

ВІСНИК

ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

3'2021

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2021, № 3 (102)

ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

© «Вісник Полтавської державної
аграрної академії», 2021

ВІСНИК

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

3'2021

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2021, № 3 (102)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

Editorial board address:

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

FOUNDER –

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

© Bulletin of Poltava State
Agrarian Academy, 2021

Науково-виробничий фаховий журнал *Вісник Полтавської державної аграрної академії* включено до «Переліку наукових фахових видань України» **Категорія Б**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії з сільськогосподарських, ветеринарних та технічних наук (наказ Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. та № 866 від 02.07.2020 р).

Виходить чотири рази на рік.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

Редакційна колегія з галузі «Сільське господарство»:

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

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

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

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

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

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

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

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

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

М. РАЙФУР, док. габ (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

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

А. М. ШОСТЯ, к. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»:

А. А. АНТІПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

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

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

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

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

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

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

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

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

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Технічні науки»:

О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)
І. А. ДУДНІКОВ, к. тех. наук (Україна)
С. Б. КОВАЛЬЧУК, к. тех. наук (Україна)
О. М. КОСТЕНКО, д. тех. наук (Україна)
В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)
В. О. СУКМАНОВ, д. тех. наук (Україна)
В. О. ШЕЙЧЕНКО, д. тех. наук (Україна)

Члени Ради почесних членів:

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

Журнал рекомендовано до друку за рішенням вченої ради Полтавського державного аграрного університету (протокол № 2 від 15.09.2021 р.)

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

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

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

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

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

The journal is published four times a year.

EDITORIAL BOARD:

Chief of Editorial Council

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

Editor-in-chief

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

Deputy Head of Editorial Council

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

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

Deputy Chief Editor

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of «Agriculture»:

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

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

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

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

M. M. MARENCH, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

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

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

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

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

M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)

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

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

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

Editorial Board in the field of «Veterinary Medicine»:

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

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

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

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

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

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

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

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

T. A. KUZMINA, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

S. M. KULYNYCH, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

T. P. LOKES-KRUPKA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

V. V. MELNYCHUK, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

O. B. PRIJMA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

Editorial Board in the field of «Technical Sciences»:

O. V. HORYK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

I. A. DUDNIKOV, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
S. B. KOVALCHUK, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
O. M. KOSTENKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
V. M. SAKALO, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
V. O. SUKMANOV, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
V. O. SHEICHENKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

Members of Council:

A. BRZOZOWSKA, Dr. Econ. Sci. (Poland)
Z. DACKO-PIKIEWICZ, Dr. hab. (Poland)
O PEREKHOZHUK, Dr. Econ. Sci. (Germany)
V. M. SAMORODOV, Honored inventor of Ukraine (Ukraine)

The journal is recommended for publication by the decision of the Academic Council of Poltava State Agrarian University (protocol No. 2 of 15.09.2021).

The title, conception, content, and design of the “Bulletin of Poltava State Agrarian Academy” are intellectual property of Poltava State Agrarian University and are protected by the Law of Ukraine “On Copyright and Related Rights.” Materials are published in original language. In case of reprinting, the reference to the “Bulletin of Poltava State Agrarian Academy” is compulsory.

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

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

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

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

<i>Расевич І. В.</i> Особливості трансферу технологій сільськогосподарського виробництва України..	12
<i>Чугрій Г. А.</i> Визначення ефективності різних інтенсивних агротехнологій для сталого зерновиробництва ячменю ярого в умовах Степу України	18
<i>Тригуб О. В., Куценко О. М., Ляшенко В. В., Дудка К. О.</i> Оцінка урожайності та адаптивних характеристик генофонду гречки	27
<i>Поспєлов С. В., Поспєлова Г. Д., Нечипоренко Н. І., Коваленко Н. П., Охріменко В. В.</i> Моніторинг хвороб кукурудзи в умовах Полтавського регіону	37
<i>Марініч Л. Г., Антонець О. А.</i> Вплив строків посіву на продуктивність стоколосу безостого в умовах Лісостепу України.....	45
<i>Бакалова А. В., Грицюк Н. В.</i> Біологічні особливості розвитку американського білого метелика на ясені звичайному в умовах Житомирської області.....	51
<i>Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Гарбузов Ю. Є.</i> Нові селекційні форми сої для кормовиробництва	58
<i>Мойсієнко В. В., Тимошук Т. М., Назарчук О. П., Дяков Т. В.</i> Оптимізація елементів технології вирощування гібридного жита в умовах Полісся	66

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Чайка Т. О., Бараболя О. В., Перепадченко Т. О., Шаповал Т. І.</i> Вирощування помідорів методами органічного землеробства у приватному секторі в умовах Лісостепу України.....	74
<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Цьова Ю. А., Подлесний А. В., Третьякова Д. М.</i> Концептуальні напрями регіонального управління сферою поводження з твердими побутовими відходами	82
<i>Середя М. С.</i> Діагностика ризиків та загроз впливу техногенно порушених земель під звалищами твердих побутових відходів на сільськогосподарські угіддя	91
<i>Мельник-Шамрай В. В.</i> Вертикальний розподіл ¹³⁷ Cs у ґрунтах свіжого та вологого субору Українського Полісся	101
<i>Пасенко А. В., Дігтяр С. В., Сакур О. А., Никифорова О. О., Цимбал І. І.</i> Мікробіологічний аспект екологічної біотехнології застосування біопрепарату «Радород» в агросфері.....	110

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

<i>Кропивка Ю. Г., Бомко В. С.</i> Ефективність використання змішанолігандних комплексів цинку, мангану й кобальту в годівлі високопродуктивних корів у ранній сухостійний період	118
<i>Побережець Ю. М., Яропуд В. М., Купчук І. М.</i> Яєчна продуктивність та гематологічні показники курок-несучок під впливом пробіотичної добавки	127

<i>Березовський М. Д., Нарижна О. Л., Ващенко П. А., Шостя А. М., Усенко С. О., Кузьменко Л. М., Слинко В. Г.</i> Термінальні кнури та інші батьківські форми в системі гібридизації.....	135
<i>Кравченко О. І., Карбан Ю. В., Усенко С. О., Васильєва О. О., Слинко В. Г., Юхно В. М.</i> Загальносвітові тенденції розвитку галузі козівництва та основні фактори формування якості козячого молока	142
<i>Осадча Ю. В.</i> Реакція організму курей на зміну висоти розташування кліткової батареї.....	150
<i>Чижанська Н. В., Кузьменко Л. М., Поліщук А. А.</i> Наукові основи застосування фітогенних добавок для відгодівлі свиней	157
<i>Сухно Т. В., Шостя А. М., Ващенко П. А.</i> Розробка технологічних підходів щодо ведення свинарства при отриманні та дорощуванні приплоду.....	162
<i>Полева І. О., Корх І. В., Карунна Т. І., Тендітник В. С., Кодак Т. С.</i> Біологічна цінність молока корів української чорно-рябої молочної породи із різними генотипами капа-казеїну (CSN3) та сиру кисломолочного	169

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Євстаф'єва В. О., Щербакова Н. С., Кручиненко О. В., Мельничук В. В., Михайлютенко С. М., Корчан Л. М., Долгін О. С., Передера С. Б.</i> Вплив техногенного забруднення на вміст бенз(а)пірену в силосі	178
<i>Деркач І. М.</i> Вплив клатрохелату Феруму(IV) на динаміку біохімічних показників сироватки крові поросят	186
<i>Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О., Хоменко А. М., Сидоренко І. С.</i> Аналіз видового різноманіття паразитів окремих видів риб прісноводних водойм України. Паразитичні найпростіші....	194
<i>Горюк Ю. В.</i> Терапевтична ефективність бактеріофагового препарату «Фагомаст» для лікування субклінічного маститу корів	204
<i>Сахарова О. Ю.</i> Особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків	210
<i>Хорольський А. А.</i> Порівняльна ефективність методів захиттєвої лабораторної діагностики пасалурозу кролів	224
<i>Прийма О. Б., Дмитренко Н. І.</i> Поширення паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз у господарствах Полтавської області	230
<i>Кручиненко О. В.</i> Поширення шлунково-кишкових паразитозів у курей.....	236
<i>Киричко Б. П., Звенігородська Т. В., Киричко О. Б.</i> Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій репродуктивної системи у самок дрібних тварин.....	242

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Березовський А. П., Трус О. М., Прокопенко Е. В.</i> Аналіз стану виробничого травматизму по регіонах України.....	249
<i>Бурлака О. А., Горбенко О. В., Келемеш А. О., Бурлака А. О.</i> Дослідження надійності роботи елементів транспортних систем зернозбиральних комбайнів.....	258

<i>Антонець А. В., Флегантов Л.О., Іванов О. М., Арендаренко В. М., Кошова О. П.</i> Дослідження контролюваного гравітаційного руху зерна у похилому каналі з трьома змінними кутами нахилу	265
<i>Бурлака О. А., Яхін С. В., Падалка В. В., Бурлака А. О.</i> 100 тон за годину, а що далі? Порівнюємо та аналізуємо характеристики флагманських моделей високопродуктивних зернозбиральних комбайнів.....	274

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Rasevych I. V.</i> Peculiarities of technology transfer of agricultural production in Ukraine	12
<i>Chuhrii H. A.</i> Determining the effectiveness of various intensive agro- technologies for sustainable grain production of spring barley in the Steppe conditions of Ukraine	18
<i>Tryhub O. V., Kutsenko O. M., Liashenko V. V., Dudka K. O.</i> Estimation of yield and adaptive characteristics of buckwheat genepool	27
<i>Pospelov S. V., Pospelova G. D., Nechiporenko N. I., Kovalenko N. P., Ochrimenko V. V.</i> Monitoring of corn diseases in the Poltava region.	37
<i>Marinich L. H., Antonets O. A.</i> Influence of sowing time on productivity of smooth brome grass in the ForestSteppe of Ukraine.....	45
<i>Bakalova A., Gritsyuk N.</i> Biological peculiarities of fall webworm moth development on common ash in Zhytomyr region.....	51
<i>Biliavska L. H., Biliavskiy Yu. V., Diyanova A. O., Harbuzov Yu. Ye.</i> New breeding forms of soybean for fodder production	58
<i>Moisiienko V. V., Tymoshchuk T. M., Nazarchuk O. P., Diakov T. V.</i> Optimizing the components of hybrid rye growing practice in Polissia	66

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Chaika T. O., Barabolia O. V., Perepadchenko T. O., Shapoval T. I.</i> Growing tomatoes by using organic farming methods in private sector of the Forest-Steppe of Ukraine.	74
<i>Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dychenko O. Yu., Ts'ova Yu. A., Tretyakova D. M., Podliesnyi A. V.</i> Conceptual directions in regional management of municipal solid waste sphere	82
<i>Sereda M. S.</i> Risks and hazards diagnostics of impact of industry-related lands under municipal solid waste landfills on farmlands	91
<i>Melnyk-Shamrai V. V.</i> Vertical distribution of ¹³⁷ Cs in soils of fresh and wet subsoils of Ukrainian Polissia.....	101
<i>Pasenko A. V., Dihtyar S. V., Sakun O. A., Nykyforova O. O., Tsymbal I. I.</i> Microbiological aspect of ecological biotechnology of applying “Radorod” biological preparation in the agrarian sphere.	110

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Kropyvka Yu. G., Bomko, V. S.</i> Effectiveness of using mixed-ligand complexes of zinc, manganese and cobalt in feeding highly productive cows in the early dry period.....	118
<i>Poberezhets J., Yaropud V., Kupchuk I.</i> Egg productivity and hematological indicators of laying hens under the influence of probiotic supplement	127
<i>Berezovskyy M. D., Narizhna O. L., Vashchenko P. A., Shostya A. M., Usenko S. O., Kuzmenko L. M., Slynko V. H.</i> Terminal boars and other male parents in hybridization system	135

<i>Kravchenko O. I., Karban Y. V., Usenko S. O., Vasiliva O. O., Slynko V. G., Yukhno V. M.</i> General global trends in the development of goat breeding field and main factors of goat milk quality formation	142
<i>Osadcha Yu. V.</i> Hens' organism response to the change of the height of cage battery location	150
<i>Chyzhanska N. V., Kuzmenko L. M., Polishchuk A. A.</i> Scientific bases for the use of phytogenic supplements in pig fattening	157
<i>Sukhno T. V., Shostya A. M., Vashchenko P. A.</i> Development of technological approaches to pig farming at receiving and rearing piglets.....	162
<i>Polieva I. O., Korh I. V., Karunna T. I., Tenditnyk V. S., Kodak T. S.</i> Biological value of cow milk and cottage cheese of Ukrainian Black-and-White dairy breed cows with different genotypes of kappa-casein (CSN3).....	169

VETERINARY MEDICINE

<i>Yevstafieva V., Shcherbakova N., Kruchynenko O., Melnychuk V., Mykhailiutenko S., Korchan L., Dolhin O., Peredera S.</i> Influence of technogenic pollution on benz(a)pyrene content in silage	178
<i>Derkach I. M.</i> Influence of ferrum (IV) clatrochelate on the dynamics of the biochemical indicators of piglets' blood serum	186
<i>Melnichuk V., Yevstafieva V., Khomenko A., Sydorenko I.</i> Parasites' species diversity analysis of separate fish species in freshwater reservoirs of Ukraine. Parasitic protozoa.....	194
<i>Horiuk Y. V.</i> Therapeutic efficacy of "Phagomast" bacteriophage preparation for the treatment of cows' subclinical mastitis.....	204
<i>Sakharova O. U.</i> Features of anatomical structure and physiology of donkey hooves	210
<i>Khorolskyi A.</i> Comparative efficacy of lifetime methods of rabbit passalurosis laboratory diagnostics ..	224
<i>Prima O. B., Dmytrenko N. I.</i> Spreading parasitoses of goats' gastro-intestinal tract on farms of Poltava region.....	230
<i>Kruchynenko O. V.</i> Spreading of hen gastrointestinal parasitoses	236
<i>Kyrychko B. P., Zvenihorodska T. V., Kyrychko O. B.</i> Use of ultrasound examination as a method of diagnostics of small animals' reproductive system pathologies.....	242

TECHNICAL SCIENCES

<i>Berezovskyi A. P., Trus O. M., Prokopenko E. V.</i> Analysis of the state of industrial traumatism by regions of Ukraine	249
<i>Burlaka O. A., Gorbenko O. V., Kelemesh A. O., Burlaka A. O.</i> Researching reliability of work of grain harvesters' transport systems elements.....	258
<i>Antonets A. V., Flegantov L. O., Ivanov O. M. Arendarenko V. M., Koshova O. P.</i> Investigating controlled grain gravitational movement in sloping channel with three variable angles	265
<i>Burlaka O. A., Yakhin S. V., Padalka V. V., Burlaka A. O.</i> 100 tons per hour, what is next? Let us compares and analyzes characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters	274



review article | UDC 631.332.1 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.01

**PECULIARITIES OF TECHNOLOGY TRANSFER OF AGRICULTURAL PRODUCTION
IN UKRAINE**

I. V. Rasevych

ORCID  [0000-0002-4728-7913](https://orcid.org/0000-0002-4728-7913)

Cherkassy State Agricultural Research Station of the National Scientific Center "Institute of Tilling of the National Agrarian Academy of Sciences
13, v. Kholodnyanske, Cherkassy region, 20731, Ukraine
E-mail: rasev@ukr.net

How to Cite

Rasevych, I. V. (2021). Peculiarities of technology transfer of agricultural production in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 12–17. doi: 10.31210/visnyk2021.03.01

Transfer is a necessary tool of innovative activity existence, the goal of which is knowledge and experience transfer. The stages of technology transfer in agricultural production of Ukraine have been considered in the article and the necessity of strengthening the innovation-oriented development of agrarian sector has been substantiated. The problems connected with the functioning of technology transfer networks in Ukraine have been studied. Taking into account the experience of the recent years' innovations, it has been demonstrated that effective variants of technology transfer in agricultural production are based on the potential of scientific and educational institutions of the agro-industrial complex. It has been emphasized on the importance of regular state funding and support of scientific research that has a direct impact on the scientific level and quality of innovations. Practical recommendations have been given which contribute to innovative development not only in agricultural production but also influence the reformation of market infrastructure in agro-industrial complex and significantly strengthen the role of scientific and research institutions in the sphere of scientific support. Thus, it is innovative development that is the only prerequisite for ensuring economic independence of the country, which will enable to reduce the gap between our country and the developed states. The current economic situation is stipulating new requirements to innovation processes. At the present time, there is a large gap in Ukraine between the requirements of science and technology and the possibilities of modern production. There is also no systemic approach to the management of innovative development and processes, which is connected with the lack of competence and instability of lawmaking activities of the state bodies. Thorough management of innovative development of agricultural production has to solve these problems. It will give the chance to move a new stage of economic growth and will create favorable conditions for the development, preservation and use of the national innovation potential.

Key words: agriculture, innovation providing, technology transfer, innovation activity, implementation

**ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ**

I. V. Rasevych

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної аграрної академії наук», м. Сміла, Україна

Трансфер є необхідним інструментом існування інноваційної діяльності, мета якої – передача знань і досвіду. У статті розглянуто стадії трансферу технологій у сільськогосподарському виробництві України, обґрунтовано необхідність посилення інноваційно-орієнтованому розвитку аграрної галузі. Розглянуто проблеми функціонування мереж трансферу технологій в Україні. Опіраючись на

досвід інновацій останніх років, продемонстровано, що ефективні варіанти передачі технологій у сільськогосподарському виробництві базуються на потенціалі наукових та освітніх установ АПК. Підкреслено важливість щорічного державного фінансування і підтримки наукових досліджень, що має безпосередній вплив на науковий рівень та якість інновацій. Надано практичні рекомендації, які сприяють інноваційному розвитку не лише сільськогосподарського виробництва, а також впливають на реформування ринкової інфраструктури в АПК та значно посилять роль наукових та дослідних установ у сфері наукового забезпечення. Отже, тільки інноваційний розвиток – єдина передумова забезпечення економічної незалежності країни, що дасть можливість скоротити прірву між нашою країною та передовими державами. Сучасна економічна ситуація зумовлює нові вимоги до інноваційних процесів. Натепер в Україні на жаль існує великий відрив потреб науки і техніки над можливостями сучасного виробництва. Також відсутній системний підхід до управління інноваційним розвитком та процесами, що пов'язано із недосконалістю та нестабільністю законотворчої діяльності державних органів. Всебічне керування інноваційним розвитком сільськогосподарського виробництва повинно розв'язати ці проблеми, що дасть змогу перейти на новий рівень економічного зростання та створить сприятливі умови для розвитку, збереження і використання вітчизняного інноваційного потенціалу.

Ключові слова: сільське господарство, провайдинг інновацій, трансфер технологій, інноваційна діяльність, впровадження.

Сільськогосподарське виробництво – одна з найважливіших та перспективних галузей економіки України, що забезпечує не лише продовольчу, а також і економічну безпеку. Саме тому його інноваційний розвиток не лише допоможе забезпечити продовольчими ресурсами населення, а також сприятиме зменшенню собівартості продукції, дасть змогу конкурувати вітчизняним аграрним підприємствам на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Питанню трансферу технологій у сільськогосподарському виробництві України присвячена велика кількість статей українських науковців: Андросової О. В. [1], Федулової Л. І. [3], Гордієнко В. П. [4], Готри А. В. [5], Христенко О. В. [8], Лупенко Ю. О. [11], Слободянюка Н. О. [20], Вергунова В. А. [23], Володіна С. А. [24]. Хоча наукова цінність проведених досліджень незаперечна, варто зауважити, що більшість агропідприємств не мають можливості впровадження власних інновацій у виробничу діяльність через великий вплив негативних факторів: відсутність достатнього матеріального забезпечення, недосконалість законодавчої бази, слабка взаємодія між наукою та бізнесом трансферу технологій.

У сучасному світі прогрес сільськогосподарського виробництва забезпечується наукою, наукомісткими технологіями і активною інноваційною діяльністю (ІД), яка дозволяє енергійно впроваджувати наукові розробки у виробничу практику [2, 3, 26]. В Україні активно відбувається процес організації структур, що безпосередньо задіяні у ІД. Одним із невід'ємних елементів ІД є трансфер, у сільському господарстві, як правило, йдеться про трансфер технологій (ТТ) [7, 11, 23, 29].

Трансфер технологій – процес продажу, передачі або обміну науково-технічних знань, навичок, методів виробництва і досвіду для надання наукових консультацій, застосування провідних технологічних процесів або налаштування виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської галузі відповідно до потреб ринку [2, 8–10, 24, 27].

«Трансферна» частка технології активно відділяється в особливе середовище і форму господарських зв'язків. Найкращим критерієм трансферу технології є активне її застосування для виробничих потреб. Отже, трансфер – і необхідний інструмент здійснення ІД, спрямований на передачу знань для вирішення певних завдань, і провідна форма поширення інновацій (Табл. 1).

Некомерційна форма, як правило, використовується у фундаментальних дослідженнях із залученням незапатентованої інформації. ТТ у цьому разі пов'язаний з невеликими витратами та підтримується на державному рівні або завдяки особистим контактам [11, 17, 28].

Взагалі метою ТТ є виключно впровадження у виробництво наукових розробок, а не отримання прибутку. Тому початком ТТ є формування обґрунтованої ідеї, а її доведення до виробництва – є його завершенням [6, 12, 18].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Види трансферу технологій

<i>Некомерційний</i>	<i>Комерційний</i>
навчальна і науково-технічна література, огляди, довідники, описи патентів, стандарти, каталоги проспектів тощо	об'єкти інтелектуальної та промислової власності (свідоцтва і патенти на сорти рослин, на винаходи, на корисні моделі, на промислові зразки, на торгівельні марки, свідоцтва України на знаки для товарів та послуг)
участь у міжнародних конференціях, форумах, симпозіумах, з'їздах	технічний досвід і «ноу-хау» (технологічні обґрунтування, інструкції, моделі, креслення, зразки, специфікації, технологічне оснащення та інструмент, послуги консультантів, підготовка та перепідготовка кадрів)
виступи на телебаченні, радіо	технічні і технологічні знання
участь у семінарах, виставках, аукціонах, ярмарках, Днях поля	договори на проведення загальних наукових досліджень, виробнича співпраця, утворення комунальних підприємств
організація проведення безоплатних навчань та стажувань вітчизняних вчених, фахівців і спеціалістів	інжиніринг, ліцензійні договори, інвестиційні та інші угоди, що пов'язані з покупкою, передачею та захистом прав на інтелектуальну і промислову власність

Джерело: [7, 14-16, 25].

Для отримання грошової вигоди при переході результатів наукових досліджень у виробництво потрібна комерціалізація – невід'ємний елемент ТТ. Її початок – визначення шляхів впровадження нової розробки, а кінець – реалізація розробки на ринку і отримання грошового прибутку. При комерціалізації власник нової інноваційної технології отримує винагороду згідно з укладеними на взаємовигідних умовах договорами.

Трансфер технологій включає п'ять етапів [3, 17, 23–24]:

1. Формування бізнес-ідеї, на основі якої проводиться комплексне обстеження: визначення перспективних напрямків комерціалізації, зародження перших ініціативних інноваційних пропозицій для майбутніх клієнтів;

2. Складання науково-технологічного пакета, який і виступає товаром на ринку інновацій: дуже часто на цьому етапі долучаються фінанси партнерів та інвесторів, зважаючи на їхні вимоги;

3. Просування новоствореного пакета шляхом пошуку можливих клієнтів за допомогою:

- ✚ прямих переговорів і звернень;

- ✚ участі в наукових конференціях, виставках, ярмарках, семінарах, конкурсах, нарадах, тендерах;

- ✚ організації презентацій;

- ✚ використання інтернет-ресурсів (власна сторінка в мережі, електронна пошта, Facebook, Telegram, Viber, Whatsap);

- ✚ залученні ЗМІ (телебачення, преса, радіо).

4. Вирішальний етап, на якому проводять індивідуальну роботу з потенційним покупцем та вихідний науково-технологічний пакет доопрацьовують згідно з його вимогами;

5. Реалізація розробки на ринку (комерціалізація) – продаж патенту, ліцензії, укладання ліцензійних договорів, утворення комунального підприємства, спільне продовження науково-дослідної роботи, вхід до існуючого підприємства з інтелектуальною власністю тощо. Значна роль тут відводиться ступеню розвитку інженерно-консультативних послуг, що забезпечують технічну підтримку впровадженню розробок.

До комерціалізації долучені як організації, що мають у штаті відповідних спеціалістів (маркетологи, технологічні менеджери, юристи, патентознавці, працівники інформаційних служб та ін.), так і малі наукові підприємства без відповідних фахівців. Також цю функцію можуть виконувати і самі розробники [3, 19, 22, 30].

Успіх цієї роботи багато в чому визначається методами і обсягами державної підтримки, ефективністю моніторингу та науково-інформаційним забезпеченням інноваційного розвитку у сфері сільського господарства. Якщо просту інновацію автор може впровадити сам, то, що стосується значних інновацій, – необхідно долучати відповідних фахівців [4, 20].

Український ринок послуг у сфері ТТ представлений загалом консалтинговими компаніями та некомерційними фондами [2, 7, 11]. Кожна компанія на ринку інновацій має власну специфіку. Деякі компанії не лише допомагають оформити документи на отримання прав інтелектуальної власності, а також сприяють просуванню інноваційної розробки та підвищують її обсяг продажів.

Аналіз роботи відповідних організацій в Україні і в інших економічно розвинених країнах дає змогу дійти такого висновку – комерціалізацію і ТТ повинні проводити фахівці у сфері передачі технологій у спеціально сформованих для цих цілей інноваційно-впроваджувальних структурах. У добре розвиненій інфраструктурі агропромислового виробництва вони є невід’ємною складовою частиною інноваційної системи АПК, пов’язаної з органами управління та координації ІД в АПК [28, 31].

Сільськогосподарське виробництво України через специфіку аграрної галузі має свої особливості:

- залежність від кліматичних умов та сезонності;
- наявність живих організмів зі своїми характеристиками;
- широкий спектр сільськогосподарської продукції;
- залежність від логістичних послуг;
- недостатній правовий захист інтелектуальної власності;
- велике різноманіття підприємств з різними організаційно-правовими формами [6, 15, 20].

На сьогодні основними виробниками інновацій для сільськогосподарського виробництва України є мережа наукових інститутів, дослідницьких станцій та господарств Національної аграрної академії наук. Під інноваційним продуктом у сільському господарстві слід розуміти результат інноваційної діяльності, що отримав практичну реалізацію у вигляді нового товару (нові сорти, гібриди рослин, породи тварин), технології або послуги, які при впровадженні у виробництво дають певний ефект [8, 21].

Взаємозв’язок цих елементів повинен визначати формування найперспективніших напрямів розвитку сільськогосподарської науки і визначення напрямку фундаментальних та прикладних перспективних науково-дослідних робіт для наукових організацій Національної аграрної академії наук та Міністерства аграрної політики України.

Висновки

В Україні створені практично всі організаційні форми підтримки інновацій, які використовують у світі. Але не відпрацьований механізм передачі – наукові дослідження не стають прикладними, а потім промисловою продукцією; недостатньо вивчається попит на агроінновації, не відпрацьовані показники економічної експертизи і механізми просування у виробництво. До того ж немає державних статистичних спостережень з питань інноваційної діяльності сільськогосподарських організацій. Створення інноваційної інфраструктури на базі наукових установ (Міжрегіональні центри трансферу технологій, Агротехнопарки, бізнес-інкубатори тощо) дасть можливість більш повно використовувати науковий потенціал АПК.

References

1. Androsova, O. F., & Cherep, A. V. (2007). *Transfer tekhnolohii yak instrument realizatsii innovatsiinoi diialnosti: monohrafiia*. Kyiv: Kondor [In Ukrainian].
2. Dorohan-Pysarenko, L. O., Yehorova, O. V., & Panchenko, I. G. (2020). The features of analysis of efficiency of implementation technological innovations in agriculture. *Nauka Ta Innovacii*, 16 (3), 27–38. doi: 10.15407/scin16.03.027
3. Fedulova, L. I. (2015). Tendentsii rozvytku natsionalnykh innovatsiinykh system: uroky dlia Ukrainy. *Aktualni Problemy Ekonomiky*, 4, 94–104. [In Ukrainian].
4. Hordiienko, V. P. (2014). Investytsiinyi potentsial rehionu yak ekonomichna katehoriia. *Naukovyi Visnyk Khersonskoho Derzhavnogo Universytetu. Seriia: Ekonomichni Nauky*, 7 (4), 68–71 [In Ukrainian].
5. Hotra, V. V. (2015). Investytsiini peredumovy formuvannia innovatsiinoho potentsialu APK. *Stalyi Rozvytok Ekonomiky*, 2, 169–177. [In Ukrainian].
6. Hrynkevych, O. S., & Kvak, S. A. (2020). Monitorynh i stratehichna diahnostryka innovatsiinoho rozvytku promyslovykh vydiv ekonomichnoi diialnosti v Ukraini. *Efektivna Ekonomika*, 3, 1–7. doi: 10.32702/2307-2105-2020.3.6 [In Ukrainian].
7. Hudz, O. Ie. (2015). Rol innovatsii shchodo zabezpechennia konkurentospromozhnosti ta efektyvnosti pidpriemstva. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu Silskoho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka: Ekonomichni nauky*, 161, 3–11. [In Ukrainian].

8. Khrystenko, O. V., & Ostapchuk, A. S. (2015). Teoretychni aspekty zastosuvannya transferu tekhnologii u diialnosti suchasnoho pidpriemstva. *Ekonomika i Rehion*, 6 (55), 103–109. [In Ukrainian].
9. Kolodiazna, I. V., & Borblik, K. E. (2017). Dzherela finansuvannya innovatsiinoi diialnosti pidpriemstv Ukrainy. *Ekonomika ta Upravlinnia Pidpriemstvamy*, 9, 448–453. [In Ukrainian].
10. Kostetskyi, V., & Prymachenko, I. (2020). Suchasni aspekty poshuku stymuliv do innovats. Diialnosti subiektiv hospodariuvannya. *Svit Finansiv*, 2, 134–144. doi: 10.35774/sf2020.02.126 [In Ukrainian].
11. Lupenko, Yu. O. (2014). Priorytetni napriamy innovatsiinoi diialnosti v ahraryi sferi Ukrainy. *Ekonomika APK*, 12, 5–11. [In Ukrainian].
12. Manaienko, I. M., & Kravets, A. I. (2018). Finansuvannya innovatsiinoi diialnosti pidpriemstv: ukraïnski realii ta dosvid YeS. *Ekonomika ta Upravlinnia Pidpriemstvamy*, 5, 109–115. [In Ukrainian].
13. Mazniev, H. Ie. (2016). Innovatsiina diialnist yak faktor pidvyschennia efektyvnosti ahrovyrobnytstva. *Aktualni Problemy Innovatsiinoi Ekonomiky*, 2, 36–47. [In Ukrainian].
14. Mazur, A. A., & Pustovoit, S. V. (2013). Tekhnolohichni parky Ukrainy: tsyfry, fakty, problemy. *Nauka ta Innovatsii*, 9, 3, 59–72. [In Ukrainian].
15. Nahorniak, H., Nahorniak, I. & Vovk, Yu. (2013). Vplyv transferu tekhnologii na innovatsiini protsesy: ukraïnskyi ta zarubizhnyi dosvid. *Sotsialno-Ekonomichni Problemy i Derzhava*, 2 (9), 117–127. [In Ukrainian].
16. Nykoliuk, O. M. (2016). Napriamy spriannia innovatsiinomu rozvytku silskohospodarskykh pidpriemstv. *Naukovyi Zhurnal «Ekonomika Ukrainy»*, 10 (659), 35–45. [In Ukrainian].
17. Prysiashniuk, M. V., Zubets, M. V., Sabluk, P. T., Mesel-Veseliak, V. Ia., Fedorov, M. M., & Hryshchenko, O. Iu. (2011). *Ahrarnyi sektor ekonomiky Ukrainy (stan i perspektyvy rozvytku): monohrafiia*. Kyiv: NNTs IAE [In Ukrainian].
18. Pro innovatsiinu diialnist: *Zakon Ukrainy vid 16.10.2012 # 5460-VI*. Retrived from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40> [In Ukrainian].
19. Prokhorova, V., Bozhanova, O., & Hrytsyna, O. (2019). Transfer of technology as a component of innovative development of enterprises. *Agrarian Economy*, 12 (3), 71–76. doi: 10.31734/agrarecon2019.03.071
20. Slobodianiuk, N. O. (2016). Investytsii v ahraryi sferu v systemi innovatsiinoho rozvytku natsionalnoi ekonomiky. *Ahrosvit*, 22, 22–26 [In Ukrainian].
21. Stratehiia rozvytku sfery innovatsiinoi diialnosti na period do 2030 roku: *rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 10 lypnia 2019 r. # 526-r*. Retrived from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/proshvalennya-strategiyi-rozvitku-sferi-innovacijnoyi-diyalnosti-na-period-do-2030-roku> [In Ukrainian].
22. Shpykuliak, O. H., & Hrytsaienko, M. I. (2016). Naukove zabezpechennia innovatsiinoho rozvytku ahraryi sfery. *Biznes Inform*, 4, 143–149. [In Ukrainian].
23. Verhunov, V. A. (2019). Naukovi osnovy innovatsiinoho rozvytku ahraryi nauky na rehionalnomu rivni. *Visnyk Ahraryi Nauky*, 5 (794), 70–75 doi: 10.31073/agrovisnyk201905-09 [In Ukrainian].
24. Volodin, S. A. (2006). *Innovatsiinyi rozvytok ahraryi nauky: monohrafiia*. Kyiv: MAUP [In Ukrainian].
25. Zhydiak, O. R. (2012). Innovatsiinyi rozvytok pidpriemstv ahraryi sfery: rehionalnyi aspekt. *Ekonomika: Realii Chasu*, 2 (3), 165–168 [In Ukrainian].
26. Hrynkevych, O. S., Sorochak, O. Z. & Kvak, S. A. (2020) Innovative activity of Ukrainian enterprises and potential of cross-border cooperation in the development of economic security. In I. Markina (Ed.). *Security of the XXI century: national and geopolitical aspects. Issue 2: collective monograph* (pp. 175–183) Prague: Nemoros s.r.o. Czech Republic.
27. Sorochak, O., & Kvak, S. (2020) The model for selection of innovation and investment strategy of machine-building enterprises: practical aspect. *Marketing and Management of innovations*, 2, 68–84. doi: 10.21272/mmi.2020.2-05
28. Huo, M. (2013). The Study of Knowledge Innovation Based on Enterprise Knowledge Ecosystem. *Business and Management Research*, 2, 69–73.
29. Wong, C. W. Y., Wong, C. Y., & Boon-itt, S. (2013). The combined effects of internal and external supply chain integration on product innovation. *International Journal of Production Economics*, 146 (2), 566–574. doi: 10.1016/j.ijpe.2013.08.004

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

30. Lii, P., & Kuo, F. I. (2016). Innovation-oriented supply chain integration for combined competitiveness and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 174, 142–155. doi: 10.1016/j.ijpe.2016.01.018

31. Tsai, K. H., Liao, Y. C., & Hsu, T. T. (2015). Does the use of knowledge integration mechanisms enhance product innovativeness? *Industrial Marketing Management*, 46, 214–223. doi: 10.1016/j.indmarman.2015.02.030

Стаття надійшла до редакції 26.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Расевич І. В. Особливості трансферу технологій сільськогосподарського виробництва України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 12–17.

© Расевич Ирина Владимировна, 2021

**original article** | UDC 633.162 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.02**DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS INTENSIVE AGRO- TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE GRAIN PRODUCTION OF SPRING BARLEY IN THE STEPPE CONDITIONS OF UKRAINE***H. A. Chuhrii*ORCID  [0000-0001-5612-9135](https://orcid.org/0000-0001-5612-9135)

Donetsk State Agricultural Experimental Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
1, Zakhysnykiv Ukrainy St., 85307, Pokrovsk, Donetsk region, Ukraine
E-mail: anna-ch-y@ukr.net

How to Cite

Chuhrii, H. A. (2021). Determining the effectiveness of various intensive agro- technologies for sustainable grain production of spring barley in the Steppe conditions of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 18–26. doi: 10.31210/visnyk2021.03.02

The article defines the effectiveness of various intensive agro-technologies for sustainable grain production of spring barley. Meteorological conditions for the growing season of spring barley over the years of research were analyzed. It has been established that over the study years, the process of obtaining seedlings took place under relatively optimal conditions. Against the background of humidity increase, the weak root system of spring barley did not actively penetrate into the deeper soil layers due to “favorable” conditions on the surface. During booting, coming into ear, flowering and the beginning of grain formation, the time when spring barley was the most moisture demanding, high temperatures were observed – the drought. It has been determined that these conditions resulted in a significant yield decrease. The obtained data indicate the ability of plants to resist negative phenomena at improving nutritional conditions, acting as a regulator in maintaining the physiological balance of spring barley crops. It has been analyzed that the most positive effect was observed during the experiments with an intensive feeding system, which affects the formation of a larger number of productive stems. Thus, in all the studied variants, an increase was obtained from 16.8 to 37.3 %. The coefficient of productive tillering was the largest on variant 9, while variant 8 was the worst as to this indicator. It has been proven that for the yield formation, the main thing is the transition of the stem growing point from vegetative to generative phase of growth and the formation of the main yield components. It has been determined that the use of the preparations under the study contributed to the enhancement of adaptation processes in spring barley plants. The effectiveness of the impact of these preparations has been proven by an increase in biometric indices, indicators of the yield structure and, as a result, the yield of spring barley.

Key words: *spring barley, variety, technology, preparation, meteorological conditions, biometric indicators, yield.*

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ІНТЕНСИВНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТАЛОГО ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ*Г. А. Чухрій*

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України,
м. Покровськ, Україна

У статті визначено ефективність різних інтенсивних агротехнологій для сталого зерновиробництва ячменю ярого. Проаналізовані метеумови за період вегетації ячменю ярого за роки проведених

досліджень. З'ясовано, що за роки дослідження процес отримання сходів відбувався у відносно оптимальних умовах. На фоні підвищення вологості слабка коренева система ячменю ярого не так активно «пробивається» у більш глибокі шари ґрунту через наявність «оптимальних» умов на поверхні. Під час виходу у трубку, колосіння, цвітіння і початку утворення зерен, час, коли ярий ячмінь найбільш вимогливий до вологи, спостерігали суттєво високі температури, явище посухи. Визначено, що саме ці умови спричинили значущий недобір врожайності. Отримані дані свідчать про здатність рослин створювати опір негативним явищам за умови політишеного живлення, що виступає регулятором у підтримці фізіологічного балансу посівів ячменю ярого. Найбільш позитивний вплив спостерігали на дослідях з інтенсивною системою живлення, яка впливає на формування більшої кількості продуктивних стебел. Так, на всіх досліджених варіантах був отриманий приріст від 16,8 до 37,3 %. Коефіцієнт продуктивного куціння був найбільшим на варіанті 9, варіант 8 був найгіршим за цим показником. Доведено, що для формування врожаю головну роль відіграє перехід конуса наростання стебла з вегетативної на генеративну фазу зростання і на формування основних компонентів врожайності. Визначено, що використання препаратів, які вивчалися, сприяють посиленню адапційних процесів у рослин ячменю ярого. Ефективність впливу цих препаратів доведено внаслідок збільшення біометричних показників, показників структури врожаю і, як наслідок, врожайності рослин ячменю ярого.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорт, технологія, препарат, метеоумови, біометричні показники, урожайність.

Вступ

Добрива – найефективніший засіб підвищення врожайності сільськогосподарських культур, дія яких, за даними різних дослідників, у Лісостеповій та Степовій зоні проявляється у збільшенні урожаю зернових на 0,4-2,0 т/га. Цей ефект створюється завдяки формуванню сприятливих умов для росту і розвитку культур, оскільки систематичне застосування добрив сприяє окультуренню ґрунтів та поліпшенню їх агрохімічного стану, який забезпечується наявністю в ньому доступних для рослин форм елементів живлення [1–5].

Під дією основного лімітуючого фактору зони Степу – критичній вологозабезпеченості порушується базова взаємодія ґрунт – рослина – добриво, що призводить до унеможливлення засвоєння внесених НРК, порушення проходження фізіологічного розвитку рослини, інколи можлива інтоксикація та опіки. Лише через всебічне дослідження системи ґрунт – рослина – добриво можливе встановлення регіональних реалістичних адаптивних технологій, що відповідатимуть оптимуму між витратами, потенційної продуктивності сорту та ґрунтовими характеристиками місцевості [1, 4–8].

Чисельна кількість наукових праць, опублікованих на основі аналізу результатів експериментальних даних, отриманих ученими в різних науково-дослідних установах, навчальних закладах рослинницького профілю, а також передовий виробничий досвід свідчать про наявність невикористаних резервів для подальшого збільшення виробництва зерна ячменю ярого [1, 3–5]. Найбільш важливим з них є впровадження зональних, цільових енергозберігаючих технологій вирощування, розроблених зважаючи на ґрунтово-кліматичні умови і біологічні особливості сучасних високопродуктивних сортів та правильного підбору системи застосування добрив [9–12].

Мета досліджень – виявити шляхи підвищення біологічного потенціалу продуктивності ячменю ярого, які забезпечать адаптацію рослин до посушливих умов Степу та одержання сталих урожаїв високоякісного зерна.

Завдання досліджень: 1. Виявити вплив метеоумов за період вегетації ячменю ярого за роки проведених досліджень. 2. Виявити реакцію рослин ячменю ярого на дози внесення дослідних препаратів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили лабораторно-польовим методом у польовій сівозміні на дослідних ділянках. Повторність у дослідях 3-кратна. Розміщення ділянок систематичне.

Дослідження проводили згідно з методикою польової справи Б. О. Доспехова [2], методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур, а також згідно з методичними рекомендаціями, розробленими в Донецькій державній сільськогосподарській дослідній станції НААН України.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний, важкосуглинковий. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31 %, P₂O₅ – 0,16–0,18 %, K₂O – 1,8–2,0 %, вміст гумусу в орному шарі – 4,5 %, рН_{сол}–6,9. Обробіток ґрунту звичайний, загальноприйнятий у господарствах області.

Сорт ячменю ярого – Аверс.

Схема дослідів передбачала внесення дослідних препаратів компанії МПП «ЕРІДОН» для обробки насіння та позакореневого підживлення у критичні фази розвитку ячменю ярого. Добрива вносили згідно зі схемами дослідів.

Технологія вирощування культур загальноприйнята для господарств області за винятком досліджених факторів. Добрива вносили за схемою (табл. 1).

1. План проведення польового випробування

Внесення під культивування	Протруювання насіння	Норма на 1 т	Внесення разом з сівбою	Фаза розвитку 15-21 за ВВСН	Норма	Фаза розвитку 37 за ВВСН	Норма внес.
Контроль							
Росаферт 15-15-15-120 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Ам. селітра -150 кг/га			Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18	0,7 0,4 3,0
НАФК 16-16-16-120 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Ам. селітра -150 кг/га			Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18	0,7 0,4 3,0
Ам. селітра -150 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Росаферт 15-15-15-120 кг/га			Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18	0,7 0,4 3,0
Росаферт 15-15-15-120 кг/га			Ам. селітра -150 кг/га			Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18	0,8 0,4 3,0
Росаферт 15-15-15-120 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Ам. селітра -150 кг/га	Розалік Zn P N S Міллерплекс	2,5 0,6	Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18	0,7 0,4 3,0
Росаферт 15-15-15-120 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Ам. селітра -150 кг/га	Розалік Zn P N S Міллерплекс	2,5 0,6	Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18 Тера сорб комплекс	0,7 0,4 3,0 1,5
Росаферт 15-15-15-120 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Ам. селітра -150 кг/га	Розалік Zn P N S Тера сорб фолиар	2,5 1,0	Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18 Тера сорб комплекс	0,7 0,4 3,0 1,5
Росаферт 15-15-15-120 кг/га	Розалік Zn P N S Келпак Блек Джек	2 3 1	Ам. селітра -150 кг/га	Розалік Zn P N S Тера сорб фолиар Кас 32+тіосульфат	2,5 1,0 70	Скайвей ХПРО Кампосан екстра Розасоль 18-18-18 Тера сорб комплекс	0,7 0,4 3,0 1,5

Урожайні дані перерахували на 14 % вологості, взявши до уваги засміченість зернової маси.

У досліді проводили фенологічні спостереження за настанням основних фаз росту та розвитку рослин ячменю ярого. Початок кожної фази росту та розвитку встановлюється, коли це відбувається

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

у 10 % рослин, повна фаза – не менше, ніж у 75 %; опис особливостей росту і розвитку рослин. Беруть до уваги всі причини, що впливають на рослини в посівах протягом усього періоду вегетації; агрометеорологічні спостереження і обліки; визначали структуру врожаю. Статистична обробка врожайних даних проведена за Б. А. Доспеховим «Методика Полевого опыта» [2].

Дослідження проводили 2018–2020 рр. на дослідному полі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук України. Територія землекористування характеризується загалом континентальним кліматом з жарким сухим літом, малосніжною з відлигами зимою. За багаторічними даними середньорічна температура повітря складає 7,6–8,0 °С. Найжаркіший місяць – липень (середньобагаторічна температура повітря +21,2 °С), найхолодніший – січень (середньобагаторічна температура -5,8 °С). Максимальна температура повітря +42 °С, мінімальна – -39 °С (табл. 2).

2. Метеоумови за період вегетації ячменю ярого 2018–2020 рр.

Місяць	Декада	Сума активних температур	Сума опадів, мм	ГТК	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %
березень	I декада		0,9		10,0	63,8
	II декада		5,1		5,0	63,2
	III декада		9,3		5,9	57,5
	за весь місяць		15,3		7,0	61,5
квітень	I декада		0,0		6,7	45,8
	II декада		4,6		8,1	51,5
	III декада	79,3	1,2	0,15	10,0	51,5
	за весь місяць	79,3	5,8	0,15	8,2	49,6
травень	I декада	142,5	26,2	1,8	14,3	72,9
	II декада	133,7	17,8	1,3	13,4	65,3
	III декада	149,5	51,0	3,4	13,6	71,7
	за весь місяць	425,7	95,0	2,2	13,7	70,0
червень	I декада	199,6	1,7	0,1	20,0	63,4
	II декада	242,4	1,1	0,0	24,2	55,4
	III декада	232,7	9,0	0,4	23,3	58,3
	за весь місяць	674,7	11,8	0,2	22,5	59,0
За вегетацію		1433,4	151,4	1,06		

У березні відмічена нестійка погода із заморозками вночі, з випадінням невеликих опадів. Середня температура повітря склала 7,0°. Мінімальна температура повітря знижувалась до -5,6°, на поверхні ґрунту до -6,7° морозу. Середня температура на глибині 10 см склала 7,0°. Середня відносна вологість повітря склала 61,5 %. Опадів випало 15,3 мм.

У квітні середня температура повітря склала 8,2°. Опадів випало 5,8 мм. Відносна вологість була 49,6 %.

Травень відмічений прохолодною погодою з випадінням рясних опадів. Середня температура повітря склала 13,7°. Середня відносна вологість повітря склала 70 %. Опадів випало 95,0 мм.

У червні відмічена спекотна погода з випадінням невеликих опадів. Середня температура повітря склала 22,5°. Середня відносна вологість повітря склала 59,0%. Опадів випало 11,8 мм.

В умовах 2018–2020 років процес отримання сходів відбувався у відносно оптимальних умовах, дещо більш вологих за середньобагаторічні показники квітня. На фоні підвищення вологості слабка коренева система ячменю ярого не так активно «пробивається» у глибші шари ґрунту через наявність «оптимальних» умов на поверхні [4, 6–8]. Під час виходу у трубку, колосіння, цвітіння і початку утворення зерен, час, коли ярий ячмінь найбільш вимогливий до вологи, вже типово ми спостерігали високі температури, явище посухи, де-не-де траплялися суховії [9, 11–20]. На жаль, саме ці умови спричинили значущий недобір врожайності. Та на варіантах досліду стан рослин був кращим як візуально, так і фактично. Отримані дані свідчать про здатність рослин створювати опір негативним явищам за умови поліпшеного живлення, що виступає регулятором у підтримці фізіологічного балансу посівів ячменю ярого.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень та їх обговорення

Вирощування ярого ячменю для кормових цілей майже не обмежено ґрунтовими умовами. Його можна вирощувати на ґрунтах, починаючи від бонітету 22, що особливо актуально в умовах постійного падіння родючості українських ґрунтів [8, 11–17]. Виключенням для культивування ячменю ярого є кислі ґрунтові ореоли.

Найкраще реагує ячмінь, що вирощують на чорноземних ґрунтах, типових для Степу України, на внесення фосфорних добрив, але водночас брак навіть одного з елементів спричиняє невідворотні втрати продуктивності зерновиробництва [9, 15, 17–19]. Тому за схемою досліду були застосовані комплексні препарати з повним набором найбільш необхідних мікроелементів [18–20]. Кількісний прояв застосування інтенсивних схем живлення має відображення у структурі біометричних показників фази кущіння (табл. 3).

3. Біометричні показники ячменю ярого сорту *Аверс* у фазу кущіння, 2018-2020 рр.

Варіант	Коеф. кущ-ня	Приріст %	Коеф. втор. коренів	Приріст %
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	1,8	-	2,3	-
Внесення під культивування НАФК 16-16-16-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	2,3	+27,7	2,5	+8,7
Внесення під культивування Ам. Селітра -150 кг/га ; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Росаферт 15-15-15-120 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	2,2	+22,2	2,6	+13,1
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; + Ам. Селітра -150 кг/га+Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	2,5	+38,9	2,9	+26,1
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	2,7	+50,0	3,0	+30,4
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	2,5	+38,9	2,8	+21,7
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фолиар+ Скайвей XPRO Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	2,7	+50,0	2,9	+26,1
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фоли ар, Кас 32 + тіосульфат + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	2,6	+44,4	2,9	+26,1

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Маючи недостатньо розвинену кореневу систему і невисоку здатність засвоювати поживні речовини, ярий ячмінь позитивно реагує на внесення добрив. Під впливом добрив підвищується кущистість рослин (табл. 4) і їх стійкість до посухи, хвороб і шкідників.

4. Біометричні показники ячменю ярого сорту Аверс у фазу повної стиглості, 2018-2020 рр.

Варіант	Кільк-ть продукт. стебел, шт./ м ²	Приріст %	Коефіц. прод. кущіння	Приріст %
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	452	-	1,1	-
Внесення під культивуацію НАФК 16-16-16-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	777	+71,9	1,8	+63,6
Внесення під культивуацію Ам. Селітра -150 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Росаферт 15-15-15-120 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	687	+51,9	1,7	+54,5
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; + Ам. Селітра -150 кг/га+Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	678	+50,0	1,7	+54,5
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	677	+49,8	1,5	+36,4
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	728	+61,1	1,7	+54,5
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фолиар+ Скайвей XPRO Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	665	+47,1	1,6	+45,5
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фоли ар, Кас 32 + тіосульфат + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	724	+60,2	1,8	+63,6

Отримані дані свідчать про позитивний вплив досліджених інтенсивних систем живлення на формування більшої кількості продуктивних стебел. На всіх досліджених варіантах був отриманий приріст від 16,8 до 37,3 %. Коефіцієнт продуктивного кущіння був найбільшим на варіанті 9, варіант 8 був найгіршим за цим показником.

Вирішальну роль для формування врожаю має перехід конуса наростання стебла з вегетативною на генеративну фазу зростання і на формування основних компонентів врожайності (табл. 5): числа колосків на 1 м²; числа зерен у колосі; маси зерна з 1 колоса; маси 1000 зерен.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

5. Показники структури врожаю залежно від елементу технології, 2018–2020 рр.

Варіант	Довж. колосу, м	Приріст %	Кіл. зерен у кол. шт.	Приріст %	Маса 1000 зерен, г	Приріст %
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	6,0	-	15,2	-	42,6	-
Внесення під культивування НАФК 16-16-16-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	6,0	0,0	15,6	+2,6	48,2	+13,1
Внесення під культивування Ам. Селітра -150 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Росаферт 15-15-15-120 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	6,4	+6,7	17,0	+11,8	50,0	+17,4
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	6,0	0,0	15,6	+2,6	45,1	+5,9
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	5,6	-6,7	15,3	+0,7	46,7	+9,6
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	6,5	+8,3	16,9	+10,5	47,3	+11,0
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фолиар+ Скайвей XPRO Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	6,0	0,0	15,9	+4,6	44,0	+3,3
Внесення під культивування Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фоли ар, Кас 32 + тіосульфат + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	6,0	0,0	17,4	+14,5	51,7	+21,4

Збалансований підхід до внесення добрив має безумовну перевагу продуктивності зерновиробництва ячменю ярого у Степовій зоні. Всі дослідні варіанти демонструють збільшення врожайності від 0,3 т/га до 2,0 т/га (табл. 6).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

6. Урожайність зерна ячменю ярого сорту Аверс, 2018-2020 рр.

Варіант	Урожайність, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	3,8	-	-
Внесення під культивуацію НАФК 16-16-16-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	5,0	+1,2	+31,5
Внесення під культивуацію Ам. Селітра -150 кг/га ; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Росаферт 15-15-15-120 кг/га + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	4,1	+0,3	+7,9
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; + Ам. Селітра -150 кг/га+Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	4,7	+0,9	+23,7
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруювання насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18	4,7	+0,9	+23,7
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруюван- ня насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S Міллерплекс + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	5,8	+2,0	+52,6
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруюван- ня насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фолиар+ Скайвей XPRO Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	4,7	+0,9	+23,7
Внесення під культивуацію Росаферт 15-15-15-120 кг/га; Протруюван- ня насіння Розалік Zn P N S, Келпак, Блек Джек + Ам. Селітра -150 кг/га + Розалік Zn P N S, Тера сорб фоли ар, Кас 32 + тіосульфат + Скайвей XPRO, Кампосан екстра, Розасоль 18-18-18, Тера сорб комплекс	5,8	+2,0	+52,6

Система застосування добрив, що відповідає 8-му варіанту досліду та 6-му варіанту досліду збільшила вихід кінцевої продукції на 2,0 т/га або на 52,6 %. Варіанти 4, 5, 6 сформували врожайність на рівні +0,9 т/га або понад 23,7 %. Усі інші варіанти потребують більш детального економічного аналізу щодо раціональності та окупності їхнього використання на території Донеччини.

Висновки

Використання препаратів, що вивчались, сприяють посиленню адаптаційних процесів у рослин ячменю ярого. Ефективність впливу цих препаратів доведена збільшенням біометричних показників, показників структури врожаю і, як наслідок, врожайності рослин ячменю ярого.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні дослідних препаратів та їх вплив на елементи продуктивності ячменю ярого і якісні параметри врожаю зерна.

References

1. Gyrka, A. D. (2015) Ahrobiolohichni osnovy formuvannya produktyvnosti ozymykh ta yarykh zernovykh kultur u Pivnichnomu Stepu Ukrainy: *Doctor's thesis*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
2. Dospheov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
3. Vinyukov, O. O. (2019) Naukovi osnovy pidvyshchennia produktyvnosti pshenytsi ozymoi ta yachmeniu yaroho u Skhidnii chastyni Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Doctor's thesis*. Dnipro [in Ukrainian].



4. Vinyukov, O. O., & Bondareva, O. B. (2013). Preparaty «Rost-kontsentrat» ta «Khelatyn» – novi rishennia u vyrishenni novykh problem. *Ahronom*, 2 (40), 11–12. [In Ukrainian].
5. Alexandrovitch, V., Braunovna, B., & Borisovna, V. (2017). The efficiency of the different elements of spring barley growing organic technology in the conditions the eastern steppe of Ukraine. *Acta Agraria Debreceniensis*, (72), 209–213. doi: 10.34101/actaagrar/72/1617
6. Yvchenko, V. Y. (1989). *Osobennosti formyrovanyia urozhaia zernovykh kolosovykh kultur. Nauchniye osnovy ustoichyvoho vedenia zernovoho khaziaistva*. Kyiv [In Russian].
7. Medvedev, V. V., Laktionova, T. M., & Dontsova, L. V. (2011). Prostorovyi i chasovyi defitsyty zvolozhennia silskohospodarskykh kultur na ornykh zemliakh Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3, 9–13. [In Ukrainian].
8. Tymofieiev, M. M., Bondareva, O. B., & Vinyukov, O. O. (2018). Biohenni zasoby vyrobnytstva – perspektyvy materyalizatsii. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 1, 100–103. [In Ukrainian].
9. Vinyukov, O. O., Bondareva, O. B., & Konovalenko, L. I. (2018). *Metodychna dopomoha ahroekoloham*. Kyiv: Holden Art Prynt [In Ukrainian].
10. Vinyukov, O. O., & Lohvinenko, Yu. V. (2018). Ahrobiolohichni pidbor sortiv yachmeniu yaroho za adaptyvnyimi oznakamy. *Selektsiia i Nasinnystvo*, 112, 38–50. [In Ukrainian].
11. Tymofieiev, M. M., Viniukov, O. O., & Bondareva, O. B. (2016). Stratehiia formuvannia stalykh ahrobioheotsenoziv. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 1, 164–170. [In Ukrainian].
12. Zubets, M. V., Tarariko, O. H., & Adamen, F. F. (1998). Obhruntuvannia ahrotekhnolohii provedennia vesnianoho tsykladu robit i perspektyvy staloho rozvytku APK. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3, 5–10. [In Ukrainian].
13. Tymofieiev, M. M., Bondareva, O. B., & Viniukov, O. O. (2017). Biolohizatsiia roslynnytstva – osnova formuvannia stalykh ahrobiotsenoziv. *Zernovi Kultury*, 1 (1), 79–85. [In Ukrainian].
14. Alabushev, A. V., Yankovskyi, N. H., & Fylyppov, E. H. (2017). Obosnovanye optymalnykh srokov y norm vyseva ozymoho yachmenia. *Zemledelye*, 3, 28–29. [In Russian].
15. Gyrka, A. D., Sydorenko, Yu. Ya., & Iliencko, O. V. (2011). Realizatsiia potentsialu produktyvnosti suchasnykh sortiv yachmeniu yaroho v umovakh zminy klimatu. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 40, 114–119. [In Ukrainian].
16. Tymofieiev, M. M., Viniukov, O. O., & Bondareva, O. B. (2016). Biohenna systema zemlerobstva v aspekti formuvannia stalykh ahrobioheotsenoziv. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 20, 68–74. [In Ukrainian].
17. Vyblova, A. V., Hasanova, I. I., Solonyi, P. V., & Kostyria, I. V. (2007). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na produktyvnist i yakist zerna yaroi pshenytsi v Prysivashshi. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 30, 63–68. [In Ukrainian].
18. Abad, A., Lloveras, J., & Michelena, A. (2004). Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 87 (2-3), 257–269. doi: 10.1016/j.fcr.2003.11.007
19. Ehdai, B., & Waines, J. (2001). Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Research*, 73 (1), 47–61. doi: 10.1016/s0378-4290(01)00181-2
20. Andriichenko, L. V. (2009). Vplyv hidrotermichnykh umov stepu Ukrainy na produktyvnist i yakist zerna yaroi tvrdoi pshenytsi. *Ekolohiia*, 107 (94), 45–47. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 09.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чугрій Г. А. Визначення ефективності різних інтенсивних агротехнологій для сталого зерновиробництва ячменю ярого в умовах Степу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 18–26.

© Чугрій Ганна Анатоліївна, 2021

**original article** | UDC 633.12:631.524.5 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.03**ESTIMATION OF YIELD AND ADAPTIVE CHARACTERISTICS OF BUCKWHEAT GENEPOOL***O. V. Tryhub*^{1*}ORCID  [0000-0003-3346-9828](https://orcid.org/0000-0003-3346-9828)*O. M. Kutsenko*²ORCID  [0000-0001-8692-2302](https://orcid.org/0000-0001-8692-2302)*V. V. Liashenko*²ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)*K. O. Dudka*²¹ Ustymivka Experimental Station of Plant Production
v. Ustymivka Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine² Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: trygub_oleg@ukr.net

How to Cite

Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Dudka, K. O. (2021). Estimation of yield and adaptive characteristics of buckwheat genepool. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 27–36. doi: 10.31210/visnyk2021.03.03

Solving the problem of ensuring the breeding process by selection material of various origin and genetic basis was substantiated and disclosed in the article. This is one of the essential conditions for effective creation of varieties and hybrids with corresponding parameters of yield characteristics and indicators of their stable manifestation in changeable and often contrast environmental conditions. The study of different selection material, its assessment, description and differentiation according to definite levels of signs' manifestation is possible while working with the collection samples of the National Collection of Buckwheat in Ukraine. The use of optimal approaches to applying the techniques of assessing the impact of environmental factors and genetic potential of the variety material is not less important. Complex using of assessment techniques enables to optimize considerably the process of searching parent forms. The researches as to the article theme were conducted for 20 years. To analyze the obtained data of studying yield characteristics, the methods of estimating the resistance to the action of abiotic factors and determining the linear regression coefficient (b_i), dispersion coefficient (S^2_i), variety resistance to stress and genetic plasticity, stability index, homeostatic balance and breeding value were used. As a result of studying the set of samples amounting more than 200, the collection was formed (39 samples), based on which the effectiveness of applying different techniques on buckwheat was analyzed and drawbacks of certain methods were revealed as well as the best ones were recommended. As the result of assessment, the following best varieties by stability parameters among the set of geographically remote cultivars were chosen: Volodar, Determinant 11, Anita Belorusskaia, Iliia, Charovnitsa, Lakneia, Ufimskaia Primorskaia 7, Batyr, Mordovskaia 124, Ceska Krajova, Ketovace, Arno; by plasticity, Yelena, Podolianka, Roksolana, Populiatsiia 7/07, Olha, СІН 3/02, Sofia, П-330, П-455, П-620, Yaroslavna, Sumchanka, Selianochka, Ruslana, Slobozhanka, Ariesa, and Ceska Krajova were the best; by selection value, Roksolana, Volodar, П-3326 П-455, Determinant 11, П-485, Selianochka, Slobozhanka, Anita Belorusskaia, Iliia, Lakneia, Marta, Adigel, Ufimskaia, Batyr, Mordovskaia 124, Ceska Krajova, Ketavace, and Arno were the best varieties.

Key words: buckwheat, yield, stability, plasticity, selection value.

ОЦІНКА УРОЖАЙНОСТІ ТА АДАПТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕНОФОНДУ ГРЕЧКИ

О. В. Тригуб¹, О. М. Куценко², В. В. Ляшенко², К. О. Дудка²

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

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано та розкрито вирішення проблеми забезпечення селекційного процесу різноманітним за походженням і генетичною основою селекційним матеріалом як однієї з базових умов отримання результату зі створення сортів і гібридів з відповідними параметрами врожайних характеристик та показників їх стабільного прояву у змінних, часто контрастних, умовах середовища. Дослідження різноманітного селекційного матеріалу, його оцінка, опис і диференціація за певними рівнями прояву ознак найбільш імовірна при роботі з колекційними зразками, складниками Національної колекції гречки в Україні. Не менш важливим є застосування оптимальних підходів до використання в роботі методик оцінки впливу факторів середовища та генетичного потенціалу самого сортового матеріалу. Комплексне застосування методик оцінки дає змогу значно оптимізувати процес пошуку вихідних форм. Дослідження за темою статті проводили протягом 20 років. Для аналізу отриманих даних вивчення урожайних характеристик застосовано методи оцінки стійкості до дії абіотичних чинників з визначенням коефіцієнта лінійної регресії (b_i), коефіцієнта дисперсії (S^2_i), стійкості сортів до стресу та генетичної пластичності, індексу стабільності, гомеостатичності та селекційної цінності. В результаті дослідження набору зразків загальною кількістю понад 200 штук було сформовано колекцію (39 зразків), на основі якої проаналізовано ефективність застосування на гречці тих чи тих методик, виявлено недоліки певних із них і рекомендовано краці. Результатом оцінки є виокремлення із широкого набору географічно віддалених сортів краціх за параметрами стабільності – Володар, Детермінант 11, Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца, Лакнея, Уфімская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124, Ceska Krajova, Кетавасе, Арно, пластичності – Єлена, Подолянка, Роксолана, Популяція 7/07, Ольга, СИН 3/02, Софія, П-330, П-455, П-620, Ярославна, Сумчанка, Селяночка, Руслана, Слобожанка, Ареса, Ceska Krajova, селекційної цінності – Роксолана, Володар, П-332, П-455, Детермінант 11, П-485, Селяночка, Слобожанка, Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея, Марта, Агідель, Уфімская, Батир, Мордовская 124, Ceska Krajova, Кетавасе і Арно.

Ключові слова: гречка, урожайність, стабільність, пластичність, селекційна цінність.

Вступ

Генотип, середовище та їхня взаємодія є базовими компонентами, що формують рівень урожайності будь-якого сорту всіх без виключення культур. Людина, створюючи сорти, намагається пристосувати селекційний матеріал під вимоги середовища, створити генотип, здатний швидко і адекватно реагувати на зміну умов вирощування, мати можливість реалізовувати свій генетичний потенціал у якомога ширшому діапазоні змінних параметрів навколишнього середовища. Особливо актуально це для культур, що мають підвищену чутливість до кліматичних чинників вирощування [1, 2], серед яких і гречка – культура, що останнім часом особливо відчутно втратила свої позиції у сільськогосподарських товаровиробників [3, 4]. Надзвичайно висока потенційна продуктивність гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench.) реалізується у виробництві лише на 10–15 %, а біологічні можливості – на 3–5 %. Під час вегетації гречкова рослина може формувати до 3 тис. квіток [5], але в реальності при збиранні отримуємо менше 50 зернин.

Працею багатьох дослідників гречки і селекціонерів із величезного і надзвичайно різноманітного генофонду виділено, відселектовано та передано у виробництво сорти з потенціалом зернової продуктивності понад 40 ц/га; створено матеріал з відмінними характеристиками за медоносністю, з підвищеним вмістом антиоксидантних речовин, скоростиглі сорти як складники сівозмін із поживними компонентами та такі, що мають високі рослини із сильним гілкуванням та швидким ростом вегетативної маси, придатні для використання як зелене добриво [6]. Нерозв'язаною проблемою при цьому залишається надзвичайна чутливість рослин до параметрів умов середовища як у фази вегетативного, так і генеративного розвитку. Всі зусилля виробничників можуть звести нанівець пізні весняні заморозки, посуха перших літніх місяців чи високі температури в період цвітіння [7].

На сьогодні головними завданнями, що розв'язують науковці при роботі з гречкою є розширення поліморфізму, використовуюваного в селекції генофонду, та пошук більш стійких до умов середовища форм, з подальшим упровадженням їх у селекційні програми [8]. Найбільш придатною базою для такої роботи є колекційні зібрання, де сконцентровано генетично різноманітний матеріал [9]. Колекції дають змогу не лише зберігати різноманітний матеріал, але й у контрольованих контрастних умовах провести порівняльний аналіз сортового матеріалу та місцевих сортів і форм різного еколого-географічного походження, різного як за методами створення, так і за часом селектування [10].

Національна колекція гречки вміщує понад 2000 автентичних зразків різного видового і сортового складу, що охоплюють за походженням всю територію України та є представниками понад 30 країн світу [11]. Зважаючи на завдання з розширення стійкості майбутнього сортового матеріалу до абіотичних чинників, особливо цінними є форми, зібрані протягом останнього століття в різних куточках світу. Аналіз літературних джерел та результати власних досліджень, проведених у різних кліматичних умовах, дають змогу виокремити потенційно більш адаптивний матеріал, зважаючи на місце його збору чи селекції (специфічність агрокліматичних умов регіонів світу).

Мета дослідження: оцінити урожайність та адаптивні характеристики генофонду гречки, зважаючи на різноманітний за походженням і генетичною основою селекційний матеріал.

Завдання дослідження: визначити та проаналізувати показники рівня врожайності сортів гречки за період дослідження; розрахувати і дослідити адаптивні характеристики обраних сортів гречки за такими показниками: коефіцієнт лінійної регресії, показник стабільності, стійкість сортів до стресу, генетична пластичність, індекс стабільності, селекційна цінність, рівень гомеостатичності.

Матеріали і методика досліджень

За результатами понад 20-річних досліджень із колекції гречки Устимівської дослідної станції рослинництва було виділено матеріал, що кардинально відрізняється за типом росту та розвитку (за темпами та тривалістю проходження фаз розвитку, параметрами посухостійкості та толерантності до високих температур, технічними характеристиками зерна, тощо). Такий матеріал послужив основою для закладки розсадника вивчення колекційних зразків за комплексом господарських та біологічних ознак. Дослідження проведено в одній географічній точці, але вивчення раніше скрінінгованого матеріалу, що здійснено протягом останніх 5–7 років, дозволило оцінити генофонд у різноманітних, абсолютно контрастних умовах середовища за кліматичними факторами (температурним режимом та кількістю опадів різних фаз росту). Підтвердженням цьому є дані таблиці 1.

Загалом найбільш сприятливими за період «квітень–вересень» (коли в більшості регіонів України культивується гречка) можна вважати умови 2014, 2015 та 2019 років (ГТК=0,84–0,91). Але якщо 2014 року такий рівень гідро-термічного коефіцієнта визначила нормальна кількість опадів при підвищених температурах, то 2019 року на загальний рівень ГТК вплинула надмірна кількість опадів у травні, яка змусила перенести посів на максимально пізні терміни – III декаду травня. Більшість років у зоні діяльності Устимівської дослідної станції рослинництва (Устимівської ДСР) у період «посів-сходи» кліматичні умови є максимально сприятливими для отримання дружних і сильних сходів.

Значна кількість років вивчення мали сприятливі умови і в період «сходи–цвітіння» (екстремальні умови склалися лише 2017 року – на фоні підвищених температур майже повна відсутність опадів). Найбільш екстремальними умовами вирізняється період «повне цвітіння–достигання» (липень–серпень). У багатьох роках вивчення в цей період спостерігаються максимально екстремальні умови (особливо в серпні), коли температура повітря перевищує середньобогаторічний показник на 2,2–6,2 °C при майже повній відсутності опадів (2,4 мм 2020 і 3,2 мм 2018 років). Наведені дані вказують на абсолютне різноманіття умов, у яких відбувалась оцінка зразків як за роками вирощування, так і за певними фазами росту і розвитку [12].

Загалом вихідним матеріалом для досліджень слугували 218 зразків гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench.) із 7 країн світу. Було відібрано сучасні селекційні сорти, занесені до реєстрів в Україні, Російській Федерації, Республіці Білорусь, сорти зарубіжної селекції, що зберігаються в колекції установи, власний перспективний селекційний матеріал та найбільш унікальні за показниками екологічної пластичності місцеві сорти та форми, залучені до колекції в результаті експедиційних зборів протягом останніх 70 років.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Метеорологічні дані періоду вивчення колекційного матеріалу гречки (2014–2020 роки)

Роки вивчення	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень			За вегет. період		
	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК	сер. місячна темп. °С	сума опадів, мм	ГТК
2014	11,2	31,2	0,93	19,7	63,1	1,03	20,5	50,2	0,82	24,1	50,0	0,67	24,0	48,1	0,65	16,8	54,8	1,09	19,44	297,40	0,84
2015	10,1	40,9	0,35	17,6	56,5	1,04	21,0	123,5	1,96	22,8	46,7	0,66	23,0	9,0	0,13	13,6	24,6	0,60	18,07	301,20	0,91
2016	13,7	35,9	0,87	16,9	89,5	1,71	21,5	59,1	0,92	24,1	37,5	0,50	22,8	65,6	0,93	16,5	6,3	0,13	19,28	293,90	0,83
2017	11,5	15,9	0,46	16,5	30,6	0,60	21,9	14,7	0,22	22,5	92,2	1,32	24,8	3,7	0,05	18,1	36,1	0,66	19,25	193,20	0,55
2018	13,8	9,8	0,24	20,3	27,7	0,44	22,2	31,8	0,48	23,8	47,9	0,65	26,0	3,2	0,04	18,5	53,0	0,95	20,81	173,40	0,46
2019	11,6	28,6	0,82	18,5	130,7	2,28	24,5	62,7	0,85	22,3	56,3	0,81	22,0	14,3	0,21	16,6	29,8	0,60	19,28	322,40	0,91
2020	10,8	11,9	0,37	14,8	81,2	1,77	23,8	27,7	0,39	24,0	31,4	0,42	23,0	2,4	0,03	19,9	25,3	0,42	19,40	179,90	0,51
середні багатолітні	8,9	44,0	1,65	15,9	50,0	1,01	19,5	57,0	0,97	21,0	72,0	1,11	19,8	58,0	0,94	14,4	56,0	1,30	16,62	337,0	1,11

Системне вивчення за комплексом ознак дало змогу виділити групу найбільш цінних генотипів, що вирізняються максимальним вираженням показників адаптивної пристосованості до дії чинників середовища в різні періоди вегетативного та генеративного розвитку. Для подальшої роботи було відібрано 39 зразків різного походження (Україна, Республіка Білорусь, Російська Федерація, Польща, Канада, Чехія та Японія), що проявляли різний рівень реакції на дію природних чинників та забезпечували формування підвищеної урожайності.

Дослідження (фенологічні спостереження та обліки, морфологічний опис, класифікацію за рівнем прояву господарсько-цінних ознак та біологічних властивостей) проведено відповідно до «Широкого уніфікованого класифікатора роду Гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench.)» [13] та «Методики проведення експертизи сортів гречки їстівної (*Fagopyrum esculentum* Moench) на відмінність, однорідність і стабільність» [14, 15]. Зразки висівалися в оптимальний строк для даної зони вирощування (перша–друга декада травня) в колекційних розсадниках на ділянках площею 4,05 м², з міжряддями 0,45 м по 80 насінин на погонний метр. Сорти-стандарт висівали через кожні 10 номерів колекційних зразків. Польові досліди розміщувалися в селекційно-насінницькій сівоzmіні, попередник – озимі зернові культури та застосовувалася загально прийнята технологія вирощування гречки.

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [16]. Для оцінки адаптивних властивостей, параметрів стабільності і екологічної пластичності застосовували методи S. A. Eberhart і W. A. Russell у викладі В. З. Пакудіна і Л. М. Лопатіної [17], розраховували як коефіцієнт пластичності – коефіцієнт лінійної регресії (b_1), як варіант стабільності – коефіцієнт дисперсії (S^2_{ϵ}). За А. А. Rossielle і J. Hemblin (у викладі А. А. Гончаренко) [18] визначали стійкість сортів до стресу ($Y_{\min}-Y_{\max}$) та генетичну пластичність ($(Y_{\max}+Y_{\min})/2$), за Р. А. Удачіним і А. П. Головченко – індекс стабільності (IC) [19], за В. В. Хангільдіним і Н. А. Литвиненко [20] – гомеостатичність (Hom) і селекційну цінність (Sc).

Результати досліджень та їх обговорення

Урожайність – є найбільш вагомим показником при оцінці параметрів екологічної пластичності та стабільності сортів, оскільки формує уяву про чутливість їх до покращення умов вирощування та можливість і доцільність використання різних за інтенсивністю технологій. Урожайний потенціал сорту проявляється в конкретних умовах року, при цьому деякі параметри середовища є більш сприятливими для рослин окремих сортів, що пояснюється специфічністю регіонів походження – місць призначення використання сортового матеріалу.

У середньому за роки вивчення урожайність сортів досліджуваної групи коливалася від 155 до 268 г/м² за умови середнього показника 217 г/м² (таблиця 2). При цьому рівень реакції сортового матеріалу на специфічні умови певних періодів вегетації суттєво відрізнявся, спричиняючи зміну

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

урожайності за роками. Найбільш суттєво вплинули умови періодів «масове цвітіння–достигання». У гречки він визначає, скільки зерна утвориться рослиною і скільки з нього збережеться до збирання. Більш ранні періоди вегетації не мали такого суттєвого впливу на результат, оскільки гречкова рослина здатна суттєво компенсувати екстремальність умов середовища вегетативних періодів розвитку при проходженні подальшої вегетації. Гречка здатна також дещо компенсувати екстремальність погодних умов і генеративного періоду за рахунок розтягнутості цвітіння, і таким чином, набуває можливості сформувати плоди в більш сприятливих мовах. Але загалом вплив погодних умов на результати урожайності сортів надзвичайно значний та за даними низки авторів коливається від 35 до 60 % [21].

2. Показники рівня врожайності сортів гречки за період 2014–2020 років

№ з/п	Назва сорту	Походження	Урожайність, кг/м ²			Коефіцієнт варіації, V, %
			середня	min	max	
1	Єлена	Хмельницька обл.	0,225	0,174	0,283	24,5
2	Подольнка	Хмельницька обл.	0,207	0,182	0,253	19,6
3	Роксолана	Хмельницька обл.	0,249	0,208	0,305	20,3
4	Популяція 7/07	Хмельницька обл.	0,233	0,198	0,285	19,5
5	Академічна	Хмельницька обл.	0,184	0,131	0,237	28,7
6	Володар	Хмельницька обл.	0,220	0,201	0,243	9,6
7	Ольга	Київська обл.	0,217	0,178	0,274	23,1
8	Надійна	Київська обл.	0,177	0,131	0,232	28,8
9	Рута	Київська обл.	0,155	0,117	0,196	25,3
10	СИН 3/02	Київська обл.	0,252	0,189	0,322	26,4
11	Софія	Київська обл.	0,228	0,177	0,287	24,5
12	П-330	Полтавська обл.	0,268	0,212	0,342	24,9
13	П-332	Полтавська обл.	0,228	0,203	0,272	16,8
14	П-455	Полтавська обл.	0,244	0,208	0,298	19,5
15	Детермінантна 8	Полтавська обл.	0,205	0,177	0,258	22,4
16	П-620	Полтавська обл.	0,243	0,203	0,298	20,2
17	Детермінант 11	Полтавська обл.	0,222	0,208	0,231	5,5
18	П-485	Полтавська обл.	0,234	0,216	0,267	12,2
19	Ярославна	Сумська обл.	0,228	0,187	0,288	23,1
20	Сумчанка	Сумська обл.	0,216	0,178	0,272	22,9
21	Селяночка	Сумська обл.	0,240	0,201	0,294	20,2
22	Руслана	Сумська обл.	0,220	0,177	0,273	22,1
23	Слобожанка	Сумська обл.	0,226	0,199	0,276	19,4
24	Аніта Белорусская	Мінська обл.	0,214	0,202	0,226	5,6
25	Ілія	Мінська обл.	0,218	0,202	0,234	7,3
26	Чаровніца	Мінська обл.	0,203	0,172	0,230	14,4
27	Лакнея	Мінська обл.	0,212	0,200	0,231	7,7
28	Марта	Мінська обл.	0,228	0,202	0,248	10,4
29	Ареса	Мінська обл.	0,220	0,181	0,257	17,3
30	Агідель	Башкортостан	0,205	0,188	0,223	8,5
31	Уфимская	Башкортостан	0,205	0,189	0,228	9,9
32	Пріморская 7	Приморський кр.	0,195	0,182	0,216	9,4
33	Батир	Татарстан	0,227	0,198	0,256	12,8
34	Мордовская 124	Мордовія	0,193	0,180	0,204	6,3
35	Грушовская	Польща	0,201	0,174	0,227	13,2
36	Ceska Krajoва	Чехія	0,220	0,202	0,241	9,0
37	Бай Чен	Китай	0,207	0,188	0,231	10,5
38	Кетавасе	Японія	0,199	0,186	0,210	6,1
39	Арно	Канада	0,203	0,195	0,216	5,7
По групі вивчення			0,217	0,117	0,342	16,1

Різноманіття застосованих у дослідженні характеристик стійкості до чинників середовища через реалізацію потенціалу урожайності в різних умовах середовища мало на меті перевірити доцільність застосування кожного з них на гречці.

Однією з базових характеристик зміни урожайності є коефіцієнт варіації, який вказує на зміну її рівня протягом років дослідження. За результатами вивчення групи зразків він становив 16,1, з коливаннями від 5,5 до 28,8 %. Причому відзначалася загальна тенденція – значна зміна рівня врожайності за роками у всіх без виключення сортів як реакція на покращення умов вирощування. Тому важливим було виявити реакцію сортів із більшим рівнем врожайності, так і проаналізувати весь матеріал за цим показником. Причому цінними є і сорти, що мають підвищену врожайністю та високу стабільність (низький коефіцієнт варіації) за роками, так і сорти з високою реакцією на зміну умов вирощування – як пластичний матеріал, зданий зреагувати на покращення зовнішніх умов (як погодних, так і технологічних). До врожайних і більш стабільних сортів можна віднести такі – Популяція 7/07, Володар та Роксолана (Хмельницька обл.), П-332, П-455, П-485 (Полтавська обл.), Слобожанка (Сумська обл.), Марта і Ареса (Мінська обл.), Батир (Татарстан) і Ceska Krajova (Чехія). Більшою пластичністю відзначався сортовий матеріал: Єлена (Хмельницька обл.), СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-620 (Полтавська обл.), Ярославна, Селяночка, Руслана (Сумська обл.).

У літературі досить часто при проведенні характеристики стабільності і пластичності наводять приклад застосування методів S. A. Eberhart і W. A. Russell, при цьому розраховуючи в якості характеристики пластичності – коефіцієнт лінійної регресії (b_i) і стабільності – коефіцієнт дисперсії (S^2_i). Вважаючи, що екологічна пластичність – це середня реакція сорту на зміну умов середовища, а стабільність – відхилення емпіричних даних у певних умовах середовища від цієї середньої реакції [17].

За результатами проведених досліджень сортів гречки 2014–2020 років виявлено, що коефіцієнт лінійної регресії коливався по сортах від 0,303 до 1,947 (таблиця 3). Більш пластичними ($b_i=1,082-1,947$) виявилися сорти: Єлена, Подолянка, Роксолана, Академічна, Популяція 7/07 (Хмельницька обл.), Ольга, Надійна, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-455, П-620 (Полтавська обл.), Ярославна, Сумчанка, Селяночка, Руслана, Слобожанка (Сумська обл.), Ареса (Російська Федерація). Ця група зразків виявила найбільшу реакцію на покращення умов вирощування. Частина з них мали високу врожайність (в середньому у групі), як у сприятливі роки, так і в роки з більш екстремальними погодними умовами. Такі сорти мають високу потенційну продуктивність і здатні її повною мірою розкрити в умовах інтенсивних технологій і, особливо, за сприятливих погодних умов.

За характеристикою показника стабільності S^2_i (коефіцієнта дисперсії) група вивчення мала розподіл від 0,0001 до 0,0045. До більш стабільних за рівнем урожайності віднесено матеріал з меншим рівнем S^2_i (від 0,001 до 0,010) – сорти Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 та П-485 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца, Лакнея та Марта (Республіка Білорусь), Агидель, Уфінская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Грушовская (Польща), Ceska Krajova (Чехія), Бай Чен (Китай), Кетавасе (Японія), Арно (Канада). Але необхідний більш детальний розподіл цього матеріалу на групи, зважаючи на рівень урожайності, а не лише рівень її стабільності. Серед цієї групи до сортів, що мали високу і стабільну урожайність (понад 0,205 кг/м²), а значить є більш привабливими як вихідний матеріал належать – Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 та П-485 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея та Марта (Республіка Білорусь), Батир (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія).

Частина дослідників для визначення стресостійкості та більшої потенційної урожайності застосовують методики, запропоновані A. A. Rossielle і J. Hemblyn, при цьому визначають як маркери стійкість сортів до стресу ($Y_{min}-Y_{max}$) та генетичну пластичність $((Y_{max}+Y_{min})/2)$ [18].

Показник, що визначає генетичну пластичність $((Y_{max}+Y_{min})/2)$ є надзвичайно важливим для селекціонерів та дослідників. Він є критерієм відбору генетично гнучкого матеріалу для створення форм з розширеною реакцією на дію зовнішніх чинників. При цьому виділяються сорти як з більшою врожайністю, так і враховується коливання цього показника. Цей параметр особливо інформативний для науковців при багаторічних дослідженнях, оскільки нівелює усереднення при визначенні середньоарифметичних показників, а справді визначає граничні (в позитивний і негативний бік) коливання. Аналіз отриманих даних за цією характеристикою вказує на розподіл досліджуваної групи зразків на три категорії: високо- (понад 0,220 кг/м²), середньо- (0,200–220 кг/м²) і низькоурожайних (менше 0,200 кг/м²).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Показники адаптивності сортів гречки за період 2014–2020 років

№ п/п	Назва сорту	b_i	S^2_i	$Y_{min}-Y_{max}$	$(Y_{max}+Y_{min})/2$	IC	Hom	Sc
1	Єлена	1,616	0,0030	-0,109	0,229	44,112	8,3414	0,138
2	Подільянка	1,162	0,0016	-0,072	0,217	57,057	13,014	0,148
3	Роксолана	1,488	0,0025	-0,097	0,257	50,602	12,170	0,170
4	Популяція 7/07	1,339	0,0021	-0,087	0,241	52,638	13,211	0,162
5	Академічна	1,520	0,0028	-0,106	0,184	48,536	6,0579	0,102
6	Володар	0,623	0,0004	-0,042	0,222	44,120	24,021	0,182
7	Ольга	1,482	0,0025	-0,096	0,226	43,591	9,3639	0,141
8	Надійна	1,501	0,0026	0,101	0,181	38,776	6,0286	0,100
9	Рута	1,141	0,0015	-0,079	0,156	43,449	7,7885	0,093
10	СИН 3/02	1,947	0,0044	-0,133	0,256	33,954	7,1568	0,148
11	Софія	1,635	0,0031	-0,111	0,232	48,577	8,3531	0,140
12	П-330	1,973	0,0045	-0,130	0,277	34,722	8,0887	0,167
13	П-332	1,102	0,0015	-0,069	0,237	38,948	17,791	0,170
14	П-455	1,403	0,0023	-0,091	0,253	37,114	13,167	0,170
15	Детермінантна 8	1,309	0,0021	-0,080	0,218	57,454	9,9324	0,141
16	П-620	1,447	0,0024	-0,094	0,251	48,386	12,278	0,166
17	Детермінант 11	0,303	0,0001	-0,023	0,220	30,092	37,891	0,200
18	П-485	0,824	0,0008	-0,051	0,242	37,055	13,429	0,189
19	Ярославна	1,558	0,0028	-0,101	0,238	39,198	9,3529	0,149
20	Сумчанка	1,459	0,0025	-0,094	0,225	38,808	9,5276	0,141
21	Селяночка	1,431	0,0023	-0,093	0,248	20,740	12,281	0,164
22	Руслана	1,434	0,0024	-0,095	0,225	19,062	10,211	0,143
23	Слобжанка	1,248	0,0019	-0,077	0,238	10,376	13,351	0,163
24	Аніта Белорусская	0,348	0,0001	-0,024	0,214	21,795	28,153	0,191
25	Ілія	0,459	0,0003	-0,032	0,218	10,362	22,820	0,188
26	Чаровніца	0,811	0,0008	-0,058	0,201	17,073	24,181	0,152
27	Лакнея	0,484	0,0003	-0,031	0,216	18,994	23,389	0,184
28	Марта	0,619	0,0006	-0,046	0,225	12,081	16,357	0,186
29	Ареса	1,082	0,0014	-0,076	0,219	17,436	16,693	0,155
30	Агідель	0,508	0,0003	-0,035	0,206	26,412	18,445	0,173
31	Уфінская	0,598	0,0004	-0,039	0,209	12,414	21,375	0,170
32	Пріморская 7	0,537	0,0003	-0,034	0,199	11,232	16,417	0,164
33	Батир	0,828	0,0008	-0,058	0,227	14,679	20,713	0,176
34	Мордовская 124	0,328	0,0001	-0,024	0,192	17,754	25,149	0,171
35	Грушовская	0,758	0,0007	-0,053	0,201	34,598	18,667	0,154
36	Ceska Крајова	0,582	0,0004	-0,039	0,222	28,618	21,811	0,184
37	Бай Чен	0,643	0,0005	-0,043	0,210	25,513	15,123	0,169
38	Кетавасе	0,336	0,0001	-0,024	0,198	14,600	35,786	0,176
39	Арно	0,336	0,0001	-0,021	0,206	20,146	32,880	0,183
Середнє по групі		1,031	0,0012	-0,068	0,221	31,466	19,358	0,159

Звичайно, для селекціонерів більш привабливим є високоврожайний матеріал як носій більшої потенційної врожайності і її реалізації в екстремальних умовах середовища. Цікавими є також сорти, що проявляють високий рівень врожайності у кращі за погодними умовами роки, але значно знижують її рівень в екстремальних умовах. До сортів з найбільшим коефіцієнтом генетичної пластичності за результатами дослідження віднесено – Єлена, Роксолана, Популяція7/07, Володар (Хмельницька обл.), Ольга, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-332, П-455, П-620, Детермінант 11, П-485 (Полтавська обл.), всі сорти створені в Інституті с.-г. Північного Сходу, Марта (Республіка Білорусь), Батир (Російська Федерація), Ceska Крајова (Чехія). Відшукуючи вихідний матеріал за показниками

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

потенційно високої генетичної пластичності також необхідно звернути увагу на сорти: Подолянка, Детермінантна 8, Аніта Белорусская, Ілія та Лакнея.

Інший показник – стійкість сортів до стресу ($Y_{\min}-Y_{\max}$), є характеристикою стабільності, оскільки визначає зменшення рівня врожайності від дії стрес-фактора. Отримані величини добре унаочнюють коливання виходу зерна з одиниці площі. За цим показником (від -0,100 до -0,133) як найменш стабільні сорти виділилися Єлена і Академічна (Хмельницька обл.), Надійна, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330 (Полтавська обл.), Ярославна (Сумська обл.).

Водночас цей показник не повною мірою відображає об'єктивну картину коливання рівня врожайності, оскільки до цієї групи потрапив більш урожайний матеріал, у якого відповідно коливання у фізичному виразі могли бути більшими. Але, на нашу думку, більш правильним буде визначати не рівень коливання фізичної величини, а відношення цього коливання до середнього значення, виражене у відсотках. Така методика запропонована Р. А. Удачіним і А. П. Головченко для визначення індексу стабільності (ІС). Дані підрахунків вказують, що коливання у групі складало від 10,376 до 57,057 %. Проведені підрахунки принципово не змінили склад групи із сортів малостійких до стресів, але дещо розширили його. За нашими даними до такої групи (з коливанням понад 40 %) потрапили: всі сорти селекції Інституту круп'яних культур Подільського АТУ (Хмельницька обл.), Ольга, Рута, Софія (Київська обл.), Детермінантна 8, П-620 (Полтавська обл.). Близькими до них (коливання 30–40 %) також були значення у сортів різного географічного походження: Надійна, СИН 3/02, П-330, П-332, П-455, П-485, Ярославна, Сумчанка, Грушовская. Найбільш стійкими до впливу стрес-факторів показали себе сорти, у яких коливання рівня врожайності не перевищувало 20 %, – Руслана, Слобожанка (Сумська обл.), Ілія, Чаровніца, Марта, Ареса та Лакнея (Республіка Білорусь), Уфимская, Приморская 7, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Кетавасе (Японія). Така диференціація досліджуваного генофонду особливо важлива селекціонерам, тому що дає змогу більш чітко розподіляти вихідний матеріал за шуканими характеристиками. Водночас лише частина цих зразків у період вивчення показала себе високоврожайним матеріалом (понад 0,220 кг/м²) – Руслана, Слобожанка, Марта, Ареса та Батир. Інші сорти мали низьку реакцію на зміну умов вирощування, але такий результат виявився на фоні невисоких урожайних характеристик.

Запропонована група показників дала змогу розділити групу вивчення і виокремити цінний для селекції матеріал. Винайшли такі зразки: з підвищеними параметрами урожайності, але зі значним коливанням цього показника; матеріал, що володіє підвищеною урожайністю та проявляє стабільність у формуванні її рівня в роки з екстремальними погодними умовами; сорти, що мають високу генетичну пластичність.

Селекція на підвищений гомеостаз здатна розв'язати питання створення сортів з підвищеними адаптивними характеристиками. Тому оцінка адаптивних властивостей є пріоритетним напрямом при доборі вихідного матеріалу та оцінці самих сортів, що пропонуються виробникам. Багато авторів запропонували методи визначення гомеостатичності сортового матеріалу, серед яких особливо часто використовують методики В. В. Хангільдіна і Н. А. Литвиненко (гомеостатичність (Ном) і селекційну цінність (Sc)) [20]. При цьому враховується, що вища гомеостатичність визначає нижчу варіабельність врожаю та суттєве зменшення його величини в екстремальних несприятливих умовах.

За даними вивчення, підвищеним рівнем гомеостатичності (Ном>20) вирізнялися сорти гречки – Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца і Лакнея (Республіка Білорусь), Уфимская, Батир, Мордовская 124 (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія) і Арно (Канада). Ці сорти найбільш стабільно реалізовували свій генетичний потенціал у змінних умовах середовища. Найбільш низькою (Ном<10 %) гомеостатичність виявилася у досить урожайних (понад 0,210 кг/м²), але сильно чутливих до зміни параметрів середовища сортів – Єлена, Ольга, СИН 3/02, Софія, П-330, Ярославна, Сумчанка.

До групи найбільш цінних зразків за показником селекційної цінності ($Sc \geq 0,170$) як головного критерію включення матеріалу до селекційного процесу зі створення нових сортів з підвищеними параметрами урожайних і адаптивних характеристик за результатами дослідження було включено такі сорти: Роксолана, Володар (Хмельницька обл.), П-332, П-455, Детермінант 11, П-485 (Полтавська обл.), Селяночка, Слобожанка (Сумська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея, Марта (Республіка Білорусь), Агідель, Уфимская, Батир, Мордовская 124 (російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія) і Арно (Канада). Цей показник дозволяє виділити сорти з поєднанням підвищеної урожайності та стабільного прояву її за кроками.

Висновки

Застосування статистичних методів оцінки селекційного матеріалу є обов'язковою складовою частиною процесу добору, оцінки та опису вихідних форм при створенні сортів та гібридів. Аналіз величезного набору зразків за комплексом параметрів продуктивності та стійкості до абіотичних чинників середовища неможливий без застосування оцінки реакції на зміну умов вирощування. Сорти мають різний рівень урожайності в місцях проведення дослідження, часто знижений через суттєву різницю в типовості місця їх селектування і місця випробування. За рівнем прояву особливо комплексних показників важко виявити їхній потенціал без застосування певних методик статистичного аналізу. Сорт може не мати максимальних показників за врожайністю чи іншими характеристиками, але виявлена стабільність реалізації продуктивних параметрів робить його унікальним селекційним ресурсом за параметрами стійкості до абіотичних чинників середовища.

За комплексом характеристик до групи стабільних сортів було віднесено такі: Володар (Хмельницька обл.), Детермінант 11 (Полтавська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Чаровніца, Лакнея (Республіка Білорусь), Уфійська, Приморська 7, Батир, Мордовська 124 (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія), Арно (Канада).

Більш пластичними виявлено сорти Єлена, Подолянка, Роксолана, Популяція 7/07 (Хмельницька обл.), Ольга, СИН 3/02, Софія (Київська обл.), П-330, П-455, П-620 (Полтавська обл.), Ярославна, Сумчанка, Селяночка, Руслана, Слобожанка (Сумська обл.), Ареса (Татарстан), Ceska Krajova (Чехія).

До групи найбільш цінних зразків за показником селекційної цінності було включено такі сорти: Роксолана, Володар (Хмельницька обл.), П-332, П-455, Детермінант 11, П-485 (Полтавська обл.), Селяночка, Слобожанка (Сумська обл.), Аніта Белорусская, Ілія, Лакнея, Марта (Республіка Білорусь), Агідель, Уфійська, Батир, Мордовська 124 (Російська Федерація), Ceska Krajova (Чехія), Кетавасе (Японія) і Арно (Канада).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому уся колекція буде оцінена за допомогою запропонованих методів, отриману інформацію кожного зразка передадуть селекціонерам разом із насінням.

References

1. Fesenko, N. V., Feseanko, N. N., Romanova, O. I., Alekseeva, E. S., & Suvorova, G. N. (2006). *Genofond i selekcija krupjanyh kul'tur*. Grechiha. V. A. Dragavceva (Ed.). Sankt-Peterburg: GNC RF VIR [In Russian].
2. Alekseieva, O. S., Taranenko, L. K., & Malyna, M. M. (2004). *Henetyka, selektsiia i nasinnytstvo hrechky*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].
3. Ploschi pid hrechkou v Ukraini skorotylysia v 20 raziv. Retrieved from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2813723-plosi-pid-greckou-v-ukraini-skorotilisa-v-20-raziv.html> [In Ukrainian].
4. Prokopenko, O. (Ed.) (2020). *Roslynnytstvo*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Retrieved from: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/05/zb_rosl_2020.pdf [In Ukrainian].
5. Alekseeva, E. S., Elagin, I. N., Taranenko, L. K., Bochkareva, L. P., Malyna, M. M., Rarok, V. A., & Jacishin, O. L. (2005). *Istorija kul'tury, botanicheskie I biologicheskie osobennosti. Kul'tura hrechih. I*. Kamenec-Podol'skij: Izdatel' Moschak M. I. [In Russian].
6. Alekseeva, E. S., Elagin, I. N., Taranenko, L. K., Bochkareva, L. P., Malyna, M. M., Rarok, V. A., & Jacishin, O. L. (2005). *Selekcija i semenovodstvo hrechih. Kul'tura hrechih. II*. Kamenec-Podol'skij: Izdatel' Moschak M. I. [In Russian].
7. Tryhub, O. V., Kutsenko, O. M., Marenych, M. M., & Liashenko, V. V. (2020). The estimation of weather-climatic factors' effect on the level of yield of buckwheat certified seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 12–18. doi: 10.31210/visnyk2020.02.01.
8. Alekseieva, O. S. (2005). Hrechka – osnovna krupiana kultura v Ukraini. *Zbirnyk Naukovykh Prats Podil'skoho Derzhavnogo Ahrarno-tekhnichnoho Universytetu*, 13, 12–15 [In Ukrainian].
9. Aleksanjan, S. M. (2002). *Agrobioraznoobrazie i geopolitika*. Sankt-Peterburg: GNC RF VIR [In Russian].
10. Rjabchun, V. K. (2004). Systema henetychnyh resursiv Roslyn Ukrainy. *Plant Genetic Resources*, 1, 8–15. [In Ukrainian].

11. Tryhub, O. V., & Burdyga, V. M. (2015). Formuvannja kolekcii svitovogo genofondu Roslyn hrechky v Ukraini i shljahy joho vykorystannja. *Posibnyk Ukrajin'skogo Hliboroba*, 5, 118–123. [In Ukrainian].
12. *Zvity Ustumivs'koji doslidnoji stancii 2014–2020 roky* [In Ukrainian].
13. Tryhub, O. V., Kharchenko, Yu. V., Riabchun, V. K., Hryhorashchenko, L. V., & Dokukina, K. I. (2013). *Shyroki unifikovanyi klasyfikator rodu Hrechky (Fagopyrum Mill.)*. Ustymivka [In Ukrainian].
14. Tkachyk, S. O., Prysazhnuk, O. I., & Leschuk, N. V. (2017). *Metodyka provedennja kvalifikaciinoji ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist' do poshyrennja v Ukraini. Zahal'na chastyna. 4*. Vinnycja: FOP Korzun D. U. [In Ukrainian].
15. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennja ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovyh, krupjanyh I zernobovyh na prydatnist' do poshyrennja v Ukraini*. Vinnycja: FOP Korzun D. U. [In Ukrainian].
16. Dosphehov, B. A. (1979). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Kolos [In Russian].
17. Pakudin, V. Z., & Lopatina, L. M. (1984). Ocenka ekologicheskoi plastichnosti I stabil'nosti sortov sel'skohozjaistvennyh kul'tur. *Agricultural Biology*, 4, 109–113. [In Russian].
18. Popolzukhin, P. V., Nikolaev, P. N., Anis'kov, N. I., Yusova, O. A., & Safonova, I. V. (2018). Ocenka produktivnosti i adaptivnyh svojstv sortov jarocho jachmenja v uslovijah Sibirskoho Priirtysh'ja *Zemledelie*, 3, 40–43. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10309 [In Russian].
19. Udachin, R. A., & Holovchenko, A. P. (1990). Metodika ocenki ekologicheskoi plastichnosti sortov pshenicy. *Plant breeding and Seed Investigation*, 5, 2–6. [In Russian].
20. Hangil'din, V. V. (1986). Parametry ocenki homeostatichnosti sortov I selekcionnyh linij v ispytanjah kolosovyh kul'tur. *Nauchno-tehjnicheskij bulleten' Vsesouz'nogo Selekcionno-Geneticheskogo Instituta*, 2 (60), 36–41. [In Russian].
21. Taranenko, L. K. (1989). Geneticheskoe obosnovanie sovershenstvovanija metodov selekcii grechihi *Fagopyrum esculentum* Moench. *Doctor's thesis*. Ukrainskij nauchno-issledovatel'skij institut rastenievodstva, selekcii i genetiki im. V. YA. YUr'eva, Har'kov [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тригуб О. В., Куценко О. М., Ляшенко В. В., Дудка К. О. Оцінка урожайності та адаптивних характеристик генофонду гречки. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 27–36.

© Тригуб Олег Володимирович, Куценко Олександр Михайлович, Ляшенко Віктор Васильович,
Дудка Каріна Олександрівна, 2021

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

original article | UDC 632.03:632.2:632.4:633.1 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.04

MONITORING CORN DISEASES IN POLTAVA REGION




S. V. Pospelov

G. D. Pospelova*

N. I. Nechiporenko

N. P. Kovalenko

V. V. Ochrimenko

ORCID  [0000-0003-0433-2996](https://orcid.org/0000-0003-0433-2996)ORCID  [0000-0002-8030-1166](https://orcid.org/0000-0002-8030-1166)ORCID  [0000-0003-2572-9095](https://orcid.org/0000-0003-2572-9095)ORCID  [0000-0001-5998-1745](https://orcid.org/0000-0001-5998-1745)Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: apospelova.pdaa@gmail.com

How to Cite

Pospelov, S. V., Pospelova, G. D., Nechiporenko, N. I., Kovalenko, N. P., & Ochrimenko, V. V. (2021). Monitoring of corn diseases in the Poltava region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 37–44. doi: 10.31210/visnyk2021.03.04

In recent years, there has been the tendency to increase in the air temperature background during the year, sharp fluctuations of humidity, and the manifestation of extreme weather phenomena, as a result of which plants are under stress, which leads to reduced plant resistance to pests. Therefore, the adaptation of agriculture to current and future climate change is crucial. In such conditions, the maximum realization of plant productivity potential, ensuring high quality of seeds and ecological purity of products require the strengthening of phyto-sanitary control measures in the system of integrated plant protection. The aim of our research was to conduct phyto-sanitary monitoring of corn crops of Liubava 279 MV, Bilozirsky 295 SV, Soloniansky 298 SV and Dniprovsky 257 SV hybrids during the growing seasons of 2019–2021 in Poltava region. The scale proposed by H.V. Hrytsenko and Ye. L. Dudka was used to assess the degree of damage to corn leaves and stems (intensity of disease manifestation). Such crop dominant diseases were detected: common and loose smut, fusarium root rot and fusarium head blight. The degree of spreading and intensity of pest development on maize hybrids was established. The susceptibility of plants of Dniprovsky 257 SV hybrid to the pathogen of common smut and resistance to this type of infection in Bilozirsky 295 SV hybrid were determined. The tendency to increase the spreading of loose smut on all corn hybrids over the years of research was observed. The lowest level of susceptibility was observed in Bilozirsky 295 SV hybrid. According to the results of the monitoring, fusarium root rot was detected on maize plants of all the studied hybrids, which confirms the direct dependence of the infection development on weather conditions. During the years of research under different hydrothermal conditions, fusarium root rot on maize of the tested hybrids was registered at the level of 1.2–4.8 %, which indicated both the presence of seed infection and high saturation of agrocenoses with fusaria in the studied area. The analysis of the microbiota of corn ears demonstrates a significant infection of the grain with fungi of Fusarium, Penicillium, and Aspergillus genera. The lowest level of contamination was found in Belozirsky 295 CV hybrid with 22 % of corn ears infected with Fusaria, 1.8 % of ears – with Penicillia, and there were no symptoms of Aspergilla infestation. It is necessary to systematically monitor diseases in maize areas in order to plan, develop and determine the expediency of conducting preventive and treatment measures for plant protection.

Key words: phyto-sanitary monitoring, micromycetes, common and loose smut, root rot, fusarium head blight, spreading and intensity of disease development.

МОНІТОРИНГ ХВОРОБ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПОЛТАВСЬКОГО РЕГІОНУ

С. В. Поспєлов, Г. Д. Поспєлова, Н. І. Нечипоренко, Н. П. Коваленко, В. В. Охріменко
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Останніми роками простежується тенденція до підвищення фону температур повітря протягом року, різкого коливання вологості, прояву екстремальних погодних явищ, унаслідок яких рослини перебувають у стані стресу, що призводить до зниження опірності рослин відносно шкідливих організмів. Через це адаптація сільського господарства до сучасних та майбутніх змін клімату має вирішальне значення. В таких умовах максимальна реалізація потенціалу продуктивності рослин і забезпечення високої якості насіння та екологічної чистоти продукції вимагають посилення заходів фітосанітарного контролю в системі інтегрованого захисту рослин. Метою досліджень стало проведення фітосанітарного моніторингу посівів кукурудзи гібридів Любава 279 МВ, Білозірський 295 СВ, Солонянський 298 СВ та Дніпровський 257 СВ упродовж вегетаційних періодів 2019–2021 рр. у Полтавському регіоні. Для оцінки ступеня ураження листків і стебел кукурудзи (інтенсивність прояву хвороб) використано шкалу, запропоновану Г. В. Грисенком та Е. Л. Дудкою. Виявлено домінуючі хвороби культури: пухирчаста і летюча сажка, фузаріозна коренева гниль і фузаріоз качанів. Встановлено ступінь поширеності та інтенсивності розвитку шкідливих організмів на гібридах кукурудзи. Визначено сприйнятливості рослин гібриду Дніпровський 257 СВ до збудника пухирчастої сажки та стійкості до цього типу інфекції гібриду Білозірський 295 СВ. Простежено певну тенденцію до зростання поширеності летючої сажки протягом років досліджень на усіх гібридах кукурудзи. Найменший рівень сприйнятливості відзначено у гібриду Білозірський 295 СВ. За результатами проведеного моніторингу виявлено фузаріозну кореневу гниль на рослинах кукурудзи всіх досліджуваних гібридів, що підтверджує пряму залежність розвитку інфекції від погодних умов. Протягом років дослідження при різних гідротермічних умовах у посівах кукурудзи тестованих гібридів фузаріозна коренева гниль реєструвалася на рівні 1,2–4,8 %, що свідчить як про наявність насінневої інфекції, так і про високу насиченість фузаріями агроценозів у районі досліджень. Проведений аналіз мікробіоти качанів кукурудзи демонструє суттєву інфікованість зерна грибами родів *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*. Найменший рівень контамінації притаманний гібриду Білозірський 295 СВ при зараженні 22,0 % качанів фузаріями, 1,8 % качанів – пеніцилами, і відсутності симптомів ураження аспергілами. Необхідним є систематичне проведення моніторингу хвороб у посівах кукурудзи з метою планування, розробки і визначення доцільності проведення профілактичних і лікувальних заходів захисту рослин.

Ключові слова: фітосанітарний моніторинг, мікроміцети, пухирчаста і летюча сажка, коренева гниль, фузаріоз качанів кукурудзи, поширеність та інтенсивність розвитку хвороби.

Вступ

Кукурудза вважається однією з найважливіших сільськогосподарських рослин, яка за площами посівів і рівнем урожайності посідає перше місце у світі серед зернових культур. Вона представлена достатньо широким генетичним різноманіттям, що забезпечує основу для створення сортів і гібридів різних напрямів використання [1, 2]. В нашій країні кукурудза вирощується практично в усіх регіонах і є однією з найприбутковіших польових культур [3]. Посіви кукурудзи в Україні займають наразі понад 15 % посівних площ. Найвищий рівень виробництва зерна 2018 року отримали в Полтавській області – 363,9 тис. т за середнього рівня врожайності 79,7 ц/га [4].

Висока прибутковість кукурудзи призвела до збільшення посівних площ під культурою, що спричиняє значні фітосанітарні проблеми [5, 6, 7]. Нині втрати від комплексу шкідників і хвороб на кукурудзі сягають 3–3,5 т/га [8, 9]. Вони обумовлюються не тільки порушенням сівозмін, але й відчутними змінами кліматичних та агрометеорологічних показників на фоні глобального потепління. Останніми роками простежується тенденція до підвищення фону температур повітря протягом року, часове зрушення розвитку складників агроценозів, зміни тривалості сезонів року та вегетаційного періоду сільськогосподарських культур. Нерівномірне випадання опадів призводить до дефіциту вологи в період вегетації рослин та збільшення посушливих явищ, наслідком чого є негативний вплив на розвиток та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Крім того частіше спостерігаються екстремальні погодні явища, внаслідок яких рослини перебувають у стані стресу, що призводить

до зниження опірності рослин відносно шкідливих організмів [10–12]. Адаптація сільського господарства до сучасних та майбутніх змін клімату сьогодні має вирішальне значення [13–15].

У таких умовах максимальна реалізація потенціалу продуктивності рослин і забезпечення високої якості насіння та екологічної чистоти продукції вимагають посилення заходів фітосанітарного контролю в системі інтегрованого захисту рослин [16, 17].

Метою наших досліджень стало проведення фітосанітарного моніторингу посівів кукурудзи, визначення домінуючих видів шкідливих організмів у період вегетації культури та їхній зв'язок з агрокліматичними умовами регіону вирощування.

Завдання дослідження: оцінити фітосанітарний стан посівів, визначити ступінь поширеності та інтенсивність розвитку шкідливих організмів на гібридах кукурудзи.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проводили протягом 2019–2021 років у виробничих умовах СФГ «Тихомирів» Козельщинського району Полтавської області та в лабораторних умовах кафедри захисту рослин Полтавського державного аграрного університету. Вивчався фітосанітарний стан посівів кукурудзи гібридів: Любава 279 МВ, Білозірський 295 СВ, Солонянський 298 СВ та Дніпровський 257 СВ.

Фітосанітарний моніторинг здійснювали за основними фазами розвитку культури з використанням загальноприйнятих методик. Для оцінки ступеня ураження листків і стебел кукурудзи (інтенсивність прояву хвороб) була використана шкала, запропонована Г. В. Грисенко та Е. Л. Дудкою [18]. Стійкість рослин кукурудзи до збудників кореневих гнилей визначали у фазу воскової стиглості за шкалою: високостійкі – до 5 % уражених рослин, стійкі – до 10 %, середньостійкі – 11–25 %, середньо-сприйнятливі – 26–50 %, сприйнятливі – понад 50 % уражених рослин.

Оцінку ураження рослин кукурудзи пухирчастою сажкою проводили за шестибальною шкалою: 1 бал (здуття – розміром 0,5–1 см на верхівці початку або волоті) – 1–5 %; 2 (здуття – 2–5 см на верхівці початку) – 6–15 %; 3 (здуття – 10–15 см на стеблі нижче початку) – 16–30 %; 4 (здуття – 10–15 см на стеблі вище початку або волоті) – 31–50 %; 5 (велике здуття – на початку) – 51–75 %; 6 (велике здуття – деформація рослини, загибель) – 76–100 %.

Здійснення моніторингу хвороб на рослинах кукурудзи дало можливість виявити низку домінуючих інфекцій, визначити їхню поширеність і ступінь розвитку залежно від умов середовища.

Результати досліджень та їх обговорення

Основою контролю фітосанітарного стану агроценозів є моніторинг динаміки популяцій шкідливих організмів. Оскільки онтогенез і фітосанітарні характеристики посівів тісно пов'язані між собою і розвиваються динамічно, то реалізація принципів фітосанітарного моніторингу потребує проведення перманентних спостережень за фенологічним, фізіологічним та фітосанітарним станом посівів, оцінку поширеності й розвитку патогенних організмів, якості проведення й ефективності профілактичних та лікувальних заходів [19].

Узагальнюючи стан фітопатологічної ситуації на рослинах кукурудзи тестованих гібридів у роки досліджень (2019–2021 рр.), необхідно зазначити, що домінували в посівах пухирчата і летюча сажки, коренево-стеблові інфекції, а в період формування й дозрівання урожаю був виявлений комплекс мікроміцетів на качанах.

Зіставляючи дані, які характеризують розвиток пухирчастої сажки на рослинах кукурудзи із погодними умовами, можна підтвердити вже відомі факти про те, що провокують хворобу і сприяють зараженню як водний стрес, пов'язаний із нестійким або недостатнім зволоженням та високим фоном температур протягом вегетації, так і інтенсивні опади, що мали місце в роки досліджень [17, 20, 21].

Аналіз прояву пухирчастої сажки виявив певну тенденцію в ураженні гібридів по роках та незмінно високу схильність до захворювання рослин гібриду Дніпровський 257 СВ (рис. 1–3). Поширеність хвороби на цьому гібриді варіювала по роках, і досягала 20,4 % – 2019 р., 10,7 % – 2020 р. і 31,5 % в умовах 2021 р. Розвиток інфекції в ті ж періоди становив відповідно – 6,3 %, 3,9 % і 7,9 %.

Найвищий рівень опірності до захворювання в тих же умовах виявив гібрид Білозірський 295 СВ, поширеність пухирчастої сажки на ньому коливалася в межах 2,5–5,6 % при інтенсивності прояву інфекції на рівні 2,5 %, 1,2 % і 3,5 % відповідно по роках досліджень.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

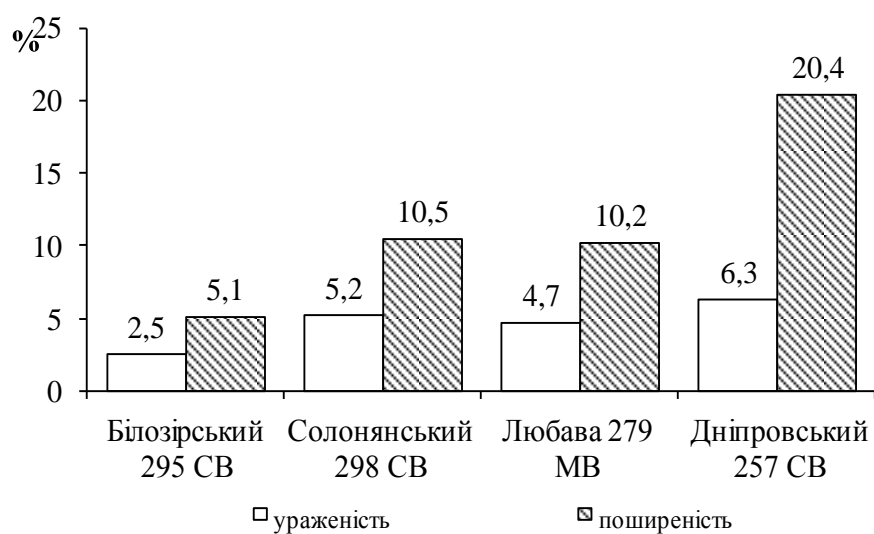


Рис. 1. Розвиток пухирчастої сажки на гібридах кукурудзи у фазі воскової стиглості 2019 р.

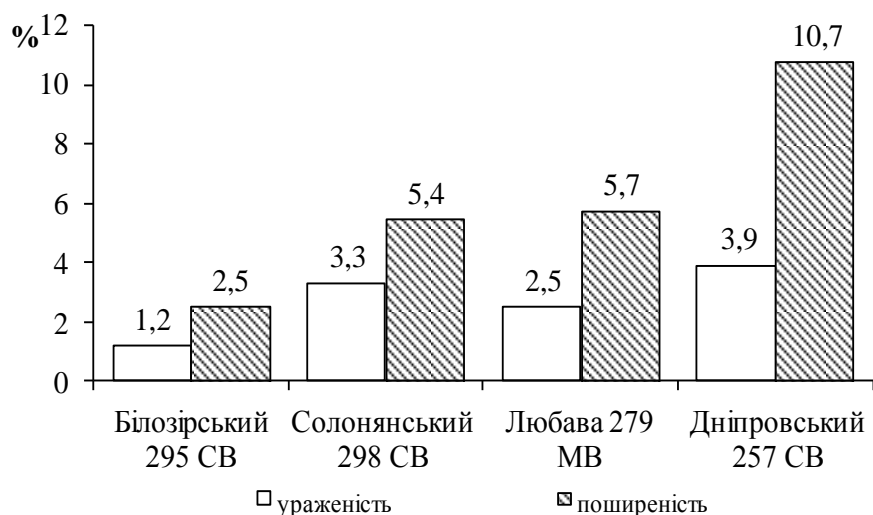


Рис. 2. Розвиток пухирчастої сажки на гібридах кукурудзи у фазі воскової стиглості 2020 р.

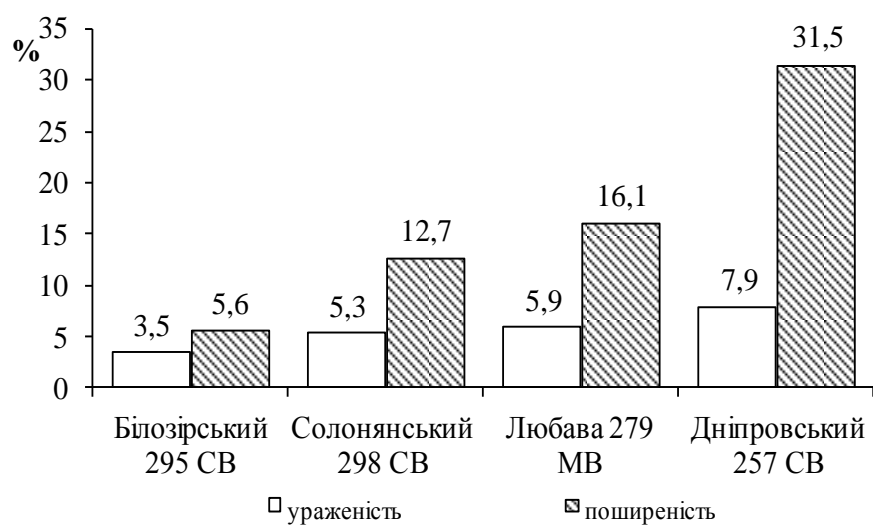


Рис. 3. Розвиток пухирчастої сажки на гібридах кукурудзи у фазі воскової стиглості 2021 р.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

Характер прояву захворювання на рослинах цього гібриду свідчив про нездатність гриба активно їх колонізувати – сажкові соруси за розмірами не перевищували 5 см, часто мали вигляд незначних зморшок.

Гібрид Солонянський 298 СВ за фітосанітарними характеристиками займав позицію між Дніпровським 257 СВ і Білозірським 295 СВ; для нього були характерними досить незначні коливання якісних характеристик захворювання по роках. Поширеність пухирчастої сажки на цих рослинах досягала в умовах 2019 р. – 10,5 %, 2020 р. – 5,4 %, а для 2021 р. – 12,7 % уражених рослин; розвиток хвороби в цих умовах становив 5,2 %, 3,3 % і 5,3 % відповідно за 2019–2021 роки.

Аналогічна ситуація спостерігалась у посівах гібриду Любава 279 МВ; симптоми пухирчастої сажки відмічали на рівні 10,2 %, 5,7 % і 16,1 % відповідно років досліджень, а розвиток хвороби становив 4,7 %, 2,5 % та 5,9 %.

Привертає увагу певна тенденція до зниження рівня інфекції пухирчастої сажки в умовах 2019 року, коли у критичний для цього захворювання період спостерігався значний дефіцит вологи відносно багаторічного показника. В таких умовах змінюється режим функціонування продохів, направлений на економію вологи, внаслідок чого знижується можливість проникнення росткових трубок *Ustilago zaeae* в рослину. Крім того посушливі умови негативно впливають на життєздатність кукурудзяного метелика, в результаті живлення личинок якого також створюються умови для полегшеного проникнення інфекції.

Оцінка поширеності в посівах летючої сажки кукурудзи була проведена в період воскової стиглості зерна (рис. 4).

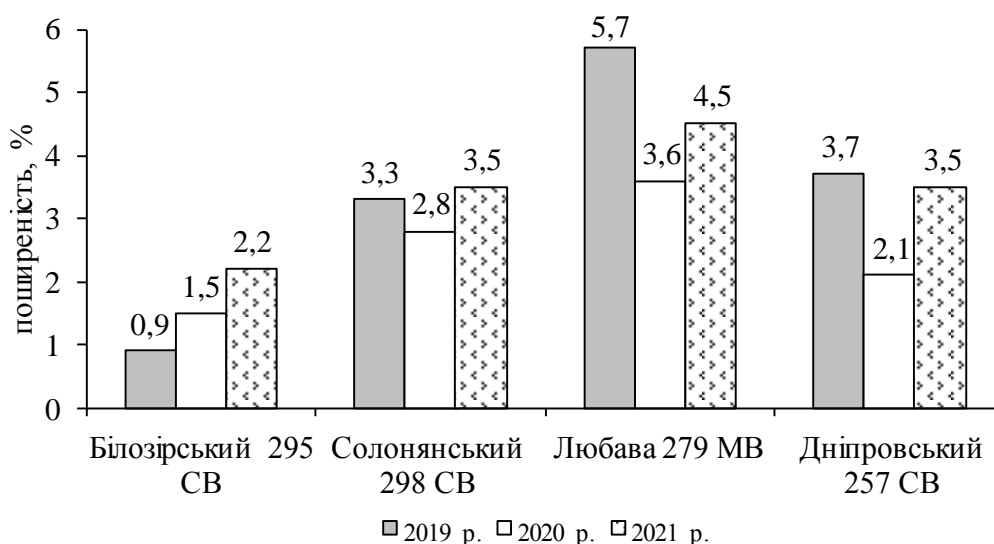


Рис. 4. Поширеність летючої сажки в посівах гібридів кукурудзи у фазі воскової стиглості

Стійкість відносно летючої сажки була виявлена у рослин гібриду Білозірський 295 СВ, до того ж поширеність хвороби зростає за період 2019–2021 рр. від 0,9 % до 2,2 %. Найвищий рівень сприйнятливості до *Sphacelotheca reiliana* відмічений на посівах гібриду Любава 279 МВ. В умовах 2019 р. поширеність захворювання була найвищою за усі роки спостережень і досягала 5,7 %, тоді як для 2020 р. цей показник був мінімальним (3,6 %). Спалахоподібний прояв летючої сажки на цьому гібриді в умовах 2019 року ми пояснюємо умовами перезволоження, що мали місце у червні, коли сума опадів перевищувала багаторічний показник на 66,5 мм. Гібрид Любава 279 СВ виявив низьку абіотичну й біотичну адаптивність, причиною якої могло бути блокування фізіологічних та біохімічних процесів, спричинених перезволоженням ґрунту та нестачею кисню [22].

Розвиток інфекції летючої сажки на гібридах Солонянський 298 СВ і Дніпровський 257 СВ протягом вегетаційних періодів 2019–2021 рр. був майже на одному рівні і коливався від 2,8 % до 3,5 % у Солонянського 298 СВ та від 2,1 % до 3,7 % – у Дніпровського 257 СВ.

Отримані дані фітосанітарного моніторингу свідчать про нестабільний інфекційний фон фузаріозної інфекції протягом років дослідження (табл. 1). Серед гібридів негативно позначився

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Дніпровський 257 СВ, для якого був характерним найвищий інфекційний фон в усі роки досліджень. 2019 року поширеність кореневої гнилі домінувала на рослинах цього гібриду з показником 4,8 %, найменша кількість уражених рослин була зареєстрована у гібриду Білозірський 295 СВ – 1,2 %. Водночас найвищий розвиток хвороби виявлений на рослинах гібриду Солонянський 298 СВ – 2,8 бали.

1. Розвиток фузаріозної кореневої гнилі в посівах кукурудзи

Назва гібриду	2019 р.		2020 р.		2021 р.	
	P, %	R, бал	P, %	R, бал	P, %	R, бал
Білозірський 295 СВ	1,2	2,2	2,0	2,5	1,6	2,1
Солонянський 298 СВ	2,8	2,8	2,8	2,5	3,2	2,6
Любава 279 МВ	3,2	2,5	2,4	2,7	2,8	4,5
Дніпровський 257 СВ	4,8	2,5	4,4	4,3	4,0	4,7

В умовах 2019 р. поширеність фузаріозної інфекції на кореневій системі рослин кукурудзи в досліді була на рівні 2,0–2,8 %, тільки на посівах гібриду Дніпровський 257 СВ уражених рослин виявлено 4,4 % за умови розвитку хвороби 4,3 бали. Аналогічні результати отримані 2021 р., коли розвиток фузаріозу на рослинах цього гібриду досяг 4,7 бали при поширеності 4,0 %. Варто відмітити певне зниження фузаріозної інфекції на гібриді Білозірський 295 СВ 2019 і 2021 років, коли поширеність хвороби досягала відповідно 1,2 і 1,6 % за умови рівня розвитку 2,2 і 2,1 бали. Для гібридів Любава 279 МВ і Солонянський 298 СВ був характерний сталий рівень присутності фузаріозної кореневої гнилі від 2,4 % до 3,2 % при розвитку захворювання 2,5–4,5 бали. Відповідно до уніфікованої шкали усі тестовані гібриди в роки досліджень проявили себе як стійкі відносно фузаріозної кореневої гнилі.

Результати оцінки фітосанітарного стану качанів кукурудзи цілком відповідають характеру ураження досліджуваних гібридів кореневою формою фузаріозу. Найбільш несприятливим з точки зору присутності на качанах грибів роду *Fusarium* виявився гібрид Дніпровський 257 СВ, на якому поширеність інфекції в середньому за три роки становила 33,3 %. Такі ж результати отримані на гібриді Любава 279 МВ, для якого середній рівень поширеності хвороби за роки досліджень становив 29,3 % за умови незначного коливання по роках. Для Солонянського 298 СВ та Білозірського 295 СВ був притаманний значно нижчий інфекційний фон фузаріїв, який у середньому за роки досліджень досягав відповідно 22,0 % і 23,5 % уражених качанів (табл. 2).

2. Склад польової мікрофлори качанів кукурудзи

Назва гібриду	Рік	Ураженість качанів грибами родів (%)		
		<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>
Білозірський 295 СВ	2019	25,8	2,1	-
	2020	21,2	2,5	-
	2021	23,4	1,8	-
Солонянський 298 СВ	2019	24,6	2,2	-
	2020	19,8	1,5	0,8
	2021	21,5	1,8	-
Любава 279 МВ	2019	29,1	1,9	-
	2020	28,5	2,1	0,1
	2021	30,3	2,5	0,3
Дніпровський 257 СВ	2019	32,4	2,0	-
	2020	31,3	2,0	0,01
	2021	36,1	2,5	0,08

Присутність грибів роду *Penicillium* на качанах усіх тестованих гібридів кукурудзи безсистемно варіювала по роках від 1,5 % до 2,5 %. Середній відсоток поширеності пеніцилів був досить близьким

для усіх тест-об'єктів і становив 1,8 %, 2,1 %, 2,2 % і 2,2 % відповідно по Солонянському 298 СВ, Білозірському 295 СВ, Любаві 279 МВ і Дніпровському 257 СВ.

Гриби роду *Aspergillus* у роки досліджень були не на усіх тест-об'єктах. Зокрема, вільними від цього типу інфекції виявилися качани гібриду Білозірський 295 СВ. Поодинокі осередки реєстрували на качанах гібриду Дніпровський 257 СВ (0,01 2020 р. і 0,08 % 2021 р.) і Любава 279 МВ (0,1 % 2020 р. і 0,3 % 2021 р.). Водночас найвищий рівень поширеності аспергілу зареєстрований на рослинах гібриду Солонянський 298 СВ (0,8 % 2020 р.).

Висновки

За результатами фітосанітарного моніторингу (2019–2021 рр.) на рослинах кукурудзи в зоні досліджень домінуючими хворобами виявилися пухирчата і летюча сажки, фузаріозна коренева гниль і фузаріоз качанів. Виявлена висока схильність до збудника пухирчатої сажки рослин гібриду Дніпровський 257 СВ, найменша схильність до цього типу інфекції була притаманна гібриду Білозірський 295 СВ. Спостерігали певну тенденцію до зростання поширеності летючої сажки протягом 2019–2021 рр. на усіх гібридах кукурудзи. Найменший рівень сприйнятливості виявив гібрид Білозірський 295 СВ. Підбиваючи підсумки стосовно результатів моніторингу в посівах кукурудзи фузаріозної кореневої гнилі, важливо підкреслити факт наявності інфекції на рослинах протягом трьох років у неоднакових погодних умовах. Це свідчить як про можливість наявності насінневої інфекції, так і про високу інфікованість фузаріями агроценозів у районі досліджень. Проведений аналіз мікробіоти качанів кукурудзи демонструє суттєву інфікованість зерна грибами родів *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*. Найменший рівень контамінації притаманний гібриду Білозірський 295 СВ при зараженні 22,0 % качанів фузаріями, 1,8 % качанів – пеніцилами і відсутності симптомів ураження аспергілами. Необхідно систематично проводити моніторинг хвороб у посівах кукурудзи з метою планування, розробки і визначення доцільності проведення профілактичних і лікувальних заходів захисту рослин.

References

1. Chernobai, L. M. (2018). Rozkryty potentsial kukurudzy. *The Ukrainian Farmer*, 11, 13–16. [In Ukrainian].
2. Dolia, M. M., Fokin, A. V., Varchenko, T. P., & Moroz, S. Yu. (2018). Trofichni zviazky bavovnykovoi sovky za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku ta kukurudzy v Lisostepu Ukrainy. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 5 (75). doi: 0.31548/dopovidi2018.05. [In Ukrainian].
3. Demianiuk, M. (2018). Ampliho 150 ZC, f. k. – maksimalno efektyvne rishennia proty shkidnykiv kukurudzy. *The Ukrainian Farmer*, 6, 83–87. [In Ukrainian].
4. Tkachenko, M., & Borys, N. (2019.) Zalezhnist struktury posivnykh ploshch v Ukraini vid zrostaiuchoho popytu na ahroproduktiiu. *Propozytsiia*, 9, 34–38. [In Ukrainian].
5. Sternyi, O. (2013). Kuda klonytsia kukuruza. *Zerno*, 9, 57–58. [In Ukrainian].
6. Ivashchenko, V. G. (2012). Bolezni kukuruzy fuzarioznoy etiologii: osnovnyye prichiny i sledstviya (obzor) *Vestnik Zashchity Rastenyi*, 4, 3–19. [In Ukrainian].
7. Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., & Okhrimenko, V. V. (2020). Zalezhnist urazhenosti kukurudzy pukhyrchastoiu sazhkoiu vid ahrobiolohichnykh osoblyvostei kultury ta strokiv sivby. *Zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Khimii, ekolohiia ta osvita»* (m. Poltava, 21–22 travnia 2020 roku). Poltava [In Ukrainian].
8. Liaska, Yu. (2019). Ubezpechyty kukurudzu. *The Ukrainian Farmer*, 2, 20–22. [In Ukrainian].
9. Trybel, S. O., Stryhun, O. O., & Retman, S. V. (2011). Vdoskonalena systema zakhystu posiviv kukurudzy, vyroshchuvanykh na zerno ta nasinnia. *Nasinnystvo*, 5, 14–20. [In Ukrainian].
10. Sobko, Z. Z., & Vozniuk, N. M. (2018). Zalezhnist vrozhaivosti silskohospodarskykh kultur vid klimatychnykh ta ahrometeorolohichnykh chynnykiv (na prykladi Rivnenskoï oblasti). *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 3 (73). doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.016 [In Ukrainian].
11. Ahmed, I., ur Rahman, M. H., Ahmed, S., Hussain, J., Ullah, A., & Judge, J. (2018). Assessing the impact of climate variability on maize using simulation modeling under semi-arid environment of Punjab, Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (28), 28413–28430. doi: 10.1007/s11356-018-2884-3

12. Kang, Y., Khan, S., & Ma, X. (2009). Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. *Progress in Natural Science*, 19 (12), 1665–1674. doi: 10.1016/j.pnsc.2009.08.001
13. Polovyi, A. M., Kostyukievych, T. K., Tolmachova, A. V., & Zhyhailo, O. L. (2021). Vplyv klimatychnykh zmin na formuvannya produktyvnosti kukurudzy v zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 1, 29–36. doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4 [In Ukrainian].
14. Pospielova, H. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., & Kocherha, V. Ya. (2020). Vplyv ahroklimatychnykh faktoriv na rozvytok osnovnykh khvorob sortiv soi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 3, 45–52. doi: 10.31521/2313-092x/2020-3(107)-6 [In Ukrainian].
15. Telychko, L. P. (2020). Vplyv biolohichnykh preparativ zakhystu roslyn na fitoproduktyvnist roslyn kukurudzy tsukrovoy vidpovidno do biolohichnykh osoblyvosti sortu. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 2, 134–140. doi: 10.33730/2310-4678.2.2020.208826 [In Ukrainian].
16. Dudka, Ye. L., Pinchuk, N. I., & Solonyi, P. V. (2007). Intehrovanyi zakhyst kukurudzy vid shkidnykiv i khvorob. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 53, 298–309. [In Ukrainian].
17. Markov, I. L. (2015). Diahnostyka khvorob kukurudzy ta bioekolohichni osoblyvosti yikh zbudnykiv. *Ahronom*, 3, 128–138. [In Ukrainian].
18. Grisenko, G. V., & Dudka, E. L. (1980). *Methodology of phytopathological research in corn*. Dnepropetrovsk [In Russian].
19. Buga, S.F., Zherdeckaya, T.N. (2011). Potencialnaya vredonosnost puzyrchatoj golovni kukuruzy na skorospelykh gibridah. *Zashita Rastenij*, 35, 73–84. [In Russian].
20. Bannikova, K. V. (2011). Dominuiuchi khvoroby kukurudzy v lisostepu. *Ahronom*, 4, 71–73. [In Ukrainian].
21. Dermenko, O. (2017). Infektsiini khvoroby kukurudzy. *The Ukrainian Farmer*, 2, 84–90. [In Ukrainian].
22. Muliar, M. M. (2004). Vplyv sortovoi ahrotekhniki na volohozabezpechennia hibrydiv i vykhidnykh form kukurudzy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavn. Ahrarnoi Akademii*, 1, 8–9. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 12.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспелов С. В., Поспелова Г. Д., Нечипоренко Н. І., Коваленко Н. П., Охріменко В. В. Моніторинг хвороб кукурудзи в умовах Полтавського регіону. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 37–44.

© Поспелов Сергій Вікторович, Поспелова Ганна Дмитрівна, Нечипоренко Наталія Іванівна,
Коваленко Нінель Павлівна, Охріменко Віталій Валерійович, 2021

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

original article | UDC 633.3:33025:631.164.24:332.66 (292.485) (477) | doi: 10.31210/visnyk2021.03.05

INFLUENCE OF SOWING TIME ON PRODUCTIVITY OF SMOOTH BROME GRASS
IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

L. H. Marinich*

O. A. Antonets

ORCID  [0000-0002-0073-9433](https://orcid.org/0000-0002-0073-9433)ORCID  [0000-0001-6741-9023](https://orcid.org/0000-0001-6741-9023)Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: mariniclubov1@gmail.com

How to Cite

Marinich, L. H., & Antonets, O. A. (2021). Influence of sowing time on productivity of smooth brome grass in the ForestSteppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 45–50. doi: 10.31210/visnyk2021.03.05

Perennial grasses are the main fodder crops for hayland and pasture use. Their area of extending is quite large: they are spread from the tropics to the extreme northern regions. Their role is significant in the farming system: they protect the soil from water and wind erosion, enrich it with organic matter, improve the physical and mechanical properties of the soil and precipitation infiltration. The group of forage grasses includes more than 600 species of plants, but smooth brome grass has the greatest forage value has, it is used for green fodder, silage, haylage and grass meal. Under favorable growing conditions, modern zoned varieties of this plant are able to form biological seed yield of up to 0.6–0.8 t/ha, 50.0 t/ha of green mass, and 20.0 t/ha of hay. But obtaining such high and stable yields requires compliance with all agro-technical operations. The purpose of the research was to determine the sowing time, affecting the formation of seed and feed productivity of smooth brome grass. Field and quantitative methods, the method of test sheaf, weight, and statistical methods were used in the proces of research. The high fodder value of smooth brome grass can be explained by the fact that it has a significant number of vegetative shoots with more leaves than on generative ones. In addition, the leaves, especially on vegetative shoots, contain more nutrients. The smallest number of vegetatively elongated shoots was formed by plants of Poltavsky 5 and Poltavsky 52 varieties under the conditions of autumn sowing period. The largest number of vegetatively elongated shoots in these varieties was observed at spring sowing time. The optimal sowing season for obtaining high seed yields for smooth brome grass of Poltavsky 5 and Poltavsky 52 varieties is summer. The optimal sowing time for obtaining high yields of green mass for smooth brome grass of Poltavsky 5 and Poltavsky 52 varieties is spring. Spring sowing time is also the optimal sowing period for obtaining high yields of dry matter for smooth brome grass of Poltavsky 5 and Poltavsky 52 varieties.

Keywords: smooth brome grass, feed productivity, seed productivity, vegetative shoots, sowing time

ВПЛИВ СТРОКІВ ПОСІВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СТОКОЛОСУ БЕЗОСТОГО
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Г. Марініч, О. А. Антонець

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Багаторічні злакові трави є основними кормовими культурами при сінокоісному і пасовищному використанні. Зона розповсюдження їх досить велика: вони поширені від тропіків до крайніх північних областей. Значна їх роль і в системі землеробства: вони захищають ґрунт від водної та вітрової еро-

зії, збагачують його органічними речовинами, поліпшують фізико-механічні властивості ґрунту та інфільтрацію опадів. У групу кормових злакових трав входить понад 600 видів рослин, але найбільшу кормову цінність має стоколос безостий, який використовують на зелений корм, силос, сінаж та трав'яне борошно. Сучасні районовані сорти цієї рослини за сприятливих умов вирощування здатні формувати біологічну урожайність насіння до 0,6–0,8 т/га, зеленої маси 50,0 т/га, сіна 20,0 т/га. Але отримання таких високих та сталих урожаїв вимагає дотримання всіх агротехнічних операцій. Мета досліджень полягала у визначенні строків посіву, що впливають на формування насінневої та кормової продуктивності стоколосу безостого. Під час досліджень використано польовий та кількісний методи, метод пробного снопа, ваговий, статистичний. Високу кормову цінність стоколосу безостого можна пояснити тим, що він має значну кількість вегетативних пагонів, на яких більше листків, ніж на генеративних. До того ж листки особливо на вегетативних пагонах містять більшу кількість поживних речовин. Найменшу кількість вегетативно подовжених пагонів сформували рослини сорту Полтавський 5 та Полтавський 52 за умов осіннього строку сівби. Найбільша кількість вегетативно подовжених пагонів у цих сортів була при використанні весняного строку сівби. Оптимальними строками сівби для отримання високих урожаїв насіння для сортів стоколосу безостого Полтавський 5 та Полтавський 52 є літні. Оптимальними строками сівби для отримання високих урожаїв зеленої маси для сортів стоколосу безостого Полтавський 5 та Полтавський 52 є весняні. Оптимальними строками сівби для отримання високих урожаїв сухої речовини для сортів стоколосу безостого Полтавський 5 та Полтавський 52 є також весняні строки сівби.

Ключові слова: стоколос безостий, кормова продуктивність, насіннева продуктивність, вегетативні пагони, строки посіву.

Introduction

Feed base is the main factor influencing the development of competitive and highly productive animal breeding [15]. Hayfields are in the structure of natural fodder lands of Ukraine. These are farm lands that are systematically used for hay harvesting, pasture and for grazing animals, as well as other land plots suitable for cattle grazing [19, 21]. “For as the earth bringeth forth her bud” [1, Is. 61: 11], so even today fodder grasses are grown. Given the huge potential of Ukraine’s meadow lands, which is about 8 million hectares with fallow lands, it is possible to obtain organic fodder products and transfer them from the category of the so-called “abandoned” lands to fodder production, nature protection, recreational and ecological zones. This will make it possible to turn them not only into the elements of good fodder production, but also into environmental elements of agricultural landscapes on the basis of adaptive environmental ecological and recreational land use [12, 13]. Over the years of transformation of the agricultural sector, the area of hayfields in Ukraine has decreased by 1.5 times, and at agricultural enterprises – by almost 11 times. 91 % of fodder products are concentrated on private farms [19].

Perennial grasses are the main forage crops for hayland and pasture use. Their area of extending is quite large: they are spread from the tropics to the extreme northern regions [2, 18]. Their role is significant in the system of agriculture: they protect the soil from water and wind erosion, enrich it with organic materials, improve the physical and mechanical properties of the soil and precipitation infiltration [6, 10, 11].

The group of fodder cereals includes more than 600 species of plants, but smooth brome grass has the greatest feed value; it is used for green fodder, silage, haylage and grass meal [4, 9]. This plant is the best rhizome cereal component on floodplain meadows and can withstand prolonged floods, has high yields and good feed qualities [3]. This plant is rich in protein – it contains up to 15 %, fat – 19.7–24.9 %, fiber – up to 8 %. The main fodder feature of smooth brome grass is that green mass and hay are rich in sugars and mineral elements such as phosphorus, calcium, potassium, sulfur, magnesium, zinc [2].

This cereal is well adapted to different climatic conditions, can be successfully used in grass mixtures of different regions of Ukraine. The tillering node withstands frosts to -46°C , and during spring revegetation – up to -18 – -20°C [8]. In addition – smooth brome grass is one of the most drought-resistant plants among perennial grasses. And the introduction of crops in crop rotation that are able to withstand periodic droughts, is one of the ways to ensure the stability of fodder production [14, 24].

The introduction of new high-yielding varieties of perennial grasses is one of the main reserves for increasing the yield of hayfields and pastures by at least 25–30 % [7, 17].

In modern conditions of developing the agricultural sector of Ukraine, the problem of producing high-quality seed material has become topical. Therefore, it is important to organize cultivation technology

that would guarantee the formation of a high level of green mass, hay and seeds yields [10, 12]. Zoned varieties of smooth brome grass under favorable growing conditions are able to form the biological yield of seeds up to 0.6–0.8 t/ha, green mass – 50.0 t/ha, hay – 20.0 t/ha [22]. The urgency of the problem is to improve the agro-technical methods of growing smooth brome grass to increase its productivity. The *purpose* of the research is to determine the optimal sowing time that affects the formation of seed and fodder productivity of smooth brome grass.

Materials and methods of research

The research was conducted in 2018–2020 on the territory of the experimental field of Poltava State Agricultural Research Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig-Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The station is located in the central part of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine almost on the border with the Northern Steppe and the Southern Forest-Steppe. This is an area of insufficient moisture. The soil is dark gray podzolic. It has the following agrochemical parameters of the arable layer: hydrolytic acidity – 1.9-3.3 mg-equivalent per 100 g of soil; humus content – 2.44-3.46%; pH of the salt extract – 5.8-5.9; motile forms of phosphorus – 13-21 mg per 100 g of soil; easily hydrolyzed nitrogen – 4.42-7.94 mg per 100 g of soil; exchangeable potassium - 16-20 mg per 100 g of soil; the amount of absorbed bases – 21-30 mg per 100 g of soil.

According to Poltava meteorological station, the air temperature during the growing season increased by +0.7° C as compared to the average long-term data, while the amount of precipitation decreased by 14.3 mm.

Agricultural techniques for growing perennial grasses are common for the area of the Forest-Steppe.

The experiments were conducted in four cycles with randomized placement of variants with a plot area of 25 m². During the studies, the guidelines for field and laboratory experiments with cereals were used. [20, 23, 25]. Accounting for crop structure was performed by analyzing test sheaves. Statistical processing was carried out according to the method of B. Dospekhov [5].

The sowing times were spring (April 10, 2018); summer (August 6, 2018); autumn (September 10, 2018). To determine the feed productivity, sowing was carried out with a row spacing of 15 cm, and seed spacing – 45 cm.

In the experiments, the varieties of smooth brome grass selected at Poltava State Research Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig-Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine – Poltavsky 52 and Poltavsky 5 were used.

Research results and their discussion

Smooth brome grass belongs to the group of winter crops. Plants grow quite slowly at the initial stages of development. Shoots formed in late autumn or spring and which have not passed the stage of vernalization, do not pass into the generative stage, and remain in the second or third stage of organogenesis [11]. Based on this, cereal grasses for seeds should be sown in early spring to form more generative shoots by autumn. However, scientific research and the practice of advanced farms have shown that spring cover crops are heavily overgrown with weeds and damaged by pests.

Previously, early spring was the optimal sowing period in the Forest-Steppe zone, when there is enough moisture in the soil. At the accelerated alkalization, in post-harvest crops, perennial grasses were sown also in the summer. The maximum allowable sowing period was not later than the first decade of September [9].

But, as practice shows, in late summer crops often develop under more favorable weather conditions for the growth of grasses and dense grasslands are formed. However, their yield for following year will still not be high enough, as they do not have time to unravel. And grasses of the winter type of development, if they have not passed the stage of vernalization, will form only vegetative shoots [16].

Now some farms have switched to summer and even autumn crops. The advantages of summer crops are the reduction of weeds, the ability to use freshly harvested seeds for sowing, to conduct a good pre-sowing treatment, which includes several cultivations. And this makes it possible to destroy weeds and create better conditions for plant development. When choosing a summer crop, it should be kept in mind that the seeds germinate in 10–12 days. Due to the fact that the seed has a film on its surface, it needs a significant amount of moisture to germinate.

Autumn crops of smooth brome grass are usually less weedy than spring and have better moisture conditions than summer ones. But if one is late with the crops, there is a risk of weak tillering, which leads to a decrease in winter hardiness and frost resistance. The seed yield of such crops in the first year of use is reduced by 20–25 %.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

The results show that the highest yield of smooth brome grass seeds of Poltavsky 5 and Poltavsky 52 varieties was obtained during the summer sowing period on August 20. Summer sowing made it possible to have good seedlings, to form a well-developed grassland. The plants went into winter in a well-developed condition, overwintered well and had the largest number of generative shoots. The seed yield of Poltavsky 5 variety in the first year of use was 0.56 t/ha, and in the second year – 0.64 t/ha.

Spring crops of Poltavsky 5 variety were quite weeded, which led to their weakening and reduced yields. In the first year of use it was 0.40 t/ha, and in the second – 0.53 t/ha. The least productive in the experiments was the autumn method of sowing. Plants did not have time to form a sufficient number of vegetatively shortened shoots, which led to a decrease in the number of generative shoots. As a result, the seed yield in the first year of use in the variety was 0.36 t/ha, in the second – 0.50 t/ha (Table 1).

The seed yield of Poltavsky 52 variety during summer sowing in the first year of use was 0.51 t/ha, and in the second year of use – 0.59 t/ha. Spring crops of this variety in the first year had a yield of 0.38 t/ha, in the second – 0.50 t/ha, and autumn crops – 0.39 and 0.47 t/ha, respectively (Table 1).

1. The influence of sowing dates on the seed yield of smooth brome grass

Sowing time	Seed yield, t/ha		
	2018	2019	2020
<i>Poltavsky 5 variety</i>			
Spring (April 10, 2018)	0.40	0.53	0.47
Summer (August 20, 2018)	0.56	0.64	0.60
Autumn (September 20, 2018)	0.36	0.50	0.43
HIP05, t/ha	0.009	0.011	0.010
<i>Poltavsky 52 variety</i>			
Spring (April 10, 2018)	0.38	0.50	0.44
Summer (August 20, 2018)	0.51	0.59	0.55
Autumn (September 20, 2018)	0.39	0.47	0.43
The least significant difference 05, t/ha	0.010	0.014	0.011

The high feed value of smooth brome grass can be explained by the fact that it has a significant number of vegetative shoots with more leaves than generative ones. In addition, the leaves, especially on vegetative shoots, contain more nutrients.

The number of vegetatively elongated shoots in the samples of Poltavsky 5 variety when using spring sowing during the years of study ranged from 36 to 123 pieces/plant. The largest number of them was formed in 2019 and averaged 123 units/plant, in 2018 – 98 units/plant, in 2020 – 112 units/plant. The smallest number of vegetatively elongated shoots was formed by plants of this variety under the conditions of autumn sowing. Their number in 2020 averaged 36 units/plant.

Plants of Poltavsky 52 variety formed the highest number of shoots for the second year of use. Their number was on average 145 pieces/plant. In the first year of use, their number was the lowest – 102 units/plant, and in the third year of use it made 112 units/plant.

The research results show that the highest yield of green mass in Poltavsky 5 variety was obtained during spring sowing. In the first year it made 38.0 t/ha, in the second year – 47.0 t/ha, in the third year – 42.5 t/ha. This sowing provided the formation of a large number of vegetatively elongated shoots, much foliage and tall plants. Summer sowing provided a lower level of green mass yield. In the first year of use the yield of green mass was 34.0 t/ha, in the second year – 44.0 t/ha. Autumn sowing in the first year of use had the lowest yield – 30.0 t/ha, but in the second year of use the yield increased, and the yield of green mass was higher than at summer sowing.

Poltavsky 52 variety had a significantly higher yield of green mass at all sowing dates. In the first year of use, the yield of green mass during spring sowing made 41.0 t/ha, summer – 42.0 t/ha, autumn – 37.0 t/ha. During the second year of use, the highest yield of green mass was obtained at spring sowing – 49.0 t/ha, and the lowest – at summer sowing (Table 2).

The dry matter yield at spring, summer and autumn sowing was higher in Poltavsky 52 variety. At spring sowing the highest yield was obtained in the first year of use 19.0 t/ha, and in the second – 21.0 t/ha. A good crop of dry matter for two years of use provided summer sowing. When used in the first year, 17.0 t/ha were

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

received, and in the second – 19.0 t/ha. Hay yield at autumn sowing in the first year of use was the lowest, only 14.0 t/ha. But during the second year of use it was not worse than the yield at summer and spring sowings of the same variety.

2. Influence of sowing dates on the yield of green mass of smooth brome grass

Sowing time	Yield of green mass, hundredweight/ha		
	2018	2019	2020
<i>Poltavsky 5 variety</i>			
Spring (April 10, 2018)	38.0	47.0	42.5
Summer (August 20, 2018)	34.0	44.0	39.0
Autumn (September 20, 2018)	30.0	45.0	37.5
HIP05, t/ha	2.42	2.69	2.39
<i>Poltavsky 52 variety</i>			
Spring (April 10, 2018)	41.0	49.0	45.0
Summer (August 20, 2018)	42.0	46.0	44.0
Autumn (September 20, 2018)	37.0	48.0	42.5
The least significant difference 05, t/ha	2.46	2.60	2.51

Conclusions

Determining the optimal time for sowing grasses is crucial in getting a good harvest. The optimal sowing dates for obtaining high seed yields for Poltavsky 5 and Poltavsky 52 smooth brome grass varieties are summer. The optimal sowing dates for obtaining high yields of green mass and dry matter for Poltavsky 5 and Poltavsky 52 varieties are spring.

Prospects for further research. It is planned to conduct research on the peculiarities of agricultural techniques for growing smooth brome grass on Poltavsky 30 and Sokil varieties.

References

- King James *Version of the Bible*. (n.d.). Religion Past and Present. doi:10.1163/1877-5888_rpp_dum_11577
- Andreev, N. G., & Saviczskaya, V. A. (1988). *Koster bezostyj*. Moskva: VO Agropromizdat [In Russian].
- Antonets, O. A. (2006). Konkursne vyprobuvannia sortozrazkiv stokolosu bezostoho. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 27–31. [In Ukrainian].
- Buhaiov, V. V., & Marianko, O. S. (2017). Vykhidnyi material dlia selektsii stokolosu bezostoho za umov Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 84, 26–31. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2017_84_6 [In Ukrainian].
- Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva [In Russian].
- Goloborodko, S. P., & Dymov, O. M. (2019). Global climate change: causes of occurrence and consequences for agricultural production in the Southern Steppe. *Melioratsiia i Vodne Hospodarstvo*, 1, 88–98. doi: 10.31073/mivg201901-162
- Kobylina, N. O. (2015). Kolektsiini zrazky stokolosu bezostoho ta hriastytsi zbirnoi yak dzherela tsinnykh oznak dlia selektsii na produktyvnist ta adaptivnist. *Posibnyk Ukrainskoho Khliboroba*, 1, 291–294. [In Ukrainian].
- Kokhan, A. V., Marinich, L. H., Barylko, M. H., Kalashnik, O. P., Olepir, R. V., & Zakharenko, V. A. (2018). *Selektsiia ta nasinnytstvo odnorichnykh i bahatorichnykh kormovykh trav: teoretychni ta praktychni aspekty: monohrafiia*. Poltava: Astraia [In Ukrainian].
- Kostenko, S. I., Kosolapov, V. M., Pilipko, S. V., & Kostenko, E. S. (2016). Selekcziya mnogoletnikh zlakovykh trav dlya adaptivnogo kormoproizvodstva. *Kormoproizvodstvo*, 8, 35–38. [In Russian]
- Kovtun, K. P., Veklenko, Y. A., & Yashchuk, V. A. (1970). Formation of the phytocenosis and productivity of sainfoin-cereal grass mixtures depending on the species sowing methods and spatial arrangement in conditions of the right bank forrest-steppe of Ukraine. *Feeds and Feed Production*, 89, 112–120. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-11

11. Kshnikatkina, A. N., Alenin, P. G., & Alenushkin, K. V. (2014). Priemy povysheniya semennoj produktivnosti kostrecza bezostogo. *Niva Povolzhya*, 3 (32), 26–31. [In Russian].
12. Kshnikatkina, A. N., Alenin, P. G., & Alenushkin, K. V. (2014). Semennaya produktivnost kostrecza bezostogo (BROMOPSIS INERMIS LEYSS) v zavisimosti ot priemov vozdeleyvaniya v usloviyakh Lesostepi Srednego Povolzhya. *Niva Povolzhya*, 1 (30), 13–18. [In Russian].
13. Kurhak, V. H., Karbivska, U. M., Panasiuk, S. S., & Havrysh, Ya. V. (2019). Naukovi ta tekhnolohichni osnovy orhanichnogo lukivnytstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 11, 28–33. [In Ukrainian].
14. Marinich, L. H., Barabolia, O. V., & Kavalir, L. V. (2021). Vplyv sortovykh osoblyvostei selektsiinykh zrazkiv stokolosu bezostoho na dovhovichnist i urozhainist travostoiu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 90–96. doi:10.31210/visnyk2021.01.10 [In Ukrainian].
15. Moisiienko, V. V. (2011). Naukove obgruntuvannya shliakhiv pidvyshchennia kormovoi produktyvnosti ta dovholittia bahatorichnykh travostoiu. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnogo Ahroekolohichnogo Universytetu*, 1 (1), 35–57. [In Ukrainian].
16. Myronova, L. N. (1990). Sozdanye yskhodnogo materyala na osnove yndutsyrovannykh polyploidov y mezhvydovoi hybrydyzatsyy razlychnykh vydov kostretsya. *Candidate's thesis*. Moskva [In Russian].
17. Petrychenko, V. F., Korniiichuk, O. V., & Veklenko, Yu. A. (2020). Naukovi osnovy intensyfikatsii vyrobnytstva kormiv na lukakh ta pasovyshchakh Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 89, 56–72. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-01 [In Ukrainian].
18. Petrychenko, V. F., Korniiichuk, O. V., & Veklenko, Yu. A. (2020). Naukovi osnovy rozvytku kormovyrobnytstva v Ukraini. *Proceedings of the XII International Scientific Conference "Feed and Feed Protein."* (2020). doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo2020conf [In Ukrainian].
19. Petrychenko, V., Kornijchuk, O., & Zadorozhna, I. (2018). Formation and development of fodder production in Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (11), 54–62. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-08 [In Ukrainian].
20. Smurihyn, M. A., Novoselov, A. S., Konstantynova, A. K., Rubtsov, M. A., & Fylymonov, M. A. (1985). *Metodycheskiye ukazaniya po selektsii mnogoletnykh trav*. Moskva: VIK [In Russian].
21. Sokolov, Y. D., Merezko, A. F., Sokolova, T. Y., & Krynychnaia, N. V. (2000). *Mendelevskiy podkhod k opysaniyu nasledovaniya kolychestvennykh razlychyi*. Luhansk [In Russian].
22. Tarakanov, P. S. (1986). Heterozys v selektsii ezhy sbornoj. *Selektsiya y Semenovodstvo*, 4, 13–16. [In Russian].
23. Tkachyk, S. O. (Red.). (2015). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy tekhnichnykh ta kormovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini (PSP)*. Vinnytsia: TOV «NilanLTD» [In Ukrainian].
24. Veklenko, Y. A., Hetman, N. Y., Zakhlebna, T. P., & Ksenchina, O. M. (1970). Productivity of feed crops and efficiency of their growing with organic production of vegetable raw materials. *Feeds and Feed Production*, 89, 143–150. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-14
25. Volkodav, V. V. (Red.). (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur*. Vypusk II. Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 14.08.2021 р.


Бібліографічний опис для цитування:

Мариніч Л. Г., Антоненко О. А. Вплив строків посіву на продуктивність стоколосу безостого в умовах Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 45–50.

© Мариніч Любов Григорівна, Антоненко Олександр Анатолійович, 2021

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

original article | UDC 632.7:634 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.06

BIOLOGICAL PECULIARITIES OF FALL WEBWORM MOTH DEVELOPMENT
ON COMMON ASH IN ZHYTOMYR REGIONA. *Bakalova**N. *Gritsyuk*ORCID  [0000-0002-6803-6304](https://orcid.org/0000-0002-6803-6304)ORCID  [0000-0002-4185-7495](https://orcid.org/0000-0002-4185-7495)Polissia National University
7, Staryi Boulevard, Zhytomyr, 10008, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: bakalova1970@ukr.net

How to Cite

Bakalova, A., & Gritsyuk, N. (2021). Biological peculiarities of fall webworm moth development on common ash in Zhytomyr region. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 51–57. doi: 10.31210/visnyk2021.03.06

The authors of the article highlight the biological peculiarities of fall webworm moth development that is currently the most harmful of butterfly insects in gardens, roadside strips, forest belts and park areas. For the recreation of the population and other important elements of life, the community must take precautionary care of the global problem of fall webworm moth mass outbreaks. It is impossible to solve these important tasks, set before the ecological strategy of our country, without further development of science, because to destroy this phytophage, new technologies have to be and are developed. These technologies must be based on experimental parameters. In the authors' opinion, the real way to solve this problem is possible only by management eco-balancing, where the main element should become the analysis of the growing number of fall webworm moth outbreaks in our regions. Therefore, a number of questions arise concerning the environment. And this means that there is a clear determination of trophic chains and these multifaceted mechanisms are important and imperfectly studied. That is why the authors conducted a long-term observation of fall webworm moth, the population of which was revealed in the problem regions of Andrushivka, Popilnia, Baranivka and Novohrad-Volynsky districts. As a result of the research, the reproduction table of the first phytophage generation was constructed. It negatively affects the common ash, primarily by the type of damage. This is the cobwebbing of the leaf apparatus in the form of nests, as 1-3 year old larvae live in groups. The population of common ash with larval nests varied significantly from 29 to 57 pcs/tree. The reproductive larval stage had a different result, correspondingly, so the larva of 2–3 years averaged from 11 to 8 pcs/nest. Moreover, the degree of fall webworm moth colonization on common ash in some districts made about 60–80 %. In terms of its harmfulness in Zhytomyr region, fall webworm moth phytophage occupies one of the first places, the greatest damage being caused by larvae. The larvae damage the leaf apparatus of the tree, eating it completely. As the process of photosynthesis stops, the root system suffers too much because of the lack of nutrients; and it is equally important that the age rings are not formed in the tree, which leads to hollowness where fungal formations develop and the tree shrinks.

Key words: *common ash, phenology, harmfulness, reproduction, age of larva, degree of colonization, fall webworm moth.*

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АМЕРИКАНСЬКОГО БІЛОГО МЕТЕЛИКА НА ЯСЕНІ ЗВИЧАЙНОМУ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

А. В. Бакалова, Н. В. Грицюк

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

У статті висвітлено біологічні особливості розвитку американського білого метелика, який є нині найшкідливішим із ряду лускокрилих у садах, придорожніх смугах, лісосмугах та паркових зонах. Для відпочинку населення та інших важливих життєвих потреб потрібно дбати про глобальну проблему масових спалахів американського білого метелика (далі – АМБ). Розв'язання цих проблем пов'язано з екологічною стратегією нашої країни і має бути науково обґрунтованим. Для знищення цього фітофага розробляються нові технології, засновані на експерименті. Насправді шлях розв'язання цієї проблеми, на нашу думку, можливий лише за умови екологізації господарювання, де основним складником має стати аналіз щораз більшої кількості сигнальних спалахів АБМ у наших регіонах. Відтак постає низка питань щодо екології, це означає, що є чітка детермінація трофічних ланцюгів, ці механізми багатогранні, важливі, але недосконало вивчені. А тому ми провели багаторічне спостереження за американським білим метеликом, заселеність якого виявили у проблемних регіонах Андрушівського, Попельнянського, Баранівського та Новоград-Волинського районів. У результаті досліджень було створено репродукційну таблицю першого покоління фітофага, який негативно впливає на ясеня звичайного, насамперед за типом пошкодження – це стягування павутиною листового апарату у вигляді гнізд, оскільки личинки 1–3 віку ведуть свій життєвий спосіб життя групами. Заселеність ясеня звичайного личинковими гніздами істотно варіювала від 29 до 57 шт./дерево. Репродукційна личинкова стадія була різною, наприклад, личинка 2–3 віку становила в середньому від 11 до 8 шт./гніздо. При цьому ступінь заселеності американським білим метеликом ясеня звичайного в окремих районах становила близько 60–80 %. За своєю шкідливістю фітофаг АМБ у Житомирській області посідає одне із перших місць, при цьому найбільшої шкоди завдають личинки, які пошкоджують листовий апарат дерева, об'їдаючи його повністю. Оскільки припиняється робота фотосинтезу, надто страждає коренева система через недостатність поживних речовин і не менш важливим є те, що не формується в деревині вікове кільце, що призводить до пустотілу, де розвиваються грибкові утворення та всихання дерева.

Ключові слова: ясен звичайний, фенологія, шкідливість, репродукція, вікова личинка, ступінь заселеності, американський білий метелик.

Вступ

В Україні полезахисне лісорозведення має понад 150-ти річну історію. Саме в нашій країні з великими рівнинними територіями в посушливій і сухій зонах зародилась ідея поліпшення клімату Степової зони за допомогою штучного насадження лісів і вузькосмугового полезахисного лісорозведення.

Згідно з дослідженнями багатьох учених були розроблені способи з лісорозведення та створення стійких насаджень з високими полезахисними властивостями [1].

У XIX сторіччі лісовими смугами було зайнято близько 86 тисяч гектарів, вони склалися з таких порід дерев: тополя, береза, горіх, сосна, біла акація, клен ясенелистий, абрикос, ясен звичайний [2].

Нині роботи зі створення полезахисних лісових смуг є в системі заходів захисту в нашій країні і набувають великих обертів. Унаслідок різкої зміни клімату, пилових бурь, посухи, суховіїв та інших несприятливих кліматичних явищ значно знижуються врожаї, а тому, щоб упередити негативні наслідки, потрібно розуміти, яке велике значення належить захисному лісорозведенню і зокрема полезахисним лісовим смугам [3].

На ланах, захищених лісовими смугами, створюється менш вітряне, більш зволене і трохи прохолодніше влітку середовище, що забезпечує кращий ріст і продуктивність сільськогосподарських культур [4].

Полезахисні смуги зменшують швидкість потоку приземних шарів повітря, а це своєю чергою знижує інтенсивність вертикального обміну повітря вологи з ґрунту, зменшує в зимовий період видування снігового покриву з полів і перенесення снігу в яри, балки, низини, у весняний період захищає оголену поверхню від видування [5].

Ефективність придорожніх посадок залежить від правильно вибраної породи дерев, які можуть виступати зимовим притулком для шкідників. Останніми десятиліттями не спостерігалося сигналів масового спалаху фітофагів на прилеглих лісосмугах, парках, придорожніх посадках. Такі насадження потребують відповідного захисту від каштанової молі, звичайного павутинного кліща, який прогресує на липі, та американського білого метелика [6–9].

Карантинний стан придорожніх смуг за останні 10 років набув значного поширення саме по заселеності американським білим метеликом [10–13].

Згідно з дослідженнями багатьох вчених, які свідчать про те, що внаслідок спалаху американського білого метелика 1999–2001 років сталася дефоліація, де загинула значна частина дерев у парках та лісосмугах [14].

За даними карантинної служби України, АБМ був поширений у таких областях України: Вінницькій, Закарпатській, Полтавській, Миколаївській, Луганській, Дніпропетровській, Донецькій, Херсонській, Харківській, Черкаській, Одеській, Чернівецькій, лише в Житомирській області вперше був зафіксований 2002 року [15].

АБМ поширюється в лісосмугах скверах, плодкових насадженнях, розмножується на шовковиці та американському кленові, відносить поліфаги туди, де коло кормових рослин сягає близько 636 видів [16].

Окрім того, озеленення населених пунктів від пилу, вітру, заносів піску та снігу очищають повітря, позитивно впливають на температуру, випаровуючи вологу у спекотний період літа [17–19].

Зелені насадження відіграють важливу роль в архітектурно-декоративному оформленні населених пунктів, що нині є актуальним.

Матеріали і методи досліджень

Вивчення біологічного розвитку білого американського метелика у придорожніх посадках ми проводили протягом 2017–2021 років у Житомирській області (Андрушівському, Попельнянському, Баранівському та Новоград-Волинському районах).

Дослідження проводили шляхом маршрутного обстеження придорожніх смуг за методиками С. О. Трибеля [20].

Для обліку чисельності американського білого метелика на ясені звичайному застосовували відповідну методику: з чотирьох сторін облікового дерева ясена звичайного відбирали по одній гілці, що в сумі складало 4 гілки з варіанту дослідження, а загалом 16 гілок з чотирьох повторностей. З кожного варіанту досліду відбирали вогнища з личинками АБМ (гнізда) і розміщали в окремих пакетах. Аналіз у лабораторії проводили методом розтину павутинного гнізда для виявлення заселеності личинками фітофага АБМ.

Відсоток заселеності гілок павутинними гніздами ясена звичайного визначали за формулою 1:

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

де: n – підрахована кількість гілок заселених гніздами, шт.;

N – загальна кількість гілок в обліку.

Для визначення щільності заселеності личинками одного гнізда використовували формулу 2:

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

де: $\sum x_i$ – сумарна чисельність нарахованих личинок фітофага з дерева, екз.;

n – кількість облікових гілок дерева, шт..

Користуючись простими математичними рівняннями визначали важливі фактори дисперсійного аналізу, які допомагали у відповідних дослідженнях досягти цілі.

За даними досліджень фітофага АБМ, побудовано репродуктивну таблицю, яка дає уявлення про специфіку плодовитості самок, швидкість росту популяцій, репродуктивну цінність окремих вікових груп личинок. Репродуктивна таблиця слугує основою для розрахунку таких важливих біологічних параметрів популяцій, як чиста величина репродукції (R) та біологічний потенціал (B_p).

Техніка складу «таблиці виживання» була придатна для популяцій американського білого метелика (АБМ), оскільки ці об'єкти залишають добре помітними їхні вогнища, за якими легко спостерігати

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

протягом усіх фаз розвитку, але важливо було врахувати і спеціальні знання з біології, а саме – розвитку американського білого метелика, для цього виду ми використовували метод сумарного відбору проб.

На придорожніх смугах у різні фази розвитку фітофага виставляли пастки, за якими визначали загальну щільність фітофага: віковий інтервал особин; кількість живих особин; личинкова стадія всіх віків; лялечковий період; кількість популяцій.

Щотижнево проводили маршрутне обстеження, де відбирали різновікових личинок американського білого метелика та в лабораторних умовах ретельно оглядали кожну вікову групу і дані заносили до «таблиці виживання», будуючи репродукційний складник за регресійними факторами.

Результати досліджень та їх обговорення

За проведеним трирічним аналізом динаміки розвитку американського білого метелика ми провели маршрутне обстеження, де відбулися масові заселення американського білого метеликом у проблемних регіонах Житомирської області. Серед конструктивних підходів до аналізу популяцій американського білого метелика та його взаємодія з довкіллям була побудована репродуктивна таблиця фітофага, тобто це компактне зведення популяції протягом одного покоління (табл. 1).

1. Репродуктивна таблиця американського білого метелика за метаморфозом першого покоління

Стадія личинки, вік	Біологічний потенціал популяції, (Впр)			
	райони досліджень			
	Андрушівський	Попільнянський	Баранівський	Новоград-Волинський
	віковий склад личинок на гніздо, шт.			
R1	57	32	41	29
R2	12	8	13	12
R3	8	6	9	11
R4	10	7	12	9
R5	5	9	11	10

Дані таблиці 1 свідчать про те, що перша репродукція вікової личинки (1) сягає чисельності від 29 до 57 шт. на гніздо. Личинка другого віку складала в середньому на одне гніздо 10–11 шт. Личинка третього віку ще трималася у гнізді, щільність її становила до 8 шт. Личинки четвертого та п'ятого віку вели поодиноким способом життя, тобто в такому віці личинка виходить із гнізда, мігруючи по дереву в пошуках листового апарату, оскільки вона потребує більше живлення для покращення та накопичення жирового тіла для успішного залялькування заселеності фітофага та виходу наступного покоління, що висвітлено на рис. 1.

Модель заселеності американським білим метеликом, яка зображена на рис. 1, свідчить про значне підвищення чисельності фітофага, яка суттєво зростає з кожним роком. Андрушівський район 33-29-41, Попільнянський р-н 25-30-28, Баранівський 29-25-30, Новоград Волинський 24-18-26 гн/д. Зважаючи на результати досліджень 2020 року, то заселеність фітофага була помірною, тобто варіювала в межах 18-30 гн/д. Нинішній рік виявився більш сприятливим для розвитку АБМ, тому щільність має позитивний результат від 26-41 гн/д. А тому показниками заселеності ясна звичайного білим американським метеликом дають можливість визначити ступінь заселеності, дані приведені в таблиці 2.

Із даних таблиці видно, що ступінь заселеності американським білим метеликом має тенденцію до збільшення, а тому перше покоління становить від 5 до 12 %, друге від 38 до 55 %. Від другого покоління досліджувані райони потерпають найбільше і, якщо аналізувати в розрізі за районами, то Андрушівський район за ступенем заселеності має 55 %. Друге місце за показниками посідає Попільнянський район, але якщо звернути увагу на Новоград-Волинський район, перше покоління начебто великого спалаху не проявило, проте друге стрімко набрало зростання до 38 %. Пояснити цей факт можна лише сприятливими погодними умовами, які склались із осіннього тепла і помірно вологості, при цьому метаморфоз біологічного розвитку американського білого метелика активно відтворював свою популяцію, яка наведена в таблиці 3.

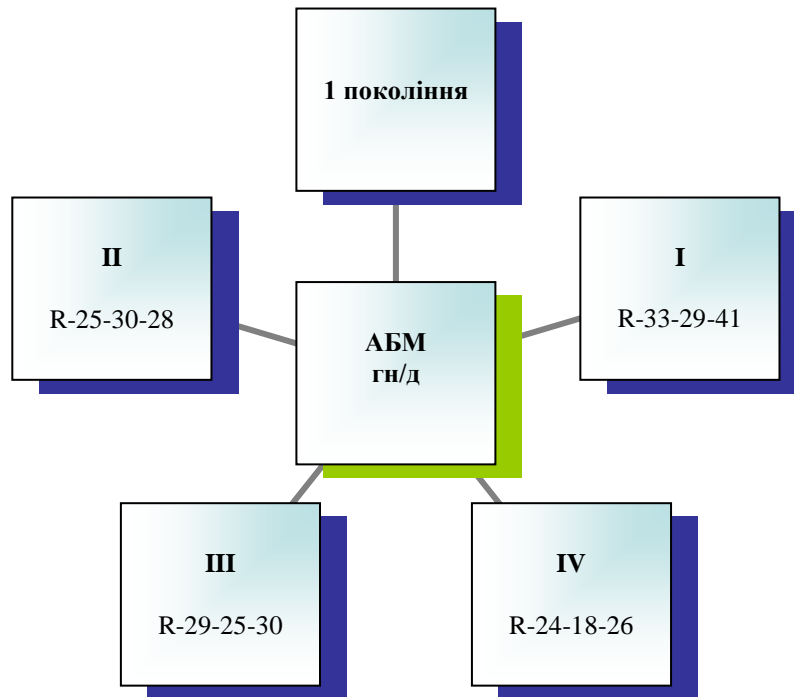


Рис. 1. Заселеність АБМ у районах Житомищини (2019–2021 рр.)

Примітки: АБМ – американський білий метелик; гн/д – гнізд /дерево; I – Андрушівський р-н; II – Попельнянський р-н; III – Баранівський р-н; IV – Новоград-Волинський р-н; R – регресійний фактор чисельності за роки досліджень.

2. Ступінь заселеності ясена звичайного американським білим метеликом за роки досліджень

Райони	Ступінь заселеності фітофага за поколіннями, %	
	I	II
Андрушівський	10	55
Попельнянський	12	45
Баранівський	8	40
Нов-Волинський	5	38

3. Метаморфоз розвитку американського білого метелика за період 2019–2021 рр.

Райони маршрутного обстеження	Розвиток з перетворенням фітофага, °C			
	яйце	личинка	лялечка	метелик
Андрушівський	+19,0	+12,0	+12,8	+14,6
Попельнянський	+19,2	+11,5	+13,1	+15,0
Баранівський	+18,9	+11,1	+13,6	+15,3
Новоград-Волинський	+19,1	+12,4	+12,9	+15,8

Дані таблиці 3 свідчать про те, що основним регулюючим чинником у метаморфозі фітофага є температура, де літ метеликів спостерігався за температури майже в 1 °C, а нижній період лялечки триває близько 13–14 °C, личинковий період метаморфозу 12 °C і вище. У весняні місяці оптимальні температури і вологість складаються опівночі, тому нижній температурний поріг для яйця становить близько 19 °C.

Підвищення температури сприяє активності фітофага, але за температури понад 32–35 °C імаго гине, тому II покоління має більше шансів на виживання.

Висновки

У Житомирській області в чотирьох районах (Андрушівський, Попельнянський, Баранівський, Новоград-Волинський) проведено багаторічні обстеження ясена звичайного на заселеність американським білим метеликом. Уточнено біологічні особливості розвитку фітофага та побудовано репродуктивну таблицю личинкової фази. Ступінь заселеності дерев ясена звичайного американським білим метеликом становив у нашому регіоні від 29 до 57 гнізд/дерево. Агресивна стадія личинки 2–3 віку, яка потребує активного живлення для переходу у старший віковий стан, практично знищує весь листовий апарат. Таким чином припиняється процес фотосинтезу, постачання поживних речовин до кореневої системи, домінує стресова форма, відбувається пригнічення та всихання дерева.

Перспектива подальших досліджень. За багаторічними даними біологічного розвитку американського білого метелика на ясені звичайному в подальшому є можливість розробити логістичні моделі фенологічного розвитку фітофага. Це дасть можливість розробити короткострокові сезонні прогнози появи АБМ у парках, лісосмугах, придорожніх посадках тощо.

References

1. Trybel, S. O. (2000). Zakhyst roslyn: Sohodni i zavtra. *Zakhyst Roslyn*, 2, 2–4. [In Ukrainian].
2. Zlotin, A. Z., & Golovko, V. A. (1998). *Ekologiya populyacij i kultur nasekomyh*. Harkov: RIP Original [In Russian].
3. Hremalskyi, V. Y. (1999). Amerykanskaia belaiia babochka kak vreditelia lesa. *Zoolohycheskyi Zhurnal*, 10, 234–240. [In Ukrainian].
4. Bolshakova, V. N. (1999). Amerikanskaya belaya babochka i ee entomofagi. *Promyshlennye tehnologii proizvodstva i primeneniya sredstv biologizacii zemledeliya. Monitoring entomofagov: sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnogo Simpoziuma VSP MOBB*. Odessa [In Russian].
5. Derevyanko, N. M. (1999). Osobnosti fotopeoredicheskoy reakcii amerikanskoj beloј babochki. *Vesnik Zoologi*, 3, 51–55. [In Russian].
6. Tertyshnyi, O. S. (1996). Ahrobiolohichne obgruntuvannia zakhystu yabluni, slyvy, ta chornoj smorodyny vid shkidnykiv v umovakh Skhidnoho Lisostepu. *Extended abstract of doctor's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
7. Rubtsov, L. I. (1999). *Roslyny v landshaftnii arkhitekturi*. Kyiv: AN URSSR [In Ukrainian].
8. Pavlenko, F. A. (1990). *Lisovi rosadnyky*. Kyiv: Derzhsilkhovzvydavnytstvo [In Ukrainian].
9. Driuchenko, M. M. (1991). *Zakriplennia i zalisennia piskiv*. Kyiv: Derzhsilkhovzvydavnytstvo [In Ukrainian].
10. Chernishev, A. A. (1998). *Proektirovanie, ustrojstvo i ekspluataciya vodozaderzhivayushih i vodoreguliruyushih valov*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
11. Bakalova, A., Tytarenko, V., Radko, V., Klymenko, T., & Trembitska, O. (2017). Improving the design elements of sprayers to improve technologies in the protection of black currant against pests. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(1 (87)), 4–10. doi: 10.15587/1729-4061.2017.101080
12. Bakalova, A. V., & Ivashchenko, I. V. (2017). Entomofahy v systemi upravlinnia shkidlyvistiю fitofahiv na polynu estrahonovomu. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnogo Ahroekolohichnogo Universytetu*, 1(1 (58)), 79–85. [In Ukrainian].
13. Bakalova, A. V., Hrytsiuk, N. V., Derecha, O. A., Boychuk, A. K., & Radko, V. G. (2019). *Tekhnolohiia kompleksnogo zakhystu ovochevykh kultur vid shkidlyvykh orhanizmiv u fermerskykh gospodarstvakh ta na prysadybnykh dilianках: praktychnyi posibnyk*. Zhytomyr: Ruta [In Ukrainian].
14. Bakalova, A. V., Tkalenko, H. M., Derecha, O. A., Borzykh, O. I., Hryniuk, N. V., & Podziubanchuk, V. O. (2019). Biolohichna stiikist sortiv smorodyny chornoj proty smorodynovoho brunkovoho klishcha v Polissi Ukrainy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, (11-12), 5–8. [In Ukrainian].
15. Bakalova, A. V., Tkalenko, H. M., Hrytsiuk, N. V., Derecha, O. A., & Shchepanivskyi, D. S. (2019). Fenolohichni osoblyvosti rozvytku smorodynovoi vuzkotiloi zlatky v nasadzhenniakh smorodyny chornoj v umovakh Polissia Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 65–71. doi: 10.31210/visnyk2019.03.08 [In Ukrainian].

16. Bakalova, A., Tkalenko, H., Hrytsiuk, N., Krukodera, Y., & Herasymchuk, D. (2020). Effectiveness of combined application of insecticides and complex fertilizers in the protection of black fragrance from summer pest in Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, 1, 5–8. doi: 10.36495/2312-0614.2020.01.5-8
17. Ruban, M. B. (Red.). (2009). *Praktykum iz silskohospodarskoi entomolohii : navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Aristei [In Ukrainian].
18. Ruban, M. B. (Red.). (2008). *Silskohospodarska entomolohiia: pidruchnyk*. Kyiv: Aristei [In Ukrainian].
19. Movchan, O. M., Ustinov, I. D., Markov, I. L., Sykalo, O. O., & Plyska, M. M., (2000). *Karantynni shkidlyvi orhanizmy*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].
20. Trybel, S. O. (Red.). (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 18.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бакалова А. В., Грицюк Н. В. Біологічні особливості розвитку американського білого метелика на ясені звичайному в умовах Житомирської області. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 51–57.

© Бакалова Алла Володимирівна, Грицюк Наталія Вікторівна, 2021

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

original article | UDC 635.655:633.634 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.07




NEW BREEDING FORMS OF SOYBEAN FOR FODDER PRODUCTION

L. H. Biliavska*

Yu. V. Biliavskiy

A. O. Diyanova

Yu. Ye. Harbuzov

ORCID  [0000-0003-3856-7718](https://orcid.org/0000-0003-3856-7718)ORCID  [0000-0002-8909-5127](https://orcid.org/0000-0002-8909-5127)ORCID  [0000-0003-2635-3659](https://orcid.org/0000-0003-2635-3659)ORCID  [0000-0001-8634-8355](https://orcid.org/0000-0001-8634-8355)Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: Bilyavska@ukr.net

How to Cite

Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Diyanova, A. O. & Harbuzov, Yu. Ye. (2021).
New breeding forms of soybean for fodder production. *Bulletin of Poltava State
Agrarian Academy*, (3), 58–65. doi: 10.31210/visnyk2021.03.07

Soybean is one of the promising, but insufficiently studied crops in fodder production. Its high productivity, early maturity and multipurpose use (flour, green fodder, bean cake, oilseed meal, hay, silage, protein concentrates, and soybean milk) confirm the high potential in strengthening the fodder base of livestock farming. The absence of pubescence on soybean plants is an extremely rare and valuable property for the effective use of such forms in fodder production. The importance of the unique soybean parent material without pubescence for the creation of new generation varieties for various uses was highlighted. Quantitative and qualitative seed indicators are important economic and valuable traits. The following generally accepted methods were used: scientific, special, laboratory and mathematical-statistical. Non-pubescent soybean lines, which have a combination of economically valuable traits and properties (high yield, large seeds, beans do not crack at ripening) were obtained by hybridization of non-pubescent forms with the best lines and varieties of Poltava selection. The qualitative composition of seed and green mass (oil, protein, fiber, ash, etc.) was analyzed in comparison with the national standards (Ustia, Yug-30, Annushka). The research results on the study of newly created, non-pubescent soybean lines, which had higher indicators of economic effectiveness than the standards had, were given. Much attention was paid to the fatty acid composition of oil in the seed of the studied varieties and lines. The results of evaluating varieties by the ratio of fatty acids were presented. This is important in order to obtain higher quality raw materials in fodder production. Thus, fifty non-pubescent lines exceeded Almaz and Adamos standard varieties by the indicators of economic effectiveness, in particular the fatty acid composition of oil. The peculiarities and breeding value of the newly created parent material without pubescence in selecting varieties for animal and poultry feed were determined on the basis of a detailed study of seed and green mass quality indicators of non-pubescent lines and the best varieties. Varieties without pubescence are absent in the Register of Plant Varieties of Ukraine.

Key words: soybean, absence of pubescence, varieties, lines, sources, fodder, oil, protein, fatty acid composition.

НОВІ СЕЛЕКЦІЙНІ ФОРМИ СОЇ ДЛЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА

Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський, А. О. Діянова, Ю. Є. Гарбузов
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Соя – одна з перспективних, але недостатньо вивчених культур у кормовиробництві. Висока продуктивність, скоростиглість і різностороннє її використання (борошно, зелений корм, жмих, шрот, сіно, силос, білкові концентрати, соєве молоко) підтверджує високі можливості у зміцненні кормової бази тваринництва. Відсутність опушення у рослин сої – надзвичайно рідкісна й цінна властивість для ефективного використання таких форм у кормовиробництві. Висвітлюється значення унікального вихідного матеріалу сої без опушення для створення сортів нового покоління для різних напрямів використання. Важливими господарсько-цінними ознаками при цьому є кількісні та якісні показники насіння. Застосовували загальноприйняті методи: наукові, спеціальні, лабораторні та математично-статистичні. Шляхом гібридизації неопушених форм із кращими лініями та сортами полтавської селекції отримані неопушені лінії сої, які мають комплекс господарсько-цінних ознак і властивостей (високу врожайність, крупне насіння, боби не розтріскуються при досяганні). Проведено аналіз якісного складу їхнього насіння та зеленої маси (білок, олія, протеїн, клітковина, зола та ін.) порівняно з національними стандартами (Устя, Юг-30, Аннушка). Наведено результати досліджень з вивчення новостворених неопушених ліній сої, що мали вищі, ніж у стандартів, показники господарської придатності. Особливу увагу приділили жирнокислотному складу олії в насінні досліджуваних сортів і ліній. Надано результати оцінювання сортів за співвідношенням жирних кислот, що є важливим для отримання більш якісної сировини у кормовиробництві. Так, 50 неопушених ліній перевищують за показниками господарської придатності сорти-стандарту Алмаз і Адамос, зокрема і за жирнокислотним складом олії. На основі детального вивчення якісних показників насіння та зеленої маси неопушених ліній та кращих сортів визначені особливості і селекційна цінність новоствореного вихідного матеріалу без опушення у виведенні сортів для годівлі тварин і птиці. У Реєстрі сортів рослин України сорти без опушення відсутні.

Ключові слова: соя, відсутність опушення, сорти, лінії, джерела, корми, олія, білок, жирнокислотний склад

Вступ

Значна зміна пріоритетів на ринку сої погіршує сучасний стан виробництва цінної традиційної культури, що безпосередньо відображається на створенні якісної кормової бази для тваринництва. З'являються всі підстави для вивчення в селекційному процесі сучасних сортів, нових форм і диких родичів культури [1], а також підтримка її різноманіття та генетичного потенціалу [2, 3]. Подальший прогрес селекції буде залежати від наявності у генофонді унікальних зразків [4]. Висока врожайність, скоростиглість обумовлює використання насіння сої після відповідної обробки, у вигляді екструдату, шроту, білкових концентратів. Зелена маса у складі силосу в годівлі тварин і птиці завжди забезпечує отримання високої продуктивності останніх [5, 6]. Згідно з В. Б. Енкен [7], різновидність неопушена *var. Nuda Enk.* – за відсутністю опушення є виключенням у межах виду культурної сої (типові форми – ВИР 83 (США), каталог ВИР 60 (Китай), сорт Цзян Шень-хэ) [8] Вони відрізняються низьким вмістом жиру – 15–17,3 % та високим – протеїну – 40,5–44 %. Відсутність опушення контролює домінуючий ген *P1* [9]. Наявність опушення на рослині сої контролює рецесивний ген *p1*, у домінуючому стані *P1* – рослина без опушення, наприклад, Кобра UD 0200651 Росія [10]. Такі зразки є цінним вихідним матеріалом для виведення сортів кормового (укісного) напряму використання [11–14].

Цінність соєвого корму залежить від умісту білка, жирів, вуглеводів і мінеральних речовин. Перетравність та рівень засвоюваності всіх поживних речовин в організмі тварин найвищими є за умови вмісту сирової золи в сухій речовині корму на рівні не менше, ніж 5–8 % і не більше, як 12 % [15]. Уміст клітковини згідно з ДСТУ 4684:006 та ДСТУ 4782:2007 повинен бути: 1 – не більш як 30 %, 2 – не більш як 33–35 %. В 1 кг насіння сої міститься 320–450 г протеїну, 21,9 г лізину, 4,6 г метіоніну, 5,3 г цистину, 4,3 г триптофану, 25,6 г аргініну, 7,6 г гістидину, 26,2 г лейцину, 17,6 г ізолейцину, 17 г фенілаланіну, 12,7 г треоніну і 18 г валіна. При переробці 1 т насіння сої видаляється 50 кг оболонки сої, а у 100 кг корму міститься 20,7 кг кормових одиниць, 3,5 кг перетравного протеїну. Різноманітний хімічний склад насіння сої дає змогу використовувати її для харчових, кормових і

технічних цілей [16]. Зола в організмі тварин сприяє дії ферментів і гормонів. Перетравність та рівень засвоюваності усіх поживних речовин корму в організмі тварин є найвищими за умови вмісту в сухій речовині корму сирої золи не менше 5–8 % [17] і не більше 12 % [18]. Клітковина стимулює розвиток і моторну функцію травного тракту. Корми, що мають високий вміст клітковини, є менш поживними. Чим ближче фаза розвитку до дозрівання, тим вище накопичується клітковини та зниження перетравності корму. Вміст клітковини відповідно до ДСТУ 4684: 2006 та ДСТУ 4782:2007 повинен бути: 1 – не більше 30 %, 2 – не більше 33 %, 3 – не більше 35 % [19, 20].

Мета наших досліджень передбачає створення форм (не опушених) та цінних селекційних зразків для використання в кормовиробництві в зоні Лісостепу України. *Об'єкт дослідження*: показники господарської придатності отриманих форм, гібридів та зразків, які відібрані для незалежного хімічного аналізу на якісний склад насіння та зеленої маси *Предмет досліджень*: соя, форми, сорти, гібриди, якість насіння.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження виконували в селекційній сівозміні дослідного поля Полтавської державної аграрної академії (нині – Полтавський державний аграрний університет) (2009–2016 рр.). Грунт – чорнозем опідзолений, вміст гумусу – 3,07–3,63 %, рН 5,8–6,0. Клімат м'який з нестійкими умовами зволоження. Застосовували загальні методи досліджень: польовий; підрахунково-ваговий (біометричні параметри, морфологічні, біологічні особливості сортів); лабораторний, статистичний, порівняльно-розрахунковий [21–25]. Досліджували сорти з НЦГРР України (м. Харків), сучасні сорти селекційних установ НААН України, селекційний матеріал лабораторії селекції, насінництва та сортової технології Полтавського державного аграрного університету МОН. Обробка даних – за допомогою описових статистик та дисперсійного аналізу у програмі Statistica 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Виділено високоврожайні неопушені лінії з різним кольором насінневої оболонки, тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю проти хвороб, біохімічним складом насіння і зеленої маси. Частина новостворених неопушених ліній, перевищували стандарт Юг-30 за урожайністю насіння – на 15–20 %, зеленої маси – 20–25 %, були стійкі до фузаріозу та бактеріозу – 9 балів, стійкі до осипання – 9 балів, з вегетаційним періодом – 100–120 днів. Попередній аналіз насіння вищезгаданих неопушених ліній показав, що вони суттєво відрізняються від зареєстрованих і перспективних сортів вмістом білка, олії та флавоноїдів. Так, аналіз вмісту жиру в насінні сої, ліній та сортів сої, що вивчається (2014–2016 рр.), показав достатній його вміст (рис. 1).

Із літературних джерел відомо, що вміст олії в зерні сої складає в середньому 19–21 %.

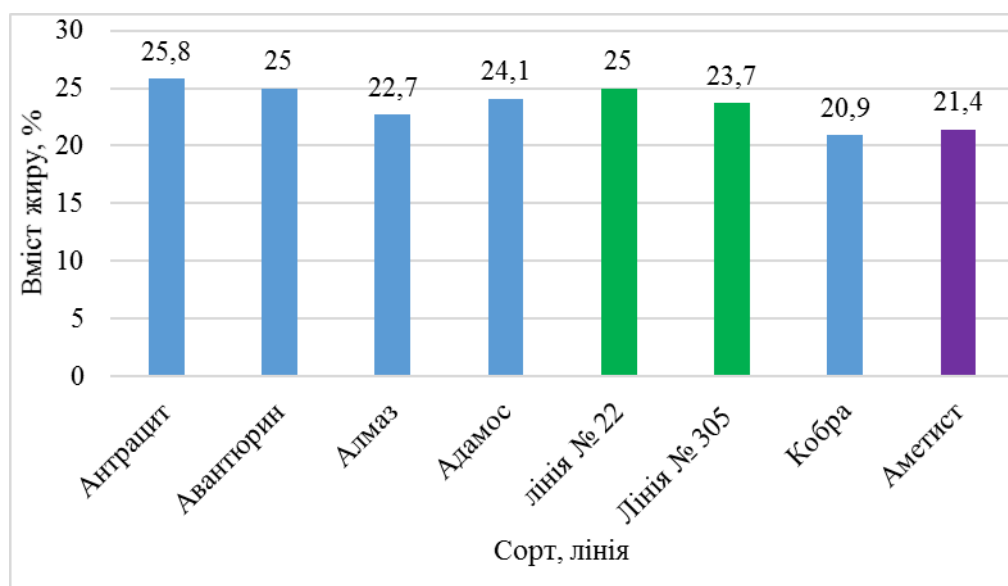


Рис. 1. Вміст жиру в лініях та сортах сої (ПДАУ, 2014–2016 рр.)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Мінімальний вміст олії спостерігали у зразка Кобра – 20,88 %. У лінії № 305 – 23,7 %, лінії № 22–25 % (неопушені). Високим вмістом олії відрізняються сорти Антрацит, Авантюрин, Адамос – 24,1–25,8 %. Узагалі, дані багаторічних аналізів щодо вмісту олії в насінні сої показують стабільно високі показники (результати досліджень надані Інститутом рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, Селекційним генетичним інститутом НЦНС НААН).

Аналіз зразків проведений лабораторією моніторингу якості кормів та сировини Інституту кормів НААН показав такі результати (рис. 2). Неопушені лінії (№ 1, № 2, № 3, № 8, № 9, Анаконда) за вмістом клітковини та золи не відрізнялися від сортів-стандартів (Устя, Юг-30, Аннушка), а в окремих випадках значно їх перевищують. У сортів сої відбувалися значні варіації за вмістом білка, який присутній у різних зразках та набором амінокислот. Середньостатистичні дані багатьох публікацій показують деякі коливання з показників їх енергетичної цінності [26, 27]: вміст протеїну в межах 33,21–38,0 %, клітковини – 4,14–6,0 %, золи – 4,16–5,0 %, жиру – 17,5–18,0 %. Тоді як у наших зразках вміст протеїну в насінні Анаконда, №1 і №9 були на рівні 36–37 % (у сортах та стандартах – на рівні 29,0–35,7 %. Досить високий вміст жиру спостерігали у № 2 і № 3 – 25,75–25,90 %.

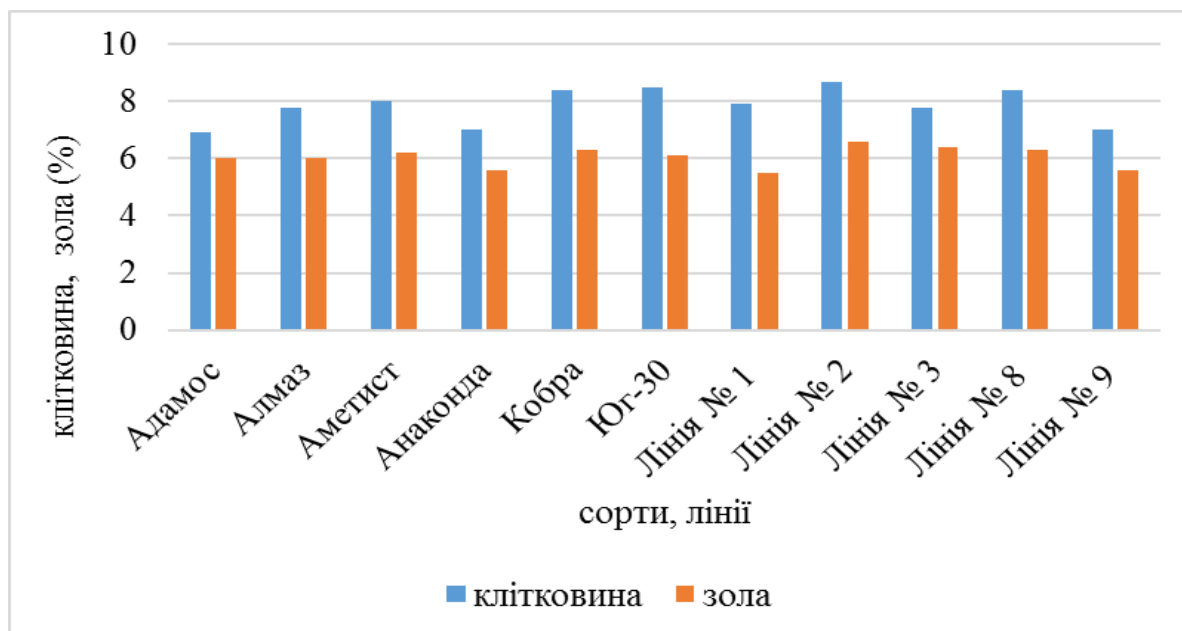


Рис. 2. Хімічний склад насіння сортів сої та неопушених ліній (клітковина, зола, %) Полтавської селекції у абсолютно сухій речовині (2014–2016 рр.)

У лабораторії моніторингу якості кормів і сировини (2016–2017 рр.) Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН проведено повний загальний біохімічний аналіз перспективних ліній. Проаналізовано вміст протеїну, жиру, золи, клітковини, БЕР (рис. 3 і 4).

За класифікатором [28], вміст білка у зеленій масі всіх зразків перебував у класі з дуже низьким показником – до 16 %. Вище 15 % мали зразки № 4, 5, 7, 8. Дуже низький показник був у зразка № 1. Вміст жиру у зразках був у межах 2,1–5,3 %. Максимальний вміст спостерігали у зразків 3 і 7 – 4,67–5,26 %.

Дуже низький вміст відмічено у зразка № 4, 5 і 8 (2,1–2,93 %). У неопушеного сорту Анаконда вміст протеїну був більше, ніж у сортів-стандартів, а олії – вищий, ніж у вихідної форми сорту Кобра.

Вміст золи у зразках сої був у межах 6,9–9,0 %. Вище 8 % золи відмічене у зразках № 1, 2, 6, 8. Аналізуючи вміст клітковини в зеленій масі (фаза наливу бобів) відмічене, що більше всього її було у зразків № 4, 5, 6.

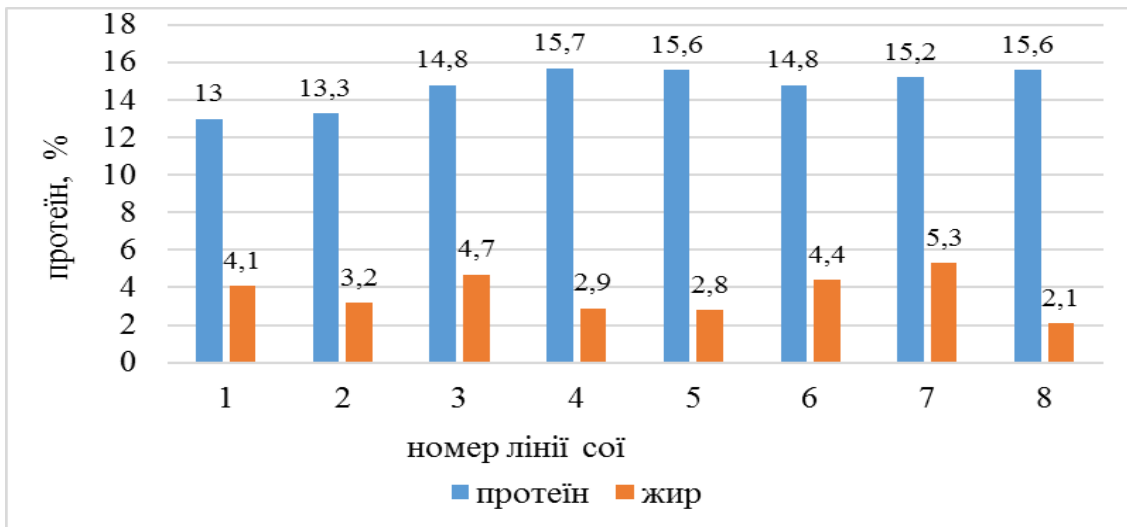


Рис. 3. Хімічний склад (протеїн, жир, %) цінних ліній у абсолютно сухій речовині зеленої маси (дані лабораторії моніторингу якості кормів і сировини (2016–2017 рр.) Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН)

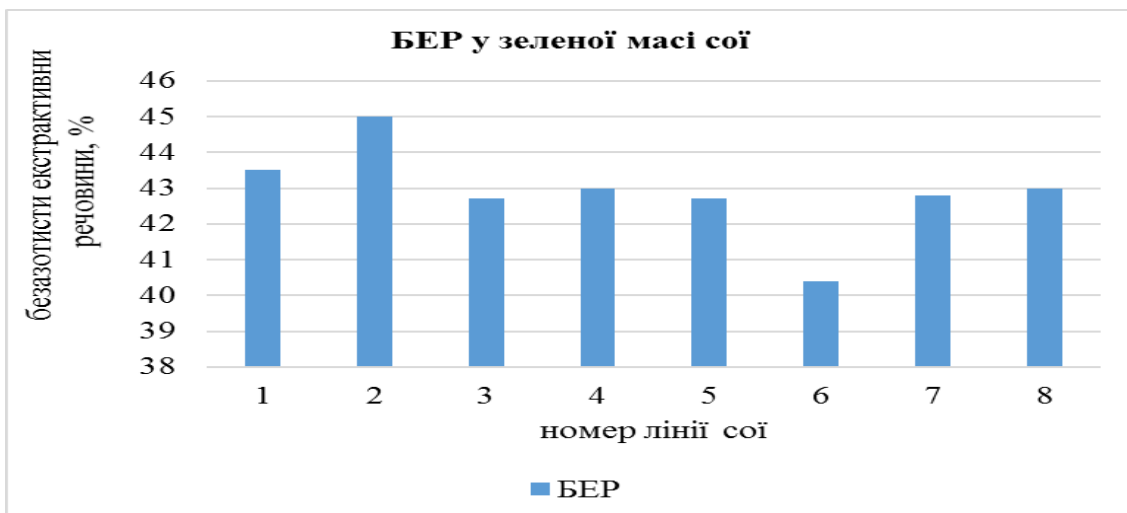


Рис. 4. Хімічний склад (БЕР, %) цінних ліній у абсолютно сухій речовині (дані лабораторії моніторингу якості кормів і сировини (2016–2017 рр.) Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН)

Жирнокислотний склад олії сучасних сортів сої не відповідає вимогам полноценного харчування [29, 30]. Високий вміст в олії гліцеридів насичених кислот (пальмитинової) підвищує ризик виникнення тромбозів і атеросклерозу [31], ліноленової – може призвести до функціональних аномалій [32, 33]. Вирішити ці питання може наявність різноманітного вихідного матеріалу та нові селекційні (неопушені) цінні зразки. На рис. 5 представлені результати якісного складу олії неопушених сортів Кобра і Анаконда. В українських сортів вміст пальмітату склав 9,81–11,79 % (зниженим вмістом відрізнялися сорти Устя і Кобра), пальмітолеїну – 0,10–0,21 %, стеарину – 4,31–4,96 %, олеату – 23,46–35,01 % (підвищений вміст – сорти Адамас і Алмаз), лінолету – 44,18–50,54 %, ліноленату – 5,45–7,28 % (мінімальний вміст – сорти Адамас і Алмаз).

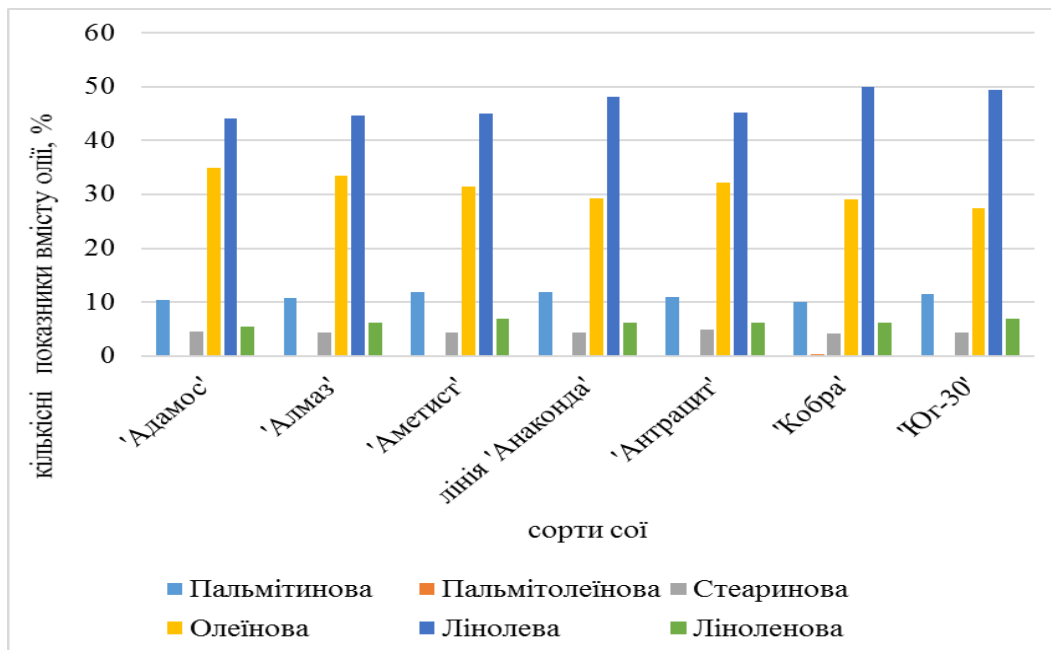


Рис. 5. Жирнокислотний склад олії в насінні сої різних сортів (2009 р.)

Нові неопущені лінії та сорт Анаконда потребують визначення їх систематичного положення і подальшого вивчення в різних ланках селекційного процесу з метою створення кормових сортів укисного та зернофуражного напрямку.

Висновки

Відсутність опушення – надзвичайно рідкісне й нетипове явище для ефективного використання відповідних сортів у кормовиробництві. Близько 50 неопущених ліній перевищують показники господарської придатності національних стандартів. Сорти Алмаз і Адамос відповідають вимогам для ефективного використання їх у кормовиробництві.

Перспективи подальших досліджень роботи в цьому напрямі. На основі детального вивчення якісних показників насіння сої та зеленої маси неопущених рослин будуть оптимізовані господарсько-цінні ознаки створених форм для подальшого включення їх до селекційного процесу з метою виведення сучасних сортів, внесення їх до Реєстру сортів рослин України та використання в системі кормовиробництва. Створення сучасних сортів нового покоління з комплексом господарсько-цінних ознак і якісним складом насіння може ефективно застосовуватися після їхньої переробки в кормовиробництві та забезпечити підвищення рівня продуктивності у тваринництві.

References

1. The European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR) is a collaborative programme among most European countries aimed at ensuring the long-term conservation and facilitating the increased utilization of plant genetic resources in Europe. Retrieved from: <https://www.ecpgr.cgiar.org/>
2. Camacho, L. H. (1981). Expanding the genetic potential of the soybean. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58 (3 (1)), 125–127. doi: 10.1007/bf02582316
3. Delannay, X., Rodgers, D. M., & Palmer, R. G. (1983). Relative Genetic Contributions Among Ancestral Lines to North American Soybean Cultivars. *Crop Science*, 23 (5), 944–949. doi: 10.2135/cropsci1983.0011183x002300050031x
4. Kirichenko, V. V., Ryabchun, V. K., & Boguslavskij, R. L. (2008). Rol genetichnih resursiv roslin u vikonanni derzhavnih program. *Genetichni Resursi Roslin*, 5, 7–13. [In Ukrainian].
5. Caldwell, B. E. (1973). *Soybeans: improvement, production and uses*. Madison: American Society of Agronomy.

6. Duke, J. A. (1981). *Handbook of legumes of world economic importance*. doi: 10.1007/978-1-4684-8151-8
7. Enken, V. B. (1959). *Soya*. Moskva: Gosudarstvennoe izdatelstvo selskohozyajstvennoj literatury [In Russian].
8. Keim, P., Diers, B. W., Olson, T. C., & Shoemaker, R. C. (1990). RFLP mapping in soybean: association between marker loci and variation in quantitative traits. *Genetics*, 126 (3), 735–742. doi: 10.1093/genetics/126.3.735
9. Nagai, I., & Saito, S. (1923). Linked factors in soybeans. *Japanese Journal of Botany*, 78 (5), 121–136.
10. Creagan, P. B., Jarvik, T., Bush A. L., Shoemaker, R. C., Lark, K. G., Kahler, A. L., Kaya, N., VanToai, T. T., Lohnes, D. G., Chung, J., & Specht, J. E. (1999). An integrated genetic linkage map of the soybean genome. *Crop Science*, 39 (5), 1464–1490. doi: 10.2135/cropsci1999.3951464x
11. Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *The British Journal of Nutrition*, 108 (2), S183–S211. doi: 10.1017/S0007114512002309
12. Havemeier, S. M., & Slavin, J. (2020). Pulses and legumes: nutritional opportunities and challenges. *Cereal Foods World*, 65 (2). doi: 10.1094/CFW-65-2-0021
13. Biliavska, L. H. (2010). Adaptability of soybean varieties of Poltava breeding in conditions of climate change. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 15, 33–38.
14. Bilyavska, L. G., Pilipenko, O. V., & Diyanova, A. O. (2012). Novostvoreni neopusheni formi soyi. *Genetichni Resursi Roslin*, 10/11, 140–145. [In Ukrainian].
15. Ahnen, R. T., Jonnalagadda, S. S., & Slavin, J. L. (2019). Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *Nutrition Reviews*, 77 (11), 735–747. doi: 10.1093/nutrit/nuz028
16. Biliavska, L. H. (2009). Suchasni napriamy ta zavdannia v selektsii soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 38–40. [In Ukrainian].
17. Himichnij sklad kormiv i fiziologichne znachennya pozhivnih rechovin u zhivlenni tvarin. In: «*Buklib*». Retrived from: <http://buklib.net/books/34139/>. [In Ukrainian].
18. Dmitrochenko, A. P., & Pshenichnyj, P. D. (1975). *Kormlenie selskohozyajstvennyh zhivotnyh*. Moskva: Kolos [In Russian].
19. *Tehnichni umovi: DSTU 4684: 2006. Sino. Chinnij vid 01-10-2007*. (2008). Kyiv: Derzhspozhivstandart [In Ukrainian].
20. *Tehnichni umovi: DSTU 4782: 2007. Silos iz zelenih roslin. Chinnij vid 01-01-2009*. (2009). Kyiv: Derzhspozhivstandart [In Ukrainian].
21. Metodiki ispytanj na OOS. In: *Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie «Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po icpytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij*. Retrived from: http://www.gosort.com/mtd_dus.html. [In Russian].
22. Ermakova, A. I. (Red.) (1972). *Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij*. Leningrad: Kolos [In Russian].
23. Prohorov, M. I. (1982). *Metody biohimicheskijh issledovanij*. Leningrad: Himiya, [In Russian].
24. Babych, A. O., Bakhmat, M. I., & Bakhmat, O. M. (2013). *Soia: ahroekologichni osnovy vyroshchuvannia, pererobky i vykorystannia: Navchalnyi posibnyk*. Kamianets-Podilskij: PP" Medobory-2006 [In Ukrainian].
25. Kirichenka, V. V. (Red.). (2010). *Specialna selekciya i nasinnictvo polovih kultur: navchalnij posibnik*. Kharkiv: IR im. V. Ya. Yur'yeva NAAN Ukrayini [In Ukrainian].
26. *European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs, 1st edition*. (1986). Beekbergen, the Netherlands : Spelderholt Centre for Poultry Research and Extension.
27. ALLEN, R. D. (1987). Ingredient analysis table: 1987 edition. *Feedstuffs*, 59 (31), 22–23, 25–30.
28. Kobyzieva, L. N., Riabchun, V. K., Bezuhla, O. M., Drepina, T. O., Driepin, I. M., Potomkina, L. M., Sokol, T. V., Bozhko, T. M., Sadovoi, O. O., & Biliavska L. H (2004). *Shyrokiy unifikovanyy klasyfikator Ukrainy rodu Glycine max. (L.) Merr*. Kharkiv [In Ukrainian].
29. Chubb, L. G. (1982). *Assessment of technical factors influencing infra red processing (I.R.P.) full fat soya beans. Technical report by Micronizing co. (U.K.)*. England: Ltd; Suffolk
30. Wiseman, J. (1983). Utilization of fullfat soybeans and soybeans oil meal in diets for livestock. *Conference on Soy Protein Utilization*, Madrid, Spain.

31. Khosla, P., & Sundram, K. (1996). Effects of dietary fatty acid composition on plasma cholesterol. *Progress in Lipid Research*, 35 (2), 93–132. doi: 10.1016/0163-7827(95)00014-3
32. Mounts, T. L., Warner, K., List, G. R., Kleiman, R., Fehr, W. R., Hammond, E. G., & Wilcox, J. R. (1988). Effect of altered fatty acid composition on soybean oil stability. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65 (4), 624–628. doi: 10.1007/bf02540691
33. Harvey, S., Bjerve, K. S., Tretli, S., Jellum, E., Røsbjerg, T. E., & Vatten, L., (1997). Prediagnostic level of fatty acids in serum phospholipids: omega-3 and omega-6 fatty acids and the risk of prostate cancer. *International Journal of Cancer*, 71 (6), 809–813.

Стаття надійшла до редакції 18.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Гарбузов Ю. Є. Нові селекційні форми сої для кормовиробництва. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 58–65.

© Білявська Людмила Григорівна, Білявський Юрій Вікторович,
Діянова Анна Олександрівна, Гарбузов Юліан Єгорович, 2021



original article | UDC 633.1:633.14:631.5/631.8 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.08

OPTIMIZING THE COMPONENTS OF HYBRID RYE GROWING PRACTICE IN POLISSIA

V. V. Moisiienko

T. M. Tymoshchuk*

O. P. Nazarchuk

T. V. Diakov

ORCID [0000-0001-8880-9864](https://orcid.org/0000-0001-8880-9864)ORCID [0000-0001-8980-7334](https://orcid.org/0000-0001-8980-7334)ORCID [0000-0003-4923-5348](https://orcid.org/0000-0003-4923-5348)ORCID [0000-0003-2374-657X](https://orcid.org/0000-0003-2374-657X)Polissia National University
7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: tat-niktim@ukr.net

How to Cite

Moisiienko, V. V., Tymoshchuk, T. M., Nazarchuk, O. P., & Diakov, T. V. (2021).
*Optimizing the components of hybrid rye growing practice in Polissia. Bulletin of
Poltava State Agrarian Academy*, (3), 66–73. doi: 10.31210/visnyk2021.03.08

The genetic potential of new winter rye hybrids can be implemented by optimizing their growing practice technology. The paper shows the results of yield estimation of F₁ hybrid of winter rye Helltop in comparison with Zabava variety. The impact of sowing time on the peculiarities of yield formation of hybrid winter rye as well as on grain quality indicators under the conditions of Polissia has been studied. It has been established that the crop capacity of hybrid F₁ of winter rye Helltop significantly exceeded that of Zabava variety, the average yield of which during the years of research made 5.7 t/ha, the grain yield gain equaled 2.2 t/ha. The mid-term of sowing (8th–15th of September) was the best one, as it provided the maximum yield of the hybrid winter rye grain – 5.7 t/ha. Under the early sowing time (1st–7th of September,) this indicator was by 12.3 % lower and under the late sowing time (16th–20th of September) it was by 29.8 % lower. Herewith, the grain quality of the hybrid rye changed significantly. Thus, the largest thousand-grain weight – 45 g and the grain hectoliter weight – 735 g were registered under a mid- sowing time. Spraying with Chlormequat-chloride and Medax Top retardants at the beginning of the plant leaf-tube forming (BBCH 30–32) favored the decrease of the plant height by 26–28 % and the lodging of the hybrid rye by 20 %. Double spraying of Helltop F₁ winter rye hybrid with Medax Top retardant at the stages of BBCH 30–32 and 37–39 decreased the plant height by 44 % and the lodging of the hybrid rye by 90 % as compared with the control. The application of retardants at the stage of BBCH 30–32 increased the grain yield by 1.5–1.7 t/ha as compared with the control. The maximal grain yield (5.7 t/ha) was received under double spraying of Helltop F₁ hybrid rye plants with Medax Top morpho-regulator at the stages of BBCH 30–32 and BBCH 37–39, which was 2.2 t/ha higher as compared with the control.

Key words: sowing time, retardants, grain yielding capacity, plants height, lodging, variety, BBCH scale.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДНОГО ЖИТА
В УМОВАХ ПОЛІССЯ

В. В. Мойсієнко, Т. М. Тимошук, О. П. Назарчук, Т. В. Дяков

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Генетичний потенціал нових гібридів жита озимого можна реалізувати завдяки оптимізації агротехнології їх вирощування. Наведено результати оцінки рівня урожайності гібриду F₁ жита

озимого Хеллтон порівняно із сортом Забава. Досліджено вплив строків сівби на особливості формування продуктивності гібридного жита і якісних показників зерна в умовах Полісся. Установлено, що гібрид F_1 жита озимого Хеллтон значно перевищував за продуктивністю сорт Забава, середня урожайність якого за роки досліджень становила 5,7 т/га, приріст урожаю зерна складав 2,2 т/га. Найкращим строком сівби був середній (8–15 вересня), який забезпечив максимальну врожайність зерна жита гібридного – 5,7 т/га. За умови раннього строку (1–7 вересня) цей показник був на 12,3 % меншим, а за умови пізнього строку сівби (16–20 вересня) – відповідно на 29,8 %. При цьому значною мірою змінювалася і якість зерна жита гібридного. За умови середнього строку сівби відмічена найбільша маса 1000 насінин – 45 г та натура зерна, яка складала 735 г. Обприскування посівів ретардантами Хлормекват-хлорид і Медакс Топ на початку виходу рослин у трубку (ВВСН 30–32) сприяє зменшенню на 26–28 % висоти рослин та на 20 % вилягання гібридного жита. Дворазове обприскування посівів жита озимого гібриду Хеллтон F_1 ретардантом Медакс Топ у фазах ВВСН 30–32 і 37–39 зменшує на 44 % висоту рослин і на 90 % вилягання порівняно з контролем. Унесення ретардантів у фазі ВВСН 30–32 збільшує на 1,5–1,7 т/га урожайність зерна порівняно з контролем. Максимальну урожайність зерна (5,7 т/га) отримано у разі дворазового обприскування посівів гібридного жита Хеллтон F_1 морфорегулятором Медакс Топ у фазах ВВСН 30–32 і ВВСН 37–39, що на 2,2 т/га більше порівняно з контролем.

Ключові слова: строки сівби, ретарданти, урожайність зерна, висота рослин, вилягання, сорт, шкала ВВСН.

Вступ

Одним із найбільш важливих завдань агропромислового комплексу України у сучасних економічних умовах розвитку аграрного сектору країни є стабілізація і збільшення виробництва кормового і продовольчого зерна, насамперед, провідних зернових культур [13–14, 22]. Серед зернових культур озиме жито займає особливе місце завдяки підвищеній конкурентній здатності до виживання в агроценозах, слабкого пошкодження шкідниками, відносної стійкості до хвороб, а також особливостям протистояти бур'янам і дії стресових факторів [8]. Озиме жито формує потужну розвинену кореневу систему з високою здатністю засвоювати поживні речовини і воду. Добре розвинені рослини витримують зниження температури на глибині вузла кущіння до -20 – -22 °C [24]. У зерні жита містяться повноцінні, багаті незамінними амінокислотами білки (особливо лізин), вітаміни А, С, Е і групи В. Незамінним цінним продуктом харчування є житній хліб, що обумовлено високими смаковими якостями і вмістом більш повноцінного, ніж у пшеничному хлібі, білка. Жито озиме перевершує за холодостійкістю і стійкістю до ґрунтової посухи інші зернові культури. Воно здатне успішно проростати на піщаних і малокультурених ґрунтах, де при відповідній агротехніці переважає за врожайністю пшеницю [6, 14, 24]. Умови Полісся сприятливі для формування високоякісного продовольчого зерна озимого жита [21]. Одним із найбільш перспективних шляхів збільшення виробництва зерна є створення і впровадження в аграрне виробництво високопродуктивних, з підвищеною адаптивністю до погодних чинників, відносно стійких до основних збудників хвороб, цінних за хлібопекарськими якостями гібридів жита озимого [13–14, 18]. Вирощування гібридного жита набуває значної популярності, особливо в європейських країнах [4, 6–7]. Кліматичні зміни України сприяють значному розширенню зони вирощування гібридів F_1 жита озимого [10].

Вирощування гібридів F_1 жита озимого забезпечує збільшення на 15 % виробництво валових зборів зерна порівняно із сортами без збільшення посівної площі [14]. Перевага гібридів жита озимого над сортами обумовлена максимально повним використанням ефекту гетерозису, отриманого від схрещування материнського та батьківського компонентів [3, 8, 14]. Високопродуктивні гетерозисні гібриди F_1 жита озимого на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності забезпечують підвищення урожайності зерна на 10–20 % порівняно із сортами-популяціями [1, 4, 9, 11].

Дослідження селекції з використання гетерозисного ефекту розпочалися близько 30 років тому в Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН після відкриття успадкування цитоплазматичної чоловічої стерильності в різноманітному вихідному матеріалі жита. Селекціонери інституту створили гібриди жита озимого – Первісток, Юр'івець, Слобожанець та інші [14]. Наразі дослідження з використання гетерозису в селекції жита озимого проводять у багатьох селекційних установах Європи та інших країнах [5, 6, 8]. Гібриди F_1 жита озимого є рослинами нового типу, що створені на основі стерильних та фертильних ліній з високою комбінаційною здатністю [1, 9].

Створено гібриди жита озимого з помірною висотою Синтетик 52 (5,42 т/га) та Синтетик 38 (5,87 т/га), що перевищує на 0,35 т/га і 0,80 т/га відповідно урожайність зерна стандарту – сорт Боротьба [19].

Основною перевагою гібридного жита порівняно з популяційними сортами є вища урожайність зерна, що обумовлена підвищеною продуктивною кущистістю, більш щільним продуктивним стеблостоем та більшою озерненістю колоса [8, 25]. Гібриди жита здатні забезпечувати вищу врожайність та якість зерна порівняно з нинішніми сортами навіть за умови менших норм висіву [14, 27].

Підвищена кущистість гібридного жита (коефіцієнт кущіння – 9 і більше) забезпечує краще покриття ґрунтової поверхні вегетативною масою, що перешкоджає росту і розвитку бур'янів. У результаті немає потреби застосовувати гербіциди. Варто також відмітити, що гібриди жита озимого більш вирівняні, стійкі до вилягання, однак за зимостійкістю поступаються селекційним сортам. Гібридне жито за стійкістю до збудників основних хвороб (борошнистої роси, бурої іржі, ріжок) не поступалося популяційним сортам [24–25]. У результаті досліджень встановлено, що гібриди F₁ жита озимого перевищують на 11,8 % врожайність батьківських форм та на 37,7 % сорт-стандарт Хлібне [20].

Сучасні гібриди жита озимого характеризуються високим генетичним потенціалом продуктивності, однак його реалізація у виробничих умовах залежить від погодних умов та технології вирощування [8]. Найбільш цінними для виробництва є сорти та гібриди, що здатні сформулювати максимальну біологічну урожайність зерна в мінливих екологічних умовах вирощування [10]. Вивчення впливу елементів агротехнології вирощування на урожайність зерна гібридного жита проводили вітчизняні і зарубіжні вчені [6–7, 14, 27]. Встановлено, що найбільшу урожайність зерна забезпечили сорти Хамарка (4,98 т/га) і Харківське 98 (4,81 т/га) при нормі висіву 4,0 млн шт./га схожих насінин, гібрид Юр'івець F₁ (5,20 т/га) при нормі висіву – 3,0 млн шт./га, а гібрид Харлей F₁ (5,40 т/га) – 5,0 млн шт./га [16].

Однак при використанні гібридного жита в сільськогосподарському виробництві необхідно зважати на деякі обмеження. Для найбільш повної реалізації генетично зумовленого потенціалу продуктивності гібридів необхідні більш родючі ґрунти і високий рівень агротехнології порівняно з вимогами до популяційних сортів. На бідних піщаних ґрунтах гібриди F₁ не завжди забезпечують приріст врожайності зерна без внесення мінеральних добрив порівняно з популяційними сортами. Вирощування потомства F₂ неефективне через зниження рівня гетерозису на 25–50 % залежно від гібриду. Також часто істотним обмеженням при вирощуванні деяких гібридів жита є нестача пилку, що призводить до череззерниці, особливо при дощовій погоді у період цвітіння і, як наслідок, до сильного ураження ріжками [24–25].

Одним із суттєвих недоліків жита озимого є схильність до вилягання. Серед факторів, що регулюються технологією вирощування і впливають на стійкість зернових колосових культур до вилягання найбільш вагомими є такі: сорт або гібрид, габітус рослини, густина посівів, потенційна урожайність [3, 18].

З огляду на біологічні особливості нових сортів, їх генетично обумовлену здатність до інтенсивних ростових процесів рекомендується уникати загущення посівів. Зазначене може привести до неконтрольованого вилягання і зменшення переваг нових сортів за урожайністю [16]. Відомо, що короткостебельні сорти озимого жита відносно стійкі до вилягання і, як наслідок, мають більш високу врожайність зерна хорошої якості [19, 25].

Підвищення адаптивності рослин до стресових абіотичних чинників і стабілізація їхньої продуктивності можливі завдяки застосуванню в технологіях вирощування сільськогосподарських культур регуляторів росту рослин [23]. Рістрегулюючі речовини забезпечують стимулювання неспецифічних реакцій рослин на стресори, що врешті-решт сприяє збільшенню урожайності зерна. Важливе значення серед них мають ретарданти [2, 15]. Регулятори росту ретардантного типу (морфорегулятори) здатні впливати на архітектуру рослини, змінюючи співвідношення між основною і побічною продукцією. Ретарданти не лише зменшують висоту рослин і зміцнюють стінки соломини, але й позитивно впливають на ріст і розвиток надземної та підземної частин рослин. Зазначене сприяє покращанню мінерального живлення, волого забезпечення рослин, оптимізації світлового та повітряного режиму в посівах, а також підвищенню рівня урожайності зернових культур з високими показниками якості зерна [2]. Озиме жито добре реагує на удосконалення агротехнології його вирощування, що підтверджено літературними даними [10, 16, 26]. Зважаючи на вищезазначене, вирішення проблем вирощування гібридних сортів жита в агропромисловому виробництві набуває пріоритетного

значення. *Метою* наших досліджень було з'ясувати особливості формування урожайності сучасних гібридів жита озимого залежно від строків сівби та застосування регуляторів росту рослин ретардантного типу в умовах Полісся.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в умовах ТОВ «КСАНТ – 2» Малинського району Житомирської області. Ґрунти дослідних ділянок дерново-підзолисті супіщані з такими показниками: вміст гумусу 1,7 %, азоту, що легко гідролізується (за Корнфільдом) – 70 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору (за Чіріковим) – 38 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чіріковим) – 51 мг/кг ґрунту, рН сольове – 5,6.

З метою оцінки рівня урожайності гібридного жита в умовах Полісся висівали гібрид Хеллтоп F₁ з рекомендованою нормою висіву 2,5 млн шт. схожих зерен на 1 га і сорт Забава з рекомендованою нормою висіву 3,0 млн шт. схожих зерен на 1 га.

Гібрид Хеллтоп (оригіна́тор – Дікманн ГмбХ і Ко. КГ, Німеччина) внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2012 р. Середньостиглий гібрид (278–336 днів), що характеризується стабільною якістю (вирівненістю зерна, високим числом падіння), посухостійкістю. Рослини середньорослі (92–148 см). Маса 1000 насінин 34–43 г. Середньостійкий до бурої іржі, борошнистої роси, стеблової іржі, слабкостійкий до снігової плісняви. Зимостійкість середня.

Досліджували три строки сівби гібридного жита Хеллтоп F₁ – 1–7 вересня (ранній), 8–15 вересня (середній), 16–20 вересня (пізній).

Ефективність застосування регуляторів росту рослин ретардантного типу в посівах гібридного жита Хеллтоп F₁ вивчали за схемою: 1. Контроль (без обробки); 2. Хлормекват-хлорид, 1 л/га (ВВСН 30–32); 3. Медакс Топ, 0,8 л/га (ВВСН 37–39); 4. Хлормекват-хлорид, 1 л/га (ВВСН 30–32) + Медакс Топ, 0,8 л/га (ВВСН 37–39).

Облікова площа дослідних ділянок становила 100 м², повторність досліду триразова, розміщення варіантів систематичне. Технологія вирощування жита озимого загальноприйнята для зони Полісся. Попередником була гречка посівна. Обприскування посівів гібридного жита ретардантами проводили у фазі виходу у трубку (ВВСН 30–32) та появи прапорцевого листка (ВВСН 37–39). При посіві гібридного жита у рядки вносили Діамофоску, гр., 100 кг/га (N₁₀P₂₄K₂₄). У період вегетації проводили підживлення за такою схемою: перше – по мерзло-талому ґрунту сумішшю Сульфат амонію, КР, 100 кг/га і Аміачна селітра, гр. (100 кг/га); друге – у фазі куціння Інтермаг зернові, кр. п. (1 л/га) + Сульфомаг, ВГ (5 кг/га); третє – у фазу виходу у трубку Карбамід, п. (10 кг/га) + Сульфомаг, ВГ (3 кг/га) + Інтермаг зернові, кр. п. (1 л/га); четверте – у фазі початок колосіння Карбамід, п. (10 кг/га). У фазі куціння посіви гібридного жита обприскували гербіцидом Агрітокс, РК, в.р. (1 л/га) та фунгіцидом Рекс Плюс, СЕ (1 л/га), у фазу виходу у трубку – Абакус, мк.е. (1,25 л/га) та на початку колосіння Оперкот Акро, КС (0,15 л/га).

Упродовж періоду вегетації жита озимого проводили спостереження за фенологічними фазами росту і розвитку рослин, обліки і аналізи відповідно до загальноприйнятих методик [17]. Облік урожаю жита озимого проводили шляхом збирання при вологості зерна 14–15 % та зважування зерна з кожної ділянки окремо. Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм.

Результати досліджень та їх обговорення

Висока врожайність та якість зерна жита озимого в умовах Полісся формується завдяки розробці та удосконаленню елементів адаптивної технології вирощування цієї важливої зернової культури. Незважаючи на стійкість жита до несприятливих погодних умов, невибагливість до родючості ґрунту, а також нечутливість до найбільш поширених хвороб продуктивність його значно зростає за умови проведення оптимальних строків сівби, норми висіву, удобрення та засобів захисту рослин, зокрема регуляторів росту рослин.

Наразі відбулися значні зміни у сортовому і гібридному складі жита озимого. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, наразі включено 23 сорти та 22 гібриди F₁ жита посівного озимого, які становлять 49 % [12]. Порівняльна характеристика жита озимого сорту Забава із гібридним житом Хеллтоп показує значну перевагу підвищення продуктивності на користь

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

останнього. За висіву в нормі 2 млн шт./га врожайність зерна становила 5,7 т/га, що перевищує цей показник у жита посівного на 38,6 % (табл. 1).

1. Оцінка рівня урожайності зерна жита озимого, середнє за 2019–2021 рр.

№ з/п	Культура	Норма висіву		Урожайність, т/га
		кг/га	млн шт./га	
1.	Гібрид Хеллтоп	80	2,5	5,7
2.	Сорт Забава	130	3,0	3,5

Результати досліджень та виробнича практика свідчать, що строки сівби сортів жита озимого варто розпочинати на 3–5 днів раніше від рекомендованих строків для пшениці озимої. Відомо, що гібридне жито швидко сходить восени та встигає до зими розкущитись, але не переростає навіть в умовах теплої зими. Однак строки сівби на сьогодні потребують вивчення. Результати проведених польових досліджень свідчать, що рівень урожайності озимого гібридного жита Хеллтоп значною мірою залежить від дотримання оптимальних строків сівби (табл. 1). Урожайність зерна за умови сівби жита гібридного у три строки в середньому за роки досліджень коливалася в межах від 4,0 до 5,7 т/га. Найменша врожайність (4,0 т/га) відмічена у пізній термін сівби, який був проведений у період 16–20 вересня. Ранній строк сівби (1–7 вересня) забезпечив 5,0 т/га. Найбільша урожайність виявлена за умови сівби жита у період 8–15 вересня і становила 5,7 т/га.

2. Урожайність та якість зерна гібридного озимого жита Хеллтоп залежно від строків сівби, середнє за 2019–2021 рр.

№ з/п	Строки сівби	Урожайність, т/га	Маса 1000 насінин, г	Натура, г/л	Число падіння, с
1.	Ранній – 1–7 вересня	5,0	40	700	210
2.	Середній – 8–15 вересня	5,7	45	735	270
3.	Пізній – 16–20 вересня	4,0	30	620	190

Примітки: НР₀₅ 2019 – 0,24 т/га; 2020 – 0,2 т/га; 2021 – 0,3 т/га.

Залежно від проведення сівби жита в різні терміни значно змінювалися і якісні показники зерна. Найбільша маса 1000 насінин виявлена за умови середнього строку сівби (8–15 вересня) і складала 45 г, що на 11,1 % більше від ранньої сівби та на 33,3 % від пізнього висіву.

Натура зерна жита гібридного коливалася в межах від 620 до 735 г, зміна показників якої була аналогічною відносно маси 1000 насінин залежно від строків сівби. При цьому значно змінювалося число падіння, яке було в межах від 190 с (пізня сівба) до 270 с (оптимальна сівба).

У посівах жита озимого з оптимальною густиною та з дещо загущеним стеблостоєм створюються умови для формування високої урожайності зерна, проте збільшується ризик вилягання рослин. Зазначене можна пояснити високою конкуренцією за абіотичні фактори життя (тепло і світло), що може призвести до витягування рослин у висоту. У посівах жита озимого з недостатньо міцними та видовженими стеблами невід'ємним елементом технології є внесення регуляторів росту ретардантного типу у фазі початок виходу у трубку (ВВСН 30–32) або поява прапорцевого листка (ВВСН 37–39) (рис. 1). Аналіз результатів досліджень свідчить, що обприскування посівів гібридного жита ретардантами Хлормекват-хлорид (1 л/га) і Медакс Топ (0,8 л/га) і на початку виходу рослин у трубку зменшує висоту рослин на 26–28 % відповідно порівняно з контролем. Вилягання рослин гібриду жита озимого Хеллтоп F₁ на зазначених варіантах зменшується на 20 % порівняно з посівами, де не проводили обприскування морфорегуляторами. Зменшення вилягання посівів гібридного жита озимого в разі обробки ретардантами у фазі ВВСН 30–32 можна пояснити кращим розвитком кореневої системи, зміцненням і потовщенням стінок стебла, підвищенням їх механічної жорсткості, а також укороченням 1–3 міжвузлів завдяки запобіганню лінійного витягуванню клітин.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

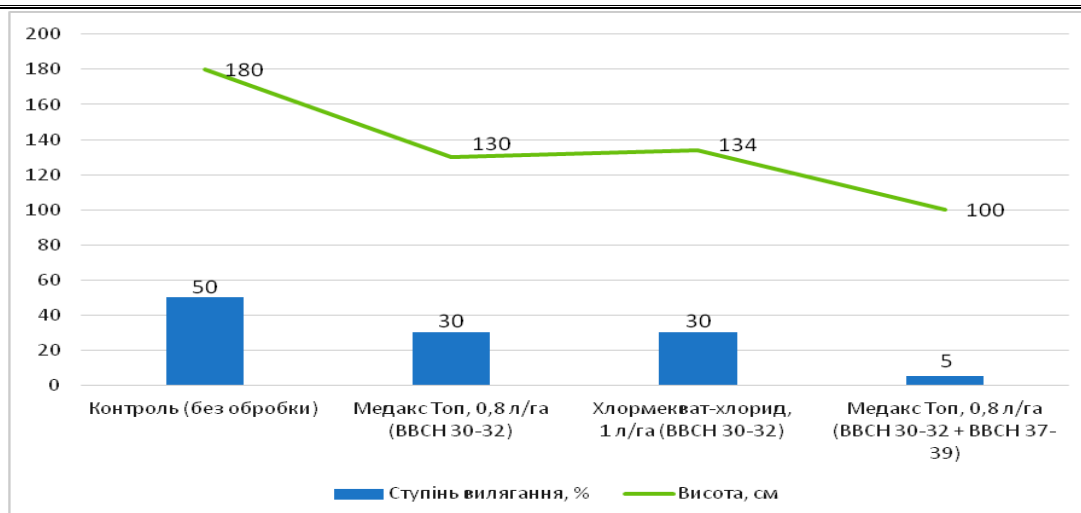


Рис. 1. Ефективність застосування регуляторів росту в посівах гібридного жита Хеллтон, середнє за 2019–2021 рр.

Максимальний рістрегулюючий ефект отримано за умови дворазового внесення у фазі початок виходу у трубку (ВВСН 30–32) і прапорцевого листка (ВВСН 37–39) ретарданту Медакс Топ з нормою витрати 0,8 л/га. Висота рослин зменшується на 44 %, а вилягання на 90 % порівняно з контролем. Дворазова обробка посівів гібридного жита ретардантом Медакс Топ на 23–25 % зменшує висоту рослин та на 83 % вилягання порівняно з одноразовим застосуванням морфорегуляторів.

Це можна пояснити тим, що внесення ретардантів у фазі прапорцевого листка (ВВСН 37–39) сприяє вкороченню довжини 3–5 міжвузлів і, як результат, значно зменшує висоту рослин. Зазначене підвищує стійкість рослин гібридного жита до вилягання в період наливу зерна та урожайності зерна (табл. 3). У результаті проведених досліджень встановлено, що обприскування посівів гібридного жита ретардантами Хлормекват-хлорид (1 л/га) і Медакс Топ (0,8 л/га) у фазі ВВСН 30–32 забезпечує підвищення урожайності зерна на 43–48 % порівняно з контролем.

3. Урожайність гібриду жита Хеллтон залежно від застосування регуляторів росту, середнє за 2019–2021 рр.

№ з/п	Варіант досліджу	Норма витрати, л/га	Фаза внесення за шкалою ВВСН	Довжина колосу, см	Урожайність, т/га	
					середнє	± до контролю
1	Контроль (без обробки)		–	7	3,5	–
2	Медакс Топ	0,8	ВВСН 30–32	10	5,2	+1,7
3	Хлормекват-хлорид	1	ВВСН 30–32	9	5,0	+1,5
4	Медакс Топ	0,8+0,8	ВВСН 30–32 + ВВСН 37–39	13	5,7	+2,2

Примітки: НР₀₅ 2019 – 0,2 т/га; 2020 – 0,16 т/га; 2021 – 0,18 т/га

Дворазове обприскування посівів гібриду Хеллтон F₁ ретардантом Медакс Топ у фазі виходу у трубку (ВВСН 30–32) і прапорцевого листка (ВВСН 37–39) підвищує урожайність зерна на 2,2 т/га порівняно з контролем та на 0,5–0,7 т/га порівняно з одноразовим внесенням морфорегуляторів.

Висновки

1. Завдяки вагомим перевагам та кліматичним змінам в Україні зона вирощування гібридного жита значно розширилась. Урожайність його в 1,5–2 рази перевищує показник звичайного жита озимого. Це інтенсивна культура, яка потребує розробки та удосконалення елементів сучасних технологій вирощування.

2. Кращим строком сівби гібриду F₁ жита озимого Хеллтон виявився середній (8–15 вересня), який забезпечив максимальну врожайність зерна високої якості – 5,7 т/га, що перевищує ранній і пізній строки відповідно на 12,3 % та 29,8 %.

3. Забезпечити оптимальну структуру високопродуктивних посівів гібридного жита озимого можна завдяки застосуванню ретардантів, що забезпечують інгібування біосинтезу гіберелінів (Медакс Топ і Хлормекват-хлорид). За умови одноразового застосування ретардантів у фазі ВВСН 30–32 гібридного жита зменшується на 26–28 % висота рослин і на 20 % вилягання посівів, а за умови дворазової обробки у фазах ВВСН 30–32 і 37–39 зазначені показники зменшуються на 44 і 90 % відповідно.

4. Дворазове обприскування посівів гібридного жита Хеллтоп морфорегулятором Медакс Топ у фазі виходу у трубку (ВВСН 30–32) і поява прапорцевого листка (ВВСН 37–39) забезпечує формування максимальної урожайності зерна – 5,7 т/га.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні продуктивності широкого спектру гібридів жита озимого та їхній реакції на інноваційні елементи адаптивних технологій вирощування.

References

1. Bohra, A., Jha, U. C., Adhimoolam, P., Bisht, D., & Singh, N. P. (2016). Cytoplasmic male sterility (CMS) in hybrid breeding in field crops. *Plant Cell Reports*, 35 (5), 967–93. doi: 10.1007/s00299-016-1949-3
2. Froment, M., & Mcdonald, H. (1997). Effect of a plant growth regulator regime on internode length and weight of tillers in conventional and hybrid rye and the impact of nitrogen on crop performance. *The Journal of Agricultural Science*, 128 (2), 143–154. doi: 10.1017/S0021859696004029
3. Geiger, H. H., & Miedaner, T. (1999). Hybrid Rye and Heterosis. In: J. G. Coors & S. Pandey (Eds.). *Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. (P. 280–281). ASA, CSSA, and SSSA Books. doi:10.2134/1999.geneticsandexploitation
4. Hansen, H. B., Møller, B., Andersen, S. B., Jørgensen, J. R., & Hansen, A. (2004). Grain characteristics, chemical composition, and functional properties of rye (*Secale cereale* L.) as influenced by genotype and harvest year. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (8), 2282–2291. doi: 10.1021/jf0307191
5. Laidig, F., Piepho, H. P., Rentel, D., Drobek, T., Meyer, U., & Huesken, A. (2017). Breeding progress, variation, and correlation of grain and quality traits in winter rye hybrid and population varieties and national on-farm progress in Germany over 26 years. *Theoretical and Applied Genetics*. 130 (5), 981–998. doi: 10.1007/s00122-017-2865-9
6. Linina, A., Kunkulberga, D., Kronberga, A., & Locmele, I. (2019). Winter rye grain quality of hybrid and population cultivars. *Agronomy Research*, 17 (2), 1380–1389 doi: 10.15159/AR.19.058
7. Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Impact of highly varying seeding densities on grain yield and yield stability of winter rye cultivars under the influence of delayed sowing under sandy soil conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63 (14), 1977–1992. doi: 10.1080/03650340.2017.1319048
8. Miedaner, T., & Laidig, F. (2019). Hybrid Breeding in Rye (*Secale cereale* L.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*, 343–372. doi: 10.1007/978-3-030-23108-8_9
9. Niedziela, A., Wojciechowska, M., & Bednarek, P. T. (2021). New PCR-specific markers for pollen fertility restoration QRfp-4R in rye (*Secale cereale* L.) with Pampa sterilizing cytoplasm. *Journal of Applied Genetics*, 25. doi: 10.1007/s13353-021-00646-z
10. Voloshchuk, O. P., & Dytso, O. V. (2014). Formuvannya urozhainosti zhyta ozymoho u Zakhidnomu Lisostepu. *Peredhirne ta Hirske Zemlerobstvo i Tvarynnystvo*, 56 (1), 22–26. [In Ukrainian].
11. Derevianko, V. P. (2000). Seleksiia hibrydiv zhyta ozymoho. *Seleksiia i Nasinnystvo*, 84, 35–39. [In Ukrainian].
12. Derzhavnyi reestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2021 rik. (2021). *Ministerstvo ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy*. Retrived from: <https://minagro.gov.ua/ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn-ukrayini> [In Ukrainian].
13. Yehorov, D. K., Tsyhanko, V. A., Derevianko, V. P., & Oliinyk, O. O. (2010). Osoblyvosti seleksii sortiv ta hibrydiv ozymoho zhyta. *Zbirnyk Naukovykh Prats Seleksiino-Henetychnoho Instytutu*, 16 (56), 104–109. [In Ukrainian].
14. Yehorov, D. K., Tsyhanko, V. A., Shtefan, O. O., & Oliinyk, O. O. (2012). Formuvannya tsenozu roslyn zhyta ozymoho na diliankakh hibrydyzatsii ta yoho vplyv na riven proiavu oznak produktyvnosti. *Seleksiia i Nasinnystvo*, 101, 30–37. [In Ukrainian].
15. Morhun, V. V. (Red.). (2009). *Retardanty – modyfikatory hormonalnoho statusu roslyn. Fizioloziia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku: u 2 tomakh*. Kyiv: Lohos [In Ukrainian].

16. Manko, K. M. (2011). Urozhainist suchasnykh sortiv i hibrydiv zhyta ozymoho zalezno vid fonu zhyvlennia ta norm vysivu. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 99, 178–184 [In Ukrainian].
17. Moiseichenko, V. F., & Eshchenko, V. O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Vyscha shkola [In Ukrainian].
18. Parii, F. M., Riabovol, L. O., & Riabovol, Ya. S. (2014). Aprobatsiia sposobiv otrymannia hibrydiv zhyta ozymoho za riznykh henetychnykh system kontrolovanoho rozmnozhennia. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 85, 8–12. [In Ukrainian].
19. Sen, O. V. (2002). Kombinatsiina zdattist linii ozymoho zhyta z dominantnym typtom korotkosteblosti. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho DAU*, 11, 21–25. [In Ukrainian].
20. Skoryk, V. V., & Buniak, O. I. (2009). Minlyvist ta dobir za kilkisnymi oznakamy u hibrydiv ozymoho zhyta z donorem korotkosteblosti HNOM 1. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 97, 102–112. [In Ukrainian].
21. Tymoshchuk, T. M., Chaika, O. V., Nychporuk, V. V., Oryshchuk, O. S., & Nychporuk, O. O. (2013). Sort yak faktor formuvannia stiikykh ahrotsenoziv zhyta ozymoho. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya «Ahronomiia i Biolohiia»*, 3 (25), 218–221. [In Ukrainian].
22. Tkachuk, V. P., & Tymoshchuk, T. M. (2020). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist pshenytsi ozymoi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3, 38–44. doi: 10.31073/agrovisnyk202003-05 [In Ukrainian].
23. Tkachuk, O. O. (2014). Ekolohichna bezpeka ta perspektyvy zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn. *Visnyk Vinnytskoho Politekhnicnoho Instytutu*, 3, 41–44. [In Ukrainian].
24. Urban, E. P., & Gordej, S. I. (2019). Osobennosti biologii i tekhnologii vyrashchivaniya gibridnoj rzhi. *Zemledelie i Zashchita Rastenij*, 6, 3–7 [In Russian].
25. Urban, E. P., & Gordej, S. I. (2018). Selekcija i problemy vzdelyvaniya geterozisnyh gibridov F₁ ozimoz rzhi v Respublike Belarus. *Izvestiya Nacional'noj Akademii Nauk Belarusi. Seriya Agrarnykh Nauk*, 56 (4), 448–455. [In Russian].
26. Furmanets, O. A., & Piddubniak, V. A. (2019). Influence of terms and doses of nitrogen fertilizers on winter rye yield under washing water regime. *Taurian Scientific Herald*, 1 (110), 194–199. doi: 10.32851/2226-0099.2019.110-1.24
27. Tsyhanko, V. A., & Yehorov, D. K. (2013). Normy vysivu i sposoby sivby v systemi pryskorenoho rozmnozhennia nasinnia heterozysnykh hibrydiv F₁ zhyta ozymoho v skhidnii chastyni Lisostepu Ukrainy. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 103, 206–212. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мойсієнко В. В., Тимошук Т. М., Назарчук О. П., Дяков Т. В. Оптимізація елементів технології вирощування гібридного жита в умовах Полісся. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 66–73.

© Мойсієнко Віра Василівна, Тимошук Тетяна Миколаївна, Назарчук Олег Петрович, Дяков Тарас Вікторович, 2021




original article | UDC 635.64:631.5:631.147:631.115.1(292.485:477) | doi: 10.31210/visnyk2021.03.09

GROWING TOMATOES BY USING ORGANIC FARMING METHODS IN PRIVATE SECTOR OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

T. O. Chaika*

ORCID  [0000-0002-5980-7517](https://orcid.org/0000-0002-5980-7517)

O. V. Barabolia

ORCID  [0000-0003-4123-9547](https://orcid.org/0000-0003-4123-9547)

T. O. Perepadchenko

T. I. Shapoval

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

*Corresponding author

E-mail: chayka_ta@ukr.net

How to Cite

Chaika, T. O., Barabolia, O. V., Perepadchenko, T. O., & Shapoval, T. I. (2021). Growing tomatoes by using organic farming methods in private sector of the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 74–81. doi: 10.31210/visnyk2021.03.09

Receiving high yields of tomatoes must not take place at the expense of decreasing their safety for human health, but on the contrary, it is the necessary precondition of using organic farming methods for their cultivation. As on the country's scale it still cannot be achieved, however it is possible to take care of tomatoes' environmental safety on private farms. Connected with the set purpose, the effectiveness of tomato cultivation in the village of Zachepylivka (Novi Sanzhary district, Poltava region) was considered. The methods of using organic farming methods in the private sector were studied taking into account tomato variety properties of early-ripening Etiud, Lada, Asteroid varieties and late-ripening Tytan variety. To improve the sowing qualities of tomato seeds, stimulate growth processes, increase plant stress-resistance, seed disinfection from pathogenic microorganisms, we conducted pre-sowing seed treatment with UV irradiation using ZW20D15W lamp type of 20 w capacity. Tomato seeds were sown in peat-manure pots, and VERMICON™ bio-humus was added in soil mixture, 20 % from the total weight. Taking into account cool spring, in order to increase cold endurance of tomato seedlings, their hardening was conducted. While planting tomatoes, considerable attention was paid to crop rotation, and seedlings were planted after cucumbers and onions, and farther away from potatoes in order to decrease the threat of blight infection. Low varieties (Tytan, Asteroid) were planted by wide-row method with 60 cm space between the rows and 30–40 cm in the rows. Higher tomato varieties (Etiud, Lada) were placed by 50x60 cm scheme. The studies of biometric indices of the above mentioned varieties after two months have shown that plants of Lada tomato variety are characterized by the largest height of the main stem, which corresponds to their variety peculiarities. The sufficient amount of moisture in the soil favored the growth of tomato shrubs of Asteroid and Tytan varieties 20 and 13 cm higher than their variety characteristics respectively. The stems are thicker in Tytan and Etiud varieties. Etiud and Tytan varieties have the longest leaf length (12 and 11 cm, respectively), while Lada and Asteroid varieties have equal leaf length (9 cm). Etiud, Tytan, and Asteroid varieties have the widest leaves. The studies of tomato yield potential have shown that Etiud variety has the largest number of tomatoes however they are not big by diameter and weight. Asteroid variety is characterized by the smallest number of tomatoes and sizes among other varieties, while Lada variety has by 40% more tomatoes and they are bigger than in other varieties. Thus, the following tomato varieties are the most suitable and high-yielding for cultivating by organic farming methods in the private sector of the Forest-Steppe of Ukraine: early-ripening Lada and Etiud varieties and late-ripening Tytan variety.

Key words: tomatoes, variety, organic farming, crop rotation, seedlings, yield.

**ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРІВ МЕТОДАМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
У ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Т. О. Чайка, О. В. Бараболя, Т. О. Перепадченко, Т. І. Шаповал
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Отримання високих урожаїв помідорів не повинно відбуватися через зниження їхньої безпеки для здоров'я населення, а навпаки – є необхідною передумовою використання методів органічного землеробства для їх вирощування. Оскільки це в масштабах всієї країни залишається поки що за межами досяжності, то в умовах приватного сектора є можливість у населення подбати про екологічну безпеку помідорів. Зважаючи на поставлену мету, було розглянуто результативність вирощування помідорів в умовах с. Зачепилівка (Новосанжарського району Полтавської області) за методами органічного землеробства у приватному секторі, враховуючи їхні сортові особливості: ранньостиглі сорти Етюд, Лада й Астероїд, пізньостиглий сорт Титан. Для покращення посівних якостей насіння помідорів, стимуляції ростових процесів, підвищення стресостійкості рослин, знезараження насіння від хвороботворних мікроорганізмів ми здійснили передпосівну обробку насіння УФ-опромінення лампою типу ZW20D15W потужністю 20 Вт. Насіння помідорів висаджувалося у торфоперегнійні горишки, до ґрунтосуміші яких було додано 20 % Біогумусу ВЕРМІКОН™ від загальної маси. Зважаючи на прохолодну весну, для підвищення холодостійкості розсади помідорів її загартували. При висаджуванні помідорів суттєво зважали і на сівозміну, тому висадили розсаду після огірків і цибулі, подалі від картоплі, щоб зменшити загрозу перезараження фітофторозом. Низкорослі сорти (Титан, Астероїд) висаджували широкорядним способом з відстанню між рядками 60 см, у рядках – 30–40 см. Більш високорослі сорти помідора (Етюд, Лада) розміщували за схемою 50х60 см. Дослідження біометричних показників зазначених сортів після двох місяців показало, що найбільшою висотою головного стебла характеризуються рослини помідорів сорту Лада, що відповідає їх сортовим особливостям. Достатність вологи у ґрунті сприяла росту кущів помідорів сорту Астероїд і сорту Титан вище за їх сортові характеристики на 20 і 13 см відповідно. Стебла товстіше у помідорів сортів Титан і Етюд. Найбільшу довжину листка мають сорти Етюд і Титан (12 і 11 см відповідно), тоді як сорти Лада й Астероїд мають однакову довжину листка – 9 см. Найбільш широкі листки у сортів Етюд, Титан і Астероїд. Дослідження потенційної врожайності помідорів показало, що найбільшу кількість плодів помідорів має сорт Етюд, однак вони є невеличкими за діаметром і вагою. Сорт Астероїд характеризується найменшою кількістю плодів та їх розмірами, тоді як сорт Лада має на 40 % більше плодів від нього з найбільшими розмірами серед інших сортів. Отже, найбільш придатними та врожайними для вирощування за методами органічного землеробства в приватному секторі в умовах Лісостепу України є такі сорти помідорів: ранньостиглі сорти Лада й Етюд, пізньостиглий сорт Титан.

Ключові слова: помідори, сорт, органічне землеробство, сівозміна, розсада, врожайність.

Вступ

Помідор – найпоширеніша культура в багатьох країнах світу та посідає провідне місце серед овочевих культур і в Україні. Серед овочевих культур у структурі посівних площ в Україні помідор займає перше місце (15,8 %), забезпечуючи найбільший обсяг вирощування – 20,7 %. Їх використовують для споживання свіжими населенням та для переробки.

Посівні площі помідорів 2020 р. в Україні становили 16,1 % всієї площі овочевих культур (74,9 тис. га), тоді як 2000 р. вони склали 20,6 % (107 тис. га). При цьому обсяг вирощених помідорів 2020 р. збільшився відносно 2000 р. майже вдвічі – з 1126,6 тис. га до 2250,3 тис. га (помідорів відкритого ґрунту відповідно – з 1020 тис. га до 2020,9 га). Отже, зменшення посівних площ помідорів не вплинуло на їх виробництво, що пов'язано з використанням сортів помідора, які є високоврожайними, високотоварними, стійкими до комплексу найбільш поширених хвороб і шкідників, та інтенсивними методами їхнього вирощування. Урожайність 2020 р. становила 300,1 ц/га [1], що у 2,8 рази більше від показника 2000 р.

За даними Державної служби статистики України видно, що динаміка вирощування помідорів у господарствах населення теж має відповідну динаміку 2020 р. відносно 2000 р.: зменшення посівних площ на 13,7 %, збільшення урожайності вдвічі, зростання виробництва помідорів у 1,8 рази.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Також доцільно відзначити показники вирощування помідорів у Полтавській області (табл. 1), на долю якої приходить до 5,7 % вирощування помідорів від загального обсягу в Україні та до 5 % площ, з яких їх зібрано. При цьому урожайність помідорів по області 2020 р. майже на 13 % нижче від загальної, тоді як у 2000 р. вона відставала на 48 %.

1. Аналіз вирощування та виробництва помідорів в Україні та, зокрема Полтавській області

Показники	2000 р.	2010 р.	2015 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.
1. Площа, з якої зібрано помідори, тис. га						
Україна	107	83,6	75,4	73,1	72,9	74,9
Полтавська обл.	5,1	3,8	4,4	4,7	4,8	4,9
Питома вага показника Полтавської області в загальному обсязі, %	4,8	4,5	5,8	6,4	6,6	6,5
2. Виробництво помідорів, тис. т						
Україна	1126,6	1824,7	2274,4	2324,1	2224,4	2250,3
Полтавська обл.	27,6	81,2	104,4	108,3	124,6	128
Питома вага показника Полтавської області в загальному обсязі, %	2,4	4,5	4,6	4,7	5,6	5,7
3. Урожайність помідорів, ц/га						
Україна	105,3	218,2	301,5	316,5	304	300,1
Полтавська обл.	54,4	213,2	235,6	229,4	260,5	261,3
Питома вага показника Полтавської області в загальному обсязі, %	51,7	97,7	78,1	72,5	85,7	87,1

Однак при цьому на безпечність помідорів, які користуються достатньо високим попитом у населення (особливо в літній сезон) для безпосереднього споживання та консервування, виробники не звертають уваги. Для них прибутки є важливіші, ніж безпечність продуктів харчування, здоров'я споживачів і зменшення забруднення навколишнього середовища [2].

Відомо, що екологічні фактори постійно впливають на людину, що виявляється на її здоров'ї, схильності до алергічних реакцій, рівні імунітету [3]. Оскільки овочі сьогодні продаються весь рік, то їхнє споживання містить небезпеку для здоров'я (хоча це може одразу й не проявитися) через перевищення в них вмісту нітратів і нітритів. Для вирощування тепличних овочів вигідніше використовувати азотні добривами та інші стимулятори росту, щоб отримати більш високі врожаї, ніж користуватися методами органічного землеробства. До того ж споживачі не завжди готові купувати екологічно безпечні овочі за ціною, що у 3–4 рази перевищує ціну звичайних [4].

Отже, населення може деякою мірою потурбуватися насамперед про себе, особливо сільські мешканці та власники присадибних ділянок, вирощуючи овочі та ті ж самі помідори за методами органічного землеробства. Додатково це сприятиме розвитку органічного виробництва та ринку органічної продукції для задоволення потреб нинішнього покоління, зважаючи на інтереси майбутніх поколінь [5].

Отримання якісної та безпечної овочевої продукції за органічної системи землеробства в межах окремих домоволодінь залежить від багатьох чинників, зокрема зберігання, доз та способів внесення органічних добрив, компостів і попелу й потребує постійного контролю. Оскільки за дослідженнями агроландшафтів у різних регіонах України з метою токсикологічної оцінки овочевої продукції було виявлено, що в умовах окремих домогосподарств сільських населених пунктів овочева продукція була забруднена важкими металами, однак відсутній вміст нітратів [6].

Метою статті є дослідження впливу методів органічного землеробства на біометричні показники та потенційну врожайність помідорів різних сортів у приватному секторі в умовах Полтавської області.

Завдання дослідження. Визначити особливості вирощування помідорів за методами органічного землеробства у приватному секторі в умовах Полтавської області. Дослідити біометричні показники та потенційну врожайність помідорів різних сортів за умов органічного землеробства, їх відповідність сортовим характеристикам. Визначити найбільш придатні сорти помідорів для вирощування методами органічного землеробства.

Матеріали і методи досліджень

Вирощування помідорів за умови органічної системи землеробства проводилося поточного 2021 р. в умовах с. Зачепилівка (Новосанжарського району Полтавської області). Домінуючими в межах села типами ґрунтів є чорноземи типові середньогумусні, чорноземи намиті, лучно-чорноземні та лучні ґрунти щонайбільше середньо- та важкосуглинкові. Ґрунтоутворюючими породами є переважно ліси та лісовидні суглинки. Чорноземи повнопрофільні відносяться до найбільш родючих земель і перебувають загалом під садибною забудовою та садово-городніми ділянками.

Для посадки ми використовували чотири сорти помідорів (ранньостиглі (100–105 днів від появи сходів до досягання перших плодів) та пізньостиглі (понад 120 днів) [7]), що мають такі сортові характеристики (табл. 2).

2. Сортова характеристика помідорів

Характеристика сорту	Етюд	Лада	Титан	Астероїд
Тип сорту	індетермінантний	індетермінантний	детермінантний	детермінантний
Кущ	високорослий, слабооблиствений	високорослий, слабооблиствений	компактний	компактний, середньо-облиствений
Висота куща, см	н/д	до 180 см	50–60	50–65
Маса плоду, г	180–200	до 350	80–120	160–200
Колір плоду	червоний			
Форма плоду	плоскоокруглі, багатокамерні	плоскоокруглі, слаборебристі	округлі	плескато-округлі, слаборебристі
Група стиглості	ранньостиглий	ранньостиглий	пізньостиглий	ранньостиглий
Урожайність	30–33 кг/м ²	15 кг/м ²	30 кг/м ²	6 кг/м ²
Умови вирощування	в усіх видах захищеного ґрунту, у відкритому ґрунті	відкритий ґрунт	відкритий ґрунт, тунелі, плівкові теплиці	відкритий ґрунт

Для покращення посівних якостей насіння помідорів (проростання та схожість [8, 9]), стимуляції ростових процесів, підвищення стресостійкості рослин [10], знезараження насіння від хвороботворних мікроорганізмів [11], що підвищує якість продукції та її врожайність [12–14] ми здійснили передпосівну обробку насіння УФ-опромінення лампою типу ZW20D15W потужністю 20 Вт [15]. Насіння розкладали в один шар на сітці з діаметром комірок 2 мм та опромінювали одночасно згори і знизу. Відстань від ламп до сітки з насінням становила 25 см. Брало до уваги досвід використання УФ-С опромінення для стимулювання насіння моркви [16], пшениці озимої [17], оптимальною була визнана доза 200 Дж/м².

Насіння помідорів висаджували у торфоперегнійні горщики, що забезпечувало високу економічну ефективність (плоди збираються на 20–30 днів раніше) та найкраще збереження кореневої системи розсади при її пересаджуванні разом з горщиком, де вона була вирощена. Ця розсада краще приживається, не затримується в рості і забезпечує одержання раннього і високого врожаю [18].

Дотримуючись вимог органічного землеробства до ґрунтосуміші, в горщики було додано 20 % Біогумусу ВЕРМІКОН™ від загальної маси. Склад ґрунтосуміші для виготовлення горщиків був такий: торф 60 % + Біогумус 20 % + дернова земля 20 %.

У відкритий ґрунт для найкращого приживання розсади помідорів було збережено кореневу систему та дотримано відповідних природно-кліматичних умов. Наприкінці травня температура повітря вдень підвищувалася до +25 °С, а вночі – від +10 °С, що є оптимальним для росту і розвитку рослини [19, 20].

Значну увагу при висаджуванні помідорів методами органічного землеробства було приділено сівозміні [21]. Найкращими у біологічному відношенні попередниками для помідорів є огірки, цибуля, капуста, що ми й взяли до уваги при посадці. Також розсаду помідорів розмістили на відстані від картоплі, щоб зменшити загрозу перезараження фітофторозом.

Низкорослі сорти (Титан, Астероїд) висаджували широкорядним способом з відстанню між рядками 60 см, у рядках – 30–40 см. Глибина висаджування – на 2–5 см глибше горщечка. Більш

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

високорослі сорти помідора (Етюд, Лада) розміщували за схемою 50х60 см. Садіння відбувалося у хмарну погоду або у другій половині дня, коли температура повітря знижувалася і кожен ямку поливали (до 0,5 л води, оскільки ґрунт був достатньо вологим). Після висаджування рослин ямки мульчували шаром сухого ґрунту 2–3 см, що зменшує випаровування вологи і створює сприятливі умови для приживання рослин.

У період вегетації догляд за рослинами полягав у систематичному розпушуванні міжрядь, виконанні бур'янів у рядках і поливах (рис. 1). Після утворення плодів стебло вилягає. Тому для помідорів була застосована колова культура (рис. 2).



Рис. 1. Догляд за помідорами методами органічного землеробства



Рис. 2. Колова культура для помідора сорту Етюд

Результати досліджень та їх обговорення

На початку серпня зроблено заміри біометричних показників помідорів за умов органічного землеробства (табл. 3).

3. Біометричні показники рослин помідорів, вирощених методами органічного землеробства у приватному секторі

Показник	Сорт			
	Етюд	Лада	Титан	Астероїд
Висота куща, см	86	153	109	78
Висота стебла, см	60	120	82	58
Товщина стебла біля кореневої шийки, мм	6	5	6	5
Маса стебла, г	174	223	190	171
Довжина листка, см	12	9	11	9
Ширина листка, см	5,5	3,5	6	5
Довжина кореню, см	25	33	27	20
Маса кореню, г	116	149	118	107

Найбільшою висотою головного стебла характеризуються рослини помідорів ранньостиглого сорту Лада, що відповідає їхнім сортовим особливостям. Також достатність вологи сприяла тому, що висота кущів помідорів ранньостиглого сорту Астероїд і пізньостиглого сорту Титан перевищують їхні сортові характеристики (табл. 2) приблизно на 20 і 13 см відповідно.

Стебла товстіше як у помідора пізньостиглого сорту Титан, так і ранньостиглого сорту Етюд.

За масою стебел найбільшими є ранньостиглий сорт помідора Лада, вагою 223 г, і пізньостиглий сорт Титан, що на 33 г легше. Тоді як ранньостиглі сорти Етюд і Астероїд мають незначні розходження у 3 г.

Найбільшу довжину листка мають помідори сортів Етюд і Титан (12 і 11 см відповідно), тоді як помідори сортів Лада й Астероїд мають однакову довжину листка – 9 см. До того ж найбільш широкі листки у помідорів сортів Етюд, Титан і Астероїд. Листки помідора ранньостиглого сорту Лада є найменшими – в межах 3,5 см.

За довжиною та масою коренів помідорів отримуємо відповідність до висоти куща – чим вищий кущ, тим довший і важчий його корінь. Отже, найбільший корінь має помідор ранньостиглого сорту Лада з його найбільшою вагою – 33 см і 149 г. Тоді як помідор ранньостиглого сорту Етюд і пізньостиглого сорту Титан мають майже відповідні показники кореня. Помідор ранньостиглого сорту Астероїд за найменшою висоти куща має найменші показники довжини та ваги кореня – 20 см і 107 г відповідно.

Для визначення потенційної врожайності помідорів різних сортів за умов органічного землеробства проведені заміри плодів (табл. 4).

4. Показники плодів помідорів, вирощених методами органічного землеробства у приватному секторі

Показник	Сорт			
	Етюд	Лада	Титан	Астероїд
Кількість плодів на кущі, шт.	35	7	18	5
Діаметр плоду, см	19	31	19	18
Вага плоду, г	94	387	103	67

За вищенаведеними даними видно, що найбільшу кількість плодів помідорів має ранньостиглий сорт Етюд, однак вони є невеликими за діаметром і вагою. Відповідного діаметру, але більшої ваги, на 9,6 %, має помідор пізньостиглого сорту Титан. До того ж кількість плодів у нього майже вдвічі менша. Помідор ранньостиглого сорту Астероїд характеризується найменшою кількістю плодів та їх розмірами, тоді як помідор ранньостиглого сорту Лада має на 40 % більше плодів від нього, а їх розміри є найбільшими серед інших сортів.

Доцільно зауважити, що помідори потребують проведення заходів проти колорадського жука та фітофторозу. В умовах органічного землеробства рекомендується проти колорадського жука застосовувати бітоксикацилін (20–30 г на 10 л води) у період відродження личинок і повторно через 5–7 днів.

Для захисту помідорів від фітофторозу можна використовувати: знезараження насіння 1 % розчином перманганату калію протягом 20 хв.; обприскування рослин 0,1 % розчином мідного купоросу або 1 % розчином бордоської рідини. Першу обробку проводять через 12–15 днів після висаджування розсади, наступні – за необхідності через 13–15 днів. Обприскування також проводять екстрактом часнику (на 10 л води 0,5 кг подрібненого часнику), або настоянкою (30 г подрібненого часнику на 10 л води), яку витримують протягом доби [23].

Оскільки ми обрали сорти помідорів, які стійкі до хвороб, також дотримувалися сівозміни та поруч вирощували цибулю і перець (подалі від картоплі як джерела колорадського жука), необхідності у вищезазначених заходах їхнього захисту не було.

Висновки

Отже, можна дійти висновку, що найбільш придатними та врожайними для вирощування за методами органічного землеробства у приватному секторі в умовах Лісостепу України є такі сорти помідорів: ранньостиглі сорти Лада й Етюд, пізньостиглий сорт Титан, сорт Лада дає змогу отримати помідори високих смакових якостей для споживання як свіжими, так і для усіх видів переробки. Помідори сорту Етюд мають гарні властивості для зберігання протягом 3–4 тижнів і збирають кистями. Помідори пізньостиглого сорту Титан придатні для споживання свіжими та можуть бути використані для консервування і переробки.

Перспективною подальших досліджень є вивчення впливу рідкого Біогумусу ВЕРМІКОН™ на врожайність помідорів у приватному секторі в умовах Лісостепу України.

References

1. Prokopenko, O. (Ed.). (2020). Roslynnnytstvo Ukrainy. *Statystychnyi zbirnyk*. Kyiv: Derzhstat [In Ukrainian].
2. Sirenko, N. M., & Chaika, T. O. (2012). Orhanichni produkty kharchuvannia u zabezpechenni prodovolchoi bezpeky Ukrainy. *Ekonomika APK*, 1, 43–48. [In Ukrainian].
3. Valeshchuk, B. (2015). Ekolohichni problemy rannoi ovochevoi produktsii. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia v systemi optymizatsii vidnosyn pryrody i suspilstva: materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii*. Ternopil [In Ukrainian].
4. Vdovenko, N. (2011). Perspektyvy vyrobnytstva ekolohichno chystoi produktsii na Ukraini: pohliad na problemu. *Kultura Bezpeky, Ekolohii ta Zdorovia*, 10, 30–33. [In Ukrainian].
5. Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do orhanichnogo vyrobnytstva, obihu ta markuvannia orhanichnoi produktsii: Zakon Ukrainy vid 10.07.2018 2496-VIII. (2018). *Vidomosti Verkhovnoi Rady*, 36, 275. [In Ukrainian].
6. Shkarivska, L. I., Davydiuk, H. V., Klymenko, I. I., & Dovbash, N. I. (2019). Tokyskolohichna otsinka yakosti ovochevoi produktsii za vyroshchuvannia v mezhakh selbyshchnykh terytorii. *Poiednannia nauky, osvity, praktychnoho vyrobnytstva i spravedlyvoho prodazhu yakisnoi orhanichnoi produktsii: materialy X mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Vinnytsia [In Ukrainian].
7. Perepadchenko, T. O., & Barabolia, O. V. (2021). Klimatychni umovy vyroshchuvannia tomativ v Ukraini. *Materialy studenskoj naukovoj konferentsii Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
8. Kondrat'eva, N. P., Duhtanova, N. V., Krasnoluckaya, M. G., Litvinova, V. M., & Bol'shin R. G. (2017). Kompaktnaya svetodiodnaya ul'trafiolietovaya obluchatel'naya ustanovka dlya predposevnoj obrabotki semyan hvoynyh rastenij. *Vestnik VIESKH*, 2 (27), 62–69. [In Russian].
9. Rupiasih, N. N., & Vidyasagar, P. B. (2016). Effect of UV-C radiation and hypergravity on germination, growth and content of chlorophyll of wheat seedlings. *AIP Conference Proceedings*. doi: 10.1063/1.4943730
10. Vikulov, S. V., & Nechaeva Yu. V. (2005). Vliyanie predposevnogo oblucheniya semyan ul'trafiolietom na stressovoustojchivost' prorstkov kukuruzy. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 10 (1), 20–21. [In Russian].
11. Araújo, S. de S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.00646
12. Neelamegam, R., & Sutha, T. (2015). UV-C irradiation effect on Seed germination, seedling growth and productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4 (8), 430–443.
13. Rajendiran, K., Thiruvaraman, K., & Vijayalakshmi, R. (2016). In vitro seed germination and growth of three varieties of black gram after Ultraviolet-B radiation. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 4 (1), 117–129. doi: 10.3126/ijasbt.v4i1.14718
14. Sugimoto, K. (2013). Seed germination under UV-B irradiation. *Bulletin of Minamikyushu University*, 43 A, 1–9.
15. Semenov, A., Kozhushko G., & Bala, L. (2015). Non-ozone germicidal lamps for units of photochemical and photobiological action. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (1(24)), 4–7. doi: 10.15587/2312-8372.2015.46953
16. Korotkova, I. V., Semenov, A. O., Marenych, M. M., & Sakhno, T. V. (2019). Vykorystannia ahronomichnogo potentsialu UF-S vyprominiuvannia dlia pidvyshchennia przedposivnykh yakosteï nasinnia morkvy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 1 (101), 47–52. [In Ukrainian].
17. Semenov, A., Korotkova, I., Sakhno, T., Marenych, M., Hanhur, V., Liashenko, V., & Kaminsky, V. (2020). Effect of UV-C radiation on basic indices of growth process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds in pre-sowing treatment. *Acta Agriculturae Slovenica*, 116 (1), 49–58. doi: 10.14720/aas.2020.116.1.1563
18. Stetsyshyn, P. O., Pyndus, V. V., & Rekunenko, V. V. (2011). *Osnovy orhanichnogo vyrobnytstva*. Vinnytsia: Nova knyha [In Ukrainian].
19. Shapoval, T. I., & Barabolia, O. V. (2021). Vplyv sortovykh osoblyvosteï pomidor na sposoby pererobky. *Materialy studenskoj naukovoï konferentsii Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].

20. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Ponomarenko, S. V., & Shapoval, V. F. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora*. Poltava [In Ukrainian].
21. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsypy. *Dim. Sad. Horod*, 6, 10–11 [In Ukrainian].
22. Barabash, O. Yu., Taranenکو, L. K., & Sych, Z. D. (2005). *Biologichni osnovy ovochivnytstva: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Aristei [In Ukrainian].
23. Antonets, S. S., Antonets, A. S., Pysarenko, V. M., Opara, M. M., Pysarenko, P. V., Chekrizov, I. O., Moskalenko, S. L., Lukianenko, H. V., Samorodov, V. M., Pysarenko, V. V., Hanhur, V. V., Diadechko, T. M., Nikolaieva, S. A., Pysarenko, Yu. H., & Tur, O. V. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti*. Praktychni rekomendatsii. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чайка Т. О., Бараболя О. В., Перепадченко Т. О., Шаповал Т. І. Вирощування помідорів методами органічного землеробства у приватному секторі в умовах Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 74–81.

© Чайка Тетяна Олександрівна, Бараболя Ольга Валеріївна, Перепадченко Тетяна Олександрівна, Шаповал Таїса Іванівна, 2021




original article | UDC 504.03 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.10

CONCEPTUAL DIRECTIONS IN REGIONAL MANAGEMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE SPHERE


P. V. Pysarenko

ORCID  [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)


M. S. Samoilik

ORCID  [0000-0003-2410-865X](https://orcid.org/0000-0003-2410-865X)

O. Yu. Dychenko*

ORCID  [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998)

Yu. A. Ts'ova

ORCID  [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)

D. M. Tretyakova

A. V. Podliesnyi

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

*Corresponding author

E-mail: kaf.ekol.pdaa@ukr.net

How to Cite

Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., Ts'ova, Yu. A., Tretyakova, D. M., & Podliesnyi, A. V. (2021). Conceptual directions in regional management of municipal solid waste sphere. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 82–90. doi: 10.31210/visnyk2021.03.10

The problem of waste management is extremely topical for the regions of Ukraine. Landfills occupy valuable agricultural land resources. Unauthorized landfills cause special danger. At the same time, the issues of reducing contaminated lands area, their restoration and return to agricultural production are relevant for scientific research. The aim of our study was to argument scientifically the optimization model in municipal solid waste management sphere in the region aimed at balancing two economic and environmental criteria: economic damage for the environmental pollution and total expenses for the functioning of MSW handling sphere. The directions have also been determined for handling municipal solid waste in the context of realization of social, economic and environmental strategies and recommendations regarding the improvement of financial and economic support have been given. On the basis of the proposed model the optimal ratio of ecological and economic criteria for the development of waste management in Poltava region has been determined. It has been substantiated that the development of MSW management sphere should be aimed at resolving the priority issues of: providing environmentally safe MSW management at maximizing recycling and market development of recyclable materials, minimizing waste formation. Solving these problems in the region should be performed in accordance with the main directions that are proposed to be carried out in three phases. The model will create the basis for determining strategic development directions in the given sphere within the implementation of social, economic and ecological strategy of the regional development. The conducted research is the basis for developing scientific principles and practical recommendations for the formation of a system for the restoration of contaminated areas and their return to agricultural production in Ukraine.

Key words: municipal solid wastes, sphere of waste management, region, strategy of development, financial and economic support, balanced development.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ СФЕРОЮ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, Ю. А. Цьова, А. В. Подлесний, Д. М. Третьякова
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Необхідним елементом соціально-еколого-економічної рівноваги регіону є ефективне функціонування сфери поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Проблема поводження з твердими побутовими відходами є надзвичайно актуальною для регіонів України. Звалища відходів займають цінні в сільськогосподарському значенні земельні ресурси. Особливу небезпеку створюють звалища твердих побутових відходів, які забруднюють землі сільськогосподарського призначення та створюють збитки докілью та сільському господарству. Водночас питання скорочення площ забруднених земель, утворення яких обумовлене звалищами відходів, їхнє відновлення і повернення до господарського обігу залишаються актуальними для наукового пошуку. Тому метою наших досліджень стало розробити оптимізаційну модель розвитку сфери поводження з ТПВ, спрямовану на збалансування двох взаємопротилежних критеріїв: економічного збитку за умови забруднення навколишнього природного середовища та загальних витрат на функціонування сфери поводження з ТПВ, а також створює основи для визначення стратегічних напрямів розвитку цієї сфери в контексті реалізації соціально-економічної та екологічної стратегії регіонального розвитку. На основі запропонованої моделі визначено оптимальне співвідношення екологічних та економічних критеріїв розвитку сфери поводження з ТПВ для Полтавської області. Визначені стратегічні напрями розвитку сфери поводження з твердими побутовими відходами в контексті реалізації соціально-економічної та екологічної стратегії та надані рекомендації щодо удосконалення її фінансово-економічного забезпечення. Обґрунтовано, що розвиток сфери поводження з ТПВ має бути направленим на розв'язання пріоритетних питань щодо: забезпечення екологічно безпечного поводження з ТПВ, максимальної утилізації відходів та розвитку ринку вторинної сировини, мінімізації утворення відходів. Запропоновані етапи розв'язання цих задач на регіональному рівні. Обґрунтовано вибір оптимальних технологічних рішень на місцевому рівні, визначено альтернативні сценарії. Отже, проведені дослідження є основою для розробки наукових засад та практичних рекомендацій щодо формування стратегії поводження з ТПВ для регіонального та місцевого рівня. Зокрема ці розробки мають стати основою подальших досліджень системи відновлення техногенно забруднених територій та повернення їх до господарського обігу регіонів України.

Ключові слова: *тверді побутові відходи, сфера поводження з відходами, регіон, стратегія розвитку, фінансово-економічне забезпечення, збалансований розвиток.*

Introduction

One of the conditions for sustainable territorial development is the social, ecological and economic balance in the region, which presents such a state of regional systems that provides economic growth, social stability and environmental safety in the region. The upsetting of this balance leads to the emergence of losses having different characteristic features: ecological, economic and social. An essential element of the social, ecological and economic balance in the region is effective functioning of municipal solid waste (MSW) management sphere.

The problem of achieving sustainable development in the region expands the sphere of human impact on the environment and intensifies the use of natural resource base, which inevitably brings the problem of rational using secondary resources to the fore. The region becomes a self-active economic agent, an active subject of competitive relations in the national and global economy. In a deeper sense, as V. I. Vernadsky noted in his studies, the solution of this problem requires creation of a new international order aimed at ensuring coordinated actions of the entire world community to avert environmental disaster, that is the transition to the noosphere development as intelligently managed co-development of human being, the society and nature, in which the satisfaction of vital needs of the population is made without prejudice for nature and future generations [1].

Today MSW management sphere in the region does not have systemic features, most likely it is a set of related but non-effective elements. Exactly under these conditions, the task of transformation of “a set of

elements” into the system becomes important through the development of MSW management system, covering all aspects of solid waste management: social, economic, technological, environmental and legal and their optimization. In this regard, the region can and should become the backbone “vehicle” of the state policy in this area and provide a purposeful wide range decision of the problems related to waste handling.

It should be mentioned that effective waste management problem has been solved to some extent in developed countries, in the first place in Europe. Though for example, “garbage crisis” of 2007–2008 in Naples showed that Western experts having great experience and scientific knowledge in the field of solid waste management cannot assert that the problem is completely solved [2]. As for Ukraine, primarily the sphere of waste management is in the state that has been inherited from the planned economy of the former Soviet Union. In recent years, a large number of works devoted to this problem has appeared in Ukraine, including the works by A. I. Bondar [3], V. Ye. Baranovsky, V. L. Piliushenko [4], O. V. Moroz, A. O. Sventykh [5], V. S. Mishchenko, G. P. Vyhovsky [6], V. V. Vambol [7], T. B. Hordovska [8], I. S. Yermeev, S. V. Marchuk [9], C. Singh [10], H. Il, N. Gui, H. Jee [11], Y. Yunjiang [12], and others. However, despite the significant scientific principles established by these and other scholars, their attention is focused mainly on the technical and technological aspects of the problem. At the same time, there is lack of scientifically based methods and mechanisms of effective management in this field. Poorly substantiated here is also economic leverage. Besides, the issues focused on getting the desired effect from the use of the potential waste management sphere, as a part of the total potential of the region’s economy and as a result of common actions of the participants of the wastes management sphere, have not yet received proper consideration up till now. That is, there is a need for comprehensive theoretical elaboration and practical improvement of MSW managing based on the parameters and the criteria of the region sustainable development in terms of spreading globalization.

The purpose of the research is to work out the optimization model of waste solid management aimed at balancing the two mutually contradictory criteria: economic damage for environmental pollution and total expenses for the functioning of MSW handling sphere. The model will create the basis for determining strategic development directions in the given sphere within the implementation of social, economic and ecological strategy of the regional development.

Materials and methods

The object of research is the field of solid waste management in the region. The theoretical and methodological basis of the study are the results of basic and applied research in the area of environmental security and regionalism, the provisions of the concept of sustainable development, scientific developments of Ukrainian and foreign scientists on the management of solid waste management. General scientific ecological and economic methods, in particular, became the methodological basis of the research monographic, comparative analysis, abstract-logical method, cartographic, and others [13–14].

Results and discussions

In Poltava region, the tendency of increasing MSW formation since 2000 has been observed, its composition, physical and chemical characteristics being diversified.

The annual MSW formation per capita has also increased (from 0.28 ton per person a year in 2005 to 0.56 ton per person a year in 2020). This is a common trend in Ukraine. Thus, the volume of the formed MSW in 2005 was 0.99 million m³, in 2015 it was 1.1 million m³, in 2020 it made 1.8 million m³ (1.6 times more than in 2005). A considerable part of MSW (34.11 %) is formed in Poltava and Kremenchuk. The coverage of the Poltava region population by collecting and removing waste services is 60 % on the average, for urban population it is 90 % and for rural –25 % [15].

Comparing with 2005 the content of polymer waste, glass, paper and cardboard waste in MSW has considerably increased. The reason for this is, in the first place, the increase in packing material and its diversity. At the same time, the volume of utilization of MSW valuable fractions does not exceed 5 % on the average. So, in 2020, the amount of collected waste paper was 9697.97 m³, of polymers – 8829.03 m³, and glass – 2734.15 m³ [15]. In fact, the collection of resource valuable fractions in the area of MSW collection is currently done in Myrhorod, the system is implemented in Kremenchuk, Khorol, Lubny, Poltava. Therefore, most of the resource valuable materials that make MSW are transported to the landfills and dumps and are sorted partially into separate groups. The amount of resource valuable components is not controlled.

Sorting out waste is not centralized and is done by hand with the assistance of other physical persons – entrepreneurs on a contractual basis. An important problem in this sphere is the off-gauge waste that cause the formation of unauthorized dumps [16].

Handling the collected MSW in Poltava region includes mainly the disposal method now. According to the State Administration of Environmental Protection of 1.01.2020, in Poltava region there were 566 authorized landfills and MSW dumps with a total area of 460.2 hectares, of which 131 have been certified and calculated. Today about 60 % of landfills do not meet the standards of environmental safety and more than 18.5 % are overloaded. The area of illegal dumps has also increased significantly. In 2005 the dumps were found with the total area of 18 hectares, in 2010 – 298 landfills with the area of 13.7 hectares, in 2019 – 411 dumps with the area of 60.2 hectares [17].

The carried out research in MSW handling sphere allows to single out the major problems in the field of waste handling in Poltava region. They are: particular constant increase in waste formation in the region, low utilization level of MSW landfills and the lack of correspondence of the majority of them to environmental health and safety standards, situations regarding waste handling in disorganized storage space is far from being satisfactory. On the whole, the situation in Poltava region in waste handling sphere is complex, it results in the loss of great amount of secondary materials and the shortfall of revenue from their utilization, the need for a permanent allocation of considerable amount of financial resources for building new waste grounds. The maintenance of the existing landfills and dumps in most cases create ecologically hazardous conditions in the areas of landfill.

The studies of current tendencies and the problems of solid waste handling in Poltava region testify to the necessity of working out the strategy of waste handling development sphere taking into account the interests of all stakeholders of this process [18-20]. Accordingly, the optimization model of waste solid handling development has been offered, it is aimed at balancing the two opposite criteria: economic damage from environmental pollution (D) and the total operation cost of the sphere (V):

$$V = \sum_{t=1}^T \left[\frac{1}{(1+i)^t} \cdot (A_t \cdot X_t + B_t \cdot Y_t + C_t \cdot Z_t + E_t + F_t) \right]$$

$$D = \sum_{t=1}^T \left(\left(\gamma \sum_{m=1}^M ER_m^A \cdot H_{\text{factor}_m}^A \right) + \left(\alpha \sum_{n=1}^N ER_n^W \cdot H_{\text{factor}_n}^W \right) \right) \cdot X_t + \left(\left(\gamma \sum_{m=1}^M EL_m^A \cdot H_{\text{factor}_m}^A \right) + \left(\alpha \sum_{n=1}^N EL_n^W \cdot H_{\text{factor}_n}^W \right) \right) \cdot Y_t,$$

where i – the discount rate;

t – functioning periods of MSW handling sphere per year;

A – processing costs, excluding profit from the sale of resource fractions (hryvnias/ton);

B – the cost of collecting and transportation of MSW (hryvnias/ton);

C – the disposal cost of MSW burial (hryvnias/ton);

X – MSW mass that goes to recycling (ton);

Y – MSW mass that is transported to the landfill (ton);

Z – total MSW amount that is removed, and the residue from recycling (ton);

E, F – the cost of putting the processing plant (station), waste ground into operation (hryvnias);

ER^A, ER^W – the emission of pollutant substances into water or the atmosphere in compliance with “recycling” technology (ton);

EL^A, EL^W – the emission of pollutant substances into water or the atmosphere in compliance with “burying” technology (ton);

$H_{\text{factor}}^A, H_{\text{factor}}^W$ – coefficients of pollutants relative harmfulness that enter the atmosphere and water;

γ, α – constant values that are determined considering inflation rate (hryvnias/ton);

m, n – the amount of pollutants entering the atmosphere and water.

On the basis of the proposed model, the optimal ratio of environmental and economic criteria for the development of waste management in Poltava region (Fig. 1) has been determined. The development of MSW management sphere should be aimed at resolving the priority issues of: providing environmentally safe MSW management at maximizing recycling and market development of recyclable materials, minimizing waste formation. Solving these problems in the region should be performed in accordance with the main directions that are proposed to be carried out in three phases (Figure 1-2).

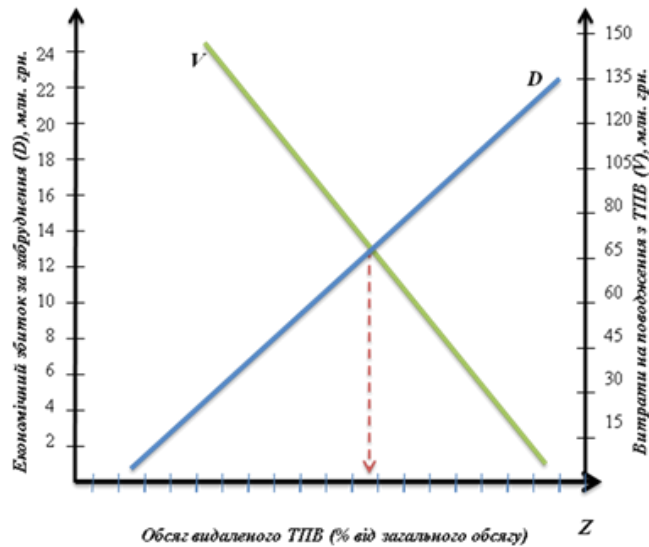
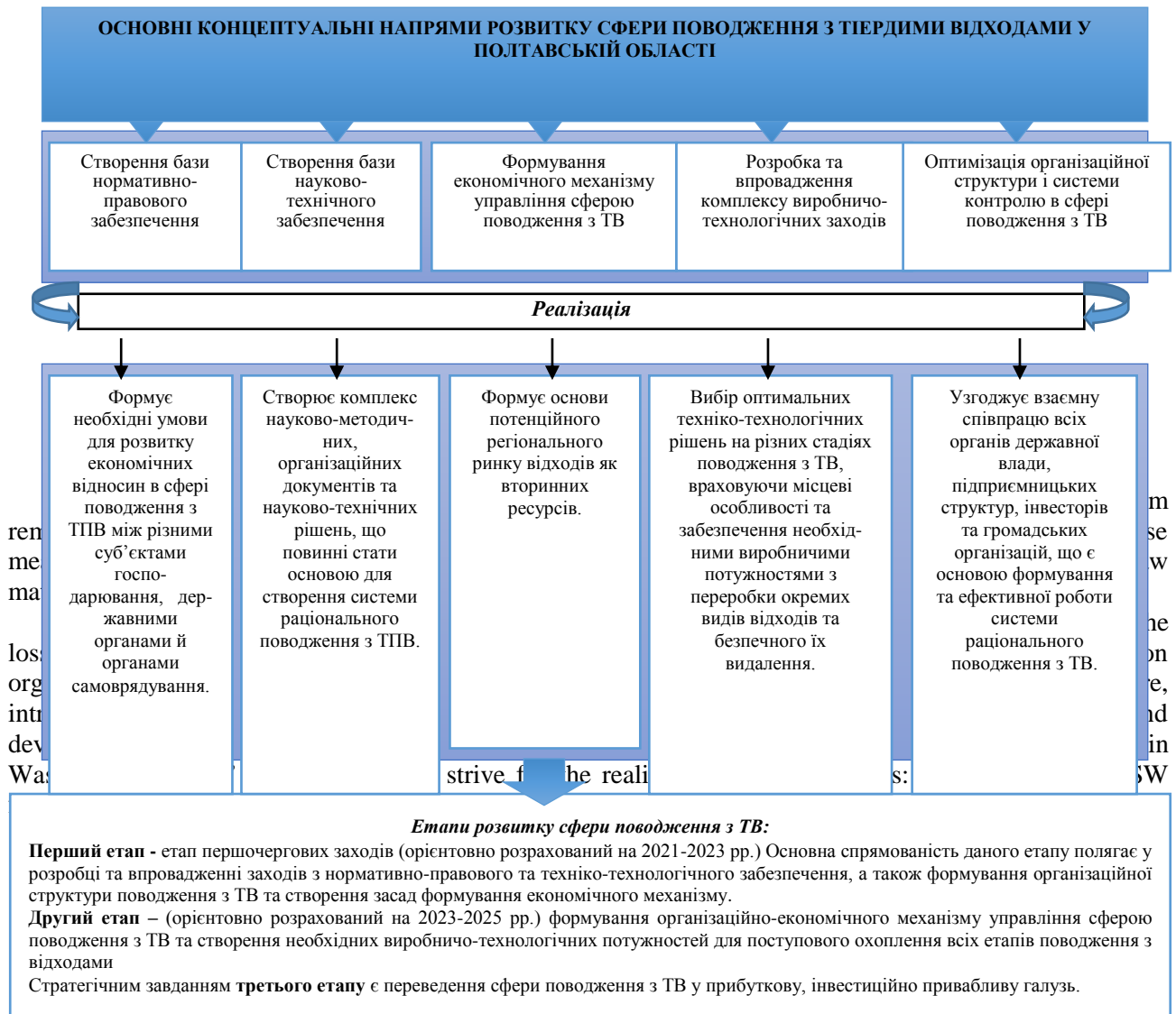


Figure 1. Optimal ratio of development criteria in MSW sphere in Poltava region



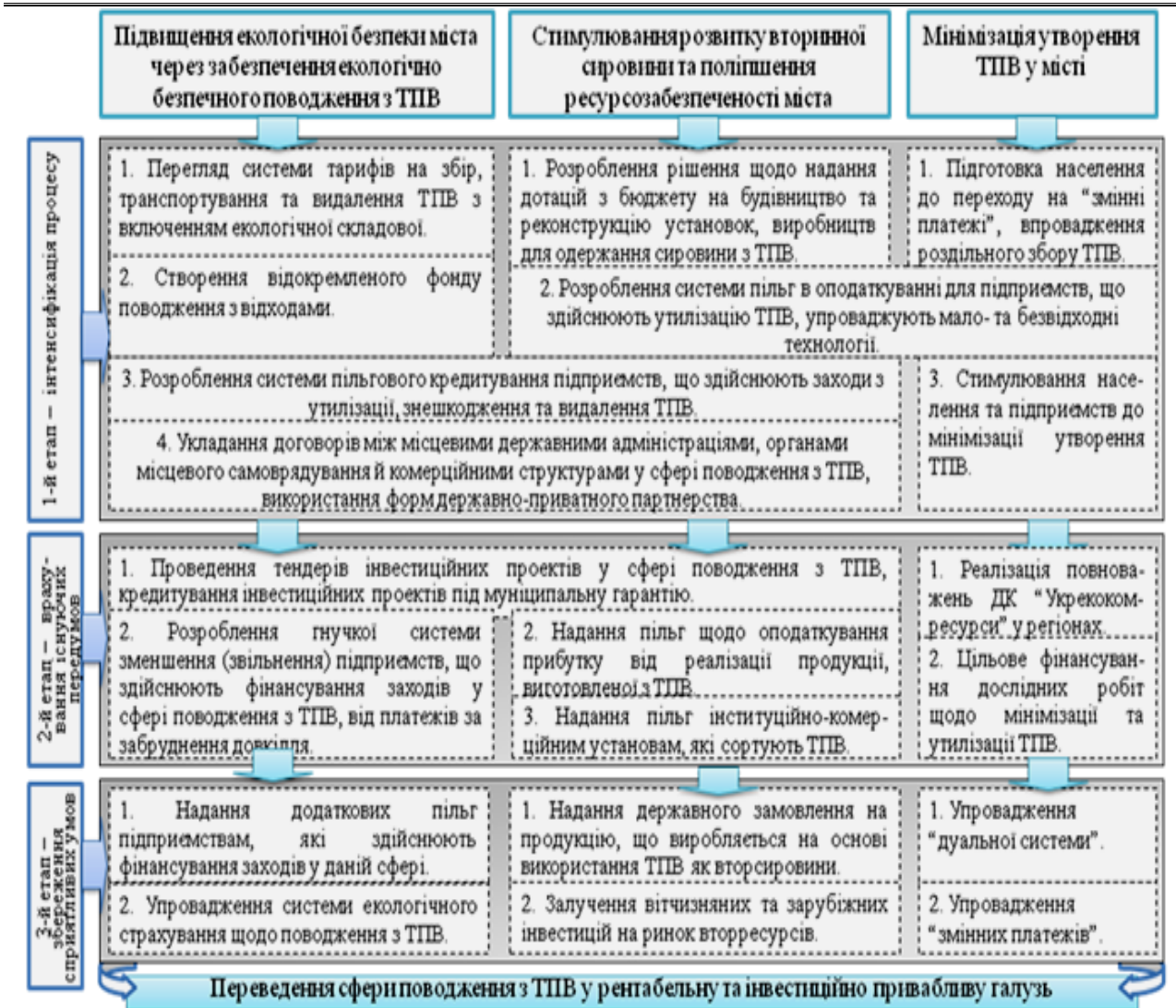


Figure 3. Differential approach to the selection of financial and economic measures providing the development of MSW sphere

The mentioned measures will have to be implemented in 3 stages: stage I – immediate measures aimed at intensifying the process, stage II – intermediate measures aimed at taking into account the existing conditions, stage III – long-term measures aimed at preserving the favorable conditions in certain target areas.

The choice of optimal technological solutions is involved in research with the studying the regional issues in this area. Scientists [20] conducted a number of investigations and identified alternative scenarios for the restoration of these areas on the example of Sencha village council (Fig. 4).

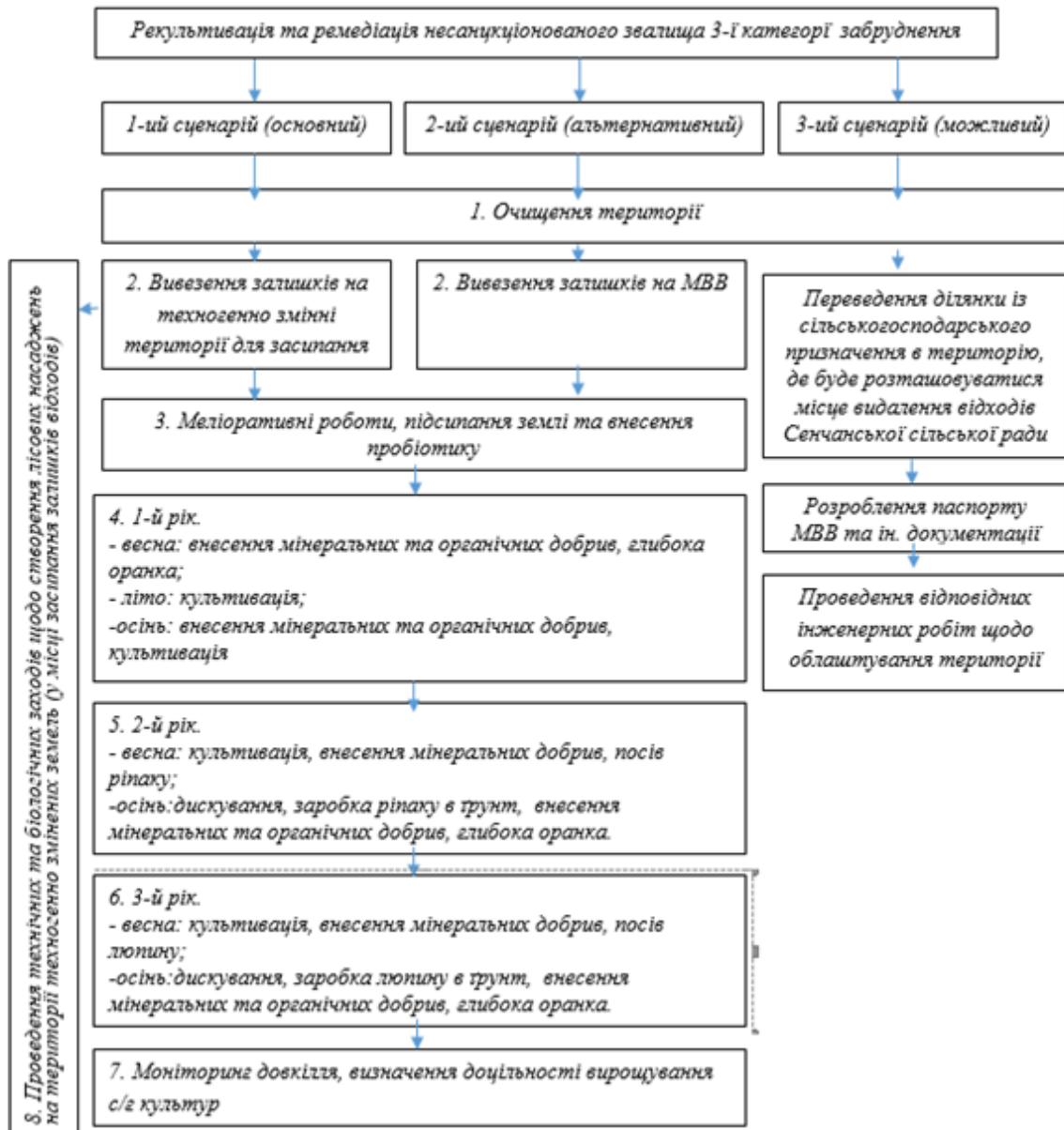


Figure 4. Possible options for reclamation and further use of the landfill [19]

Conclusion

The development strategy of MSW sphere allows to form an effective integrated waste management system that will enable to achieve the following results: creating legal, scientific and technical basis for the rational and safe waste management, developing economic instruments aimed at forming and developing waste market as secondary resources; improving organizational infrastructure for sustainable waste management; introducing a single system of accounting, control and management of MSW streams and establishing the system for monitoring the environmental state of solid waste disposal places; providing environmentally safe disposal of solid waste and creating trends for reducing “final wastes”, which are transported to the landfill; reducing unauthorized removal of solid waste and economic loss for the solid waste pollution; minimizing MSW formation; increasing waste utilization coefficient and investments in this given sphere, introducing separate collection system of solid waste; constructing waste sorting stations for the development of secondary resources market; providing population with services for collecting waste and with technical means of solid waste removal; creating capacities for the utilization of organic waste at composting plants.

Areas of further research. The conducted research is the basis for the development of scientific principles and practical recommendations for implementing the strategies for solid waste management at the regional and local levels. In particular, these developments should become the basis for further researching the system of the restoration of industry-related contaminated areas and their return to economic circulation in the regions of Ukraine.

References

1. Onishenko, V. O., & Samojlik, M. S. (2013). *Teoretiko-metodologichni zasadi upravlinnya sferoyu povodzhennya z tverdymi vidhodami na regionalnomu rivni*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].
2. Prokopenko, O. M. (Red.). (2019). *Statistichnij zbirnik «Dovkillya Ukrayini» za 2018 rik*. Kyiv [In Ukrainian].
3. Bondar, O. I., (Red.). (2008). *Upravlinnia vidkhodamy: vitchyzniani ta zarubizhnyi dosvid*. Kyiv: Aiva Plius Ltd, [In Ukrainian].
4. Piliushenko, V. L., Shkrabak, I. V., & Antipov, V. I. (2009). *Teoretyko-metodychni ta praktychni zasady upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy vysoko urbanizovanykh promyslovykh rehioniv: monohrafiia*. Donetsk: Tekhnopak, DonDUU [In Ukrainian].
5. Moroz, O. V., Sventukh, A. O., & Sventukh, O. T. (2003). *Ekonomichni aspekty vyrishennia ekolohichnykh problem utylizatsii tverdych pobutovykh vidkhodiv*. Vinnytsia: Universum [In Ukrainian].
6. Mishchenko, V. S., & Vyhovska, H. P. (2009). *Orhanizatsiino-ekonomichni mekhanizm povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini ta shliakhy yoho vdoskonalennia*. Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].
7. Vambol, V.V. (2016). Identyfikatsiia dzhherel formuvannia ekolohichnoi nebezpeky v mistsiakh nesanktsionovanoho nakopychennia vidkhodiv. *Visnyk Kremenchutskoho Natsionalnoho Universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 1 (96), 122–128. [In Ukrainian].
8. Hodovska, T. B., & Feshchenko, V. P. (2011). Ekolohistyka ta ekoloho-hihiienichniy analiz vplyvu na dovkillia polihonu TPV m. Zhytomyra. *Zbirnyk naukovykh statei III Vseukrainskoho zizdu ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu*, 1, 57–60 [In Ukrainian].
9. Yeremieiev, I. S., & Marchuk, S. V. (2015). Doslidzhennia vplyvu polihoniv TPV na zemli silskohospodarskoho pryznachennia. *Ahrosvit*, 15, 3–8. [In Ukrainian].
10. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating potential methane emission from municipal solid waste and a site suitability analysis of existing landfills in Delhi, India. *Technologies*, 5 (4), 62. doi: 10.3390/technologies5040062
11. 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
12. 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
13. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].
14. Cikunov, A. E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
15. 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
16. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Taranenko, A. O., & Sereda, M. S. (2021). Naukove obruntuvannia bioremediatsii zabrudnenykh nesanktsionovanykh zvalyshchamy vidkhodiv zemel. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 119, 264–272. [In Ukrainian].
17. Pisarenko, P. V., Samoylik, M. S., & Korchagin, O. P. (2019). Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 341, 012002. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012002
18. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., & Molchanova, A. V. (2018). Bioindykatsiina otsinka vplyvu misty vydalennia vidkhodiv na stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 88–92. doi: 10.31210/visnyk2018.01.15 [In Ukrainian].
19. Pysarenko, P. V., Taranenko, A. O., Chaltsev, D. V., Kakhykalo, O. O., Hryshyna, K. Ye., & Korchahin, O. P. (2020). Ekolohichni aspekty mizhrehionalnoi vzaiemodii u sferi povodzhennia