD-9500» та ступінь засміченості бункерного зерна в порівнянні з комбайном ACROS-530 має дещо кращі параметри (на 0,5...1 % та 2...3,5 % відповідно) при незмінних інших умовах збирання врожаю. Це обумовлено більш досконалими конструктивними рішеннями повітряно-решітної очистки комбайну «JD-9500» – застосуванням каскадних по висоті та секційних по ширині повітряних потоків вентиляторів очищення дрібного вороху, а також використанням дворядного підбарання молотарки. Такі технологічні та конструктивні рішення, або більш перспективні доцільно використовувати на зернозбиральних комбайнах вітчизняного виробництва типу «Славутич» та «Скиф» при подальшому удосконаленні сепарувальних систем.

Результати досліджень двофакторних моделей експерименту підтверджують попередні припущення щодо пошуку та визначення на полі оптимального співвідношення між ступенем завантаження зернозбирального комбайну, та якістю обмолоту зерна. Останнє визначено шляхом вимірювання втрати за комбайном та ступінню засміченості зерна в бункері.

Тобто нами отримано підтвердження гепотизи, що стандартні рекомендації щодо технологічної налашки зернозбиральних комбайнів не завжди оптимально відповідають конкретним умовам збирання врожаю. Тому перевірку якості технологічної налашки таких марок сільськогосподарської техніки необхідно проводити кожен раз у полі перед початком зміни або на початку збирання іншої культури.

Висновки

На основі аналізу експериментальних даних та отриманих поверхонь відгуку, що характеризують залежність між висотою зрізу рослин X_1 , см; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 , % (збирання озимої пшениці комбайнами ACROS-530 та «JD-9500» на швидкості руху 4,5 км/год.), можливо зазначити що для агротехнічних умов сільськогосподарських угідь Полтавського району Полтавської області при збиранні зерна озимої пшениці прямим комбайнуванням з урожайністю до 5 т/га рекомендована висота зрізу знаходиться в діапазоні 5...15 см. При цьому менша висота зрізу рекомендована агротехнічними умовами виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва, а більша – ефективною роботою сепарувальних механізмів зернозбиральних комбайнів. Тому, якщо потрібно зібрати майже всю солому, тоді механізатору рекомендовано зменшувати швидкість руху відносно агротехнічних вимог. А якщо частину соломи можливо залишити у якості органічних добрив, – критерієм завантаження комбайна є втрати за молотаркою та засміченість зерна, що транспортується в бункер. При аналізі експериментальних даних та поверхонь відгуку, що характеризують залежність між швидкістю руху зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» – X_1' , км/год; засміченістю бункерного зерна Y_1 , %; та втратами зерна Z_1 , % з фіксованою висотою зрізу – 7...10 см., кращі показники якості обмолоту зерна отримані при швидкості руху 4,5...5 км/год. Але за умов однакової питомої (на одиницю ширини молотарки) пропускної спроможності комбайнів втрати зерна на комбайні «JD-9500» та ступінь засміченості бункерного зерна в порівнянні з комбайном ACROS-530 має дещо кращі параметри (на 0,5...1 % та 2...3,5 % відповідно) при незмінних інших умовах збирання врожаю. Це обумовлено більш досконалими конструктивними рішеннями повітряно-решітної очистки комбайну «JD-9500» – застосуванням каскадних по висоті та секційних по ширині повітряних потоків, що створюються вентиляторами очищення дрібного вороху, а також за рахунок використання двохрадіусного підбарабання.

Перспективи подальших досліджень. На основі вищесказаного, такі технологічні рішення, або більш перспективні доцільно використовувати на зернозбиральних комбайнах вітчизняного виробництва типу «Славутич» та «Скіф» при подальшому удосконаленню їхніх способів використання та покращенню конструкцій молотильно-сепарувальних систем.

References

1. Burlaka, O. A., & Yakhin, S. V. (2018). Pidvyshchennia efektyvnosti roboty skrebkovykh elevatoriv z vidtsentrovym typtom rozvantazhennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 195–200. doi:10.31210/visnyk2018.04.31 [In Ukrainian].
2. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., & Dudnyk, V. V. (2019). Eksperymentalni doslidzhennia protsesu transportuvannia zerna elevatorom zernozbyralnoho kombainu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 232–240. doi:10.31210/visnyk2019.01.28 [In Ukrainian].
3. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Dudnik, V. V., Ivankova, O. V., & Drozhchana, O. U. (2019). Bagatokriterialnij vibir suchasnykh zernozbiralnykh kombainiv. Analitichni aspekty. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*, 199, 5–20 [In Ukrainian].
4. Derevyanko, D. A. (2014). Vplyv nadozhennya hlibnoyi masi v molotilnij aparat pid chas obmolochnuvannya na travmuvannya nasynnya. *Visnyk agrarnoyi nauki*, 8, 53–56 [In Ukrainian].
5. Derevyanko, D., & Derevyanko, O. (2016). Vplyv tehnychnykh zasobiv ta komponentiv zernovogo vorohu na travmu i yakist nasynnya. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 6, 17–20 [In Ukrainian].
6. Dubrovin, V. O., Demko, A. A., Nadtochij, O. V., Demko, O. A. (2012). Tehniko-ekonomichna ocinka rivnya suchasnykh zernozbiralnykh kombainiv. *Naukovij visnyk Nacionalnogo universitetu bioresursiv i*

prirodokoristuvannya Ukrayini, 170 (1), 51–60 [In Ukrainian].

7. Zenko, M. D., & Nyedovyosov, V. I. (2013). Analitichne modelyuvannya vtrat zerna za molotarkoyu v zalezhnosti vid umov roboti zernozbiralnogo kombajna. *Mehanizaciya i elektrifikaciya silskogo gospodarstva*, 97 (1), 483–488 [In Ukrainian].

8. Kushnaryov, A., Kravchuk, V., & Lezhenkin, A. (2010). Problemy sovershenstvovaniya tehnologii uborki zernovyh. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 2, 6–12 [In Russian].

8. Kravchuk, V., & Zanko, M. (2013). Doslidzhennya vtrat zerna za molotarkoyu zernozbiralnogo kombajna. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 5, 8–12 [In Ukrainian].

10. Linnik, M. K., Sirenko, V. F., & Zhabko, A. I. (2013). Eksperimentalni doslidzhennya vtrat nasinnya ripaku pri zbiranni zernozbiralnimi kombajnami pryamim kombajnuvannyam posiviv. *Silskogospodarski mashini*, 24, 201–209 [In Ukrainian].

11. Nyedovyosov, V. I., & Zanko, M. D. (2012). Grafichne i matematichne modelyuvannya pokaznika «Ob'yem bunkera zernozbiralnogo kombajna». *Mehanizaciya i elektrifikaciya silskogo gospodarstva*, 96, 240–246 [In Ukrainian].

12. Pogorilij, L., Ivasyuk, V., & Solomaha, O. (2002). Do praktichnoyi realizaciyi monitoringu gruntiv u sistemi tochnogo zemlerobstva. *Tehnika APK*, 10–11 (zhovten-listopad), 8–9 [In Ukrainian].

13. Rozhanskij, O., Harenko, M., Kremsal, V., & Lisak, O. (2010). Ocinka yakosti roboti zernozbiralnih kombajniv u gospodarstvah Ukrayini. *Tehnika i tehnologiyi APK*, 5, 28–31 [In Ukrainian].

14. Samigullin, D. K., Hafizov, R. N., Tuhvatullin, A. A., & Hafizov, K. A. (2012). Metodika i rezultaty eksperimentalnyh issledovanij poter zerna na uborke. *Hranenie i pererabotka zerna*, 2, 17–20 [In Russian].

15. Smolinskij, S. V. (2016). Metodologichni principy ocinki effektivnosti roboti zernozbiralnih kombajniv. *Visnik Harkivskogo nacionalnogo tehnicnogo universitetu silskogo gospodarstva imeni Petra Vasilenka*, 170, 134–137 [In Russian].

16. Smolinskij, S. V., & Mironenko, V. G. (2012). Robochij proces zernozbiralnogo kombajna yak ob'ekt adaptaciyi. *Zbirnik naukovih prac Vinnickogo nacionalnogo agrarnogo universitetu*, 11 (2), 265–269 [In Ukrainian].

17. Shejchenko, V. O., Anelyak, M. M., & Tolstushko, M. M. (2013). Obgruntuvannya se paruyuchoyi poverhni reshit zernozbiralnih kombajniv. *Silskogospodarski mashini*, 26, 151–156 [In Ukrainian].

18. Shejchenko, V., Anelyak, M., & Kuzmich, A. (2016). Gnuchke zbirannya. *The Ukrainian Farmer*, 11, 122–124 [In Ukrainian].

19. Shejchenko, V., Anelyak, M., & Kuzmich, A. (2016). Vyzov prinyat! Kak umenshit sebestoimost uborki zernovyh kultur sovremennymi kombajnami. *Zerno*, 4, 114–116 [In Russian].

20. Choi, M.-C., Lee, K.-H., Jang, B.-E., Kim, Y.-J., Chung, S.-O., Lee, J.-S., & Chung, S.-O. (2018). Grain flow rate sensing for a 55 kW full-feed type multi-purpose combine. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11 (5), 206–210. doi:10.25165/ijabe.20181105.2686.

21. Fiscus, D. E. Foster, G. H. & Kaufmami, H. H. (1971). Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*, 14 (3), 0480–0485. doi:10.13031/2013.38319.

22. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association. Document 05-2010-OM. Edition 2011. (2011). *International Seed Testing Association*. Bassersdorf/Switzerland.

23. Menezes, P. C. de, Silva, R. P. da, Carneiro, F. M., Girio, L. A. da S., Oliveira, M. F. de, & Voltarelli, M. A. (2018). Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (10), 732–738. doi:10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738.

24. Shahbazi, F., Valizadeh, S., & Dowlatshah, A. (2012). Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14 (4), 682–1130.

25. Sheichenko, V. O., Kuzmych, A. Ya., Shevchuk, M. V., & Shevchuk, V. V., Belovod, O. I. (2019). Research of quality indicators of wheat seeds separated by prethreshing device. *Agricultural Engineering*, 57 (1), 157–164.

26. Špokas, L., Adamčuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovický, L. (2016). The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*, 62 (3), 106–112. doi:10.17221/16/2015-rae.

27. Zieliński, A., & Moś, M. (2009). Effects of seed moisture and the rotary speed of a drum on the germination and vigour of naked and husked oat cultivars. *Cereal Research Communications*, 37 (2), 277–286. doi:10.1556/crc.37.2009.2.16.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бурлака О. А., Яхін С. В., Дрожжана О. У. Дослідження впливу солоmistості та ступеня завантаження молотарки зернозбиральних комбайнів ACROS-530 та «JD-9500» на якість обмолоту зерна озимої пшениці. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 293–303.

© Бурлака Олексій Анатолійович, Яхін Сергій Валерійович, Дрожжана Ольга Урешівна, 2019

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*
Літературний редактор: *Дедушно А. В.*
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*
Комп'ютерна верстка та дизайн: *Свешнікова А. О.*
Під час створення макету було використано матеріали,
які знаходяться у вільному доступі мережі Інтернет.

Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 18,9. Тираж 300 пр. Зам. № 77.
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.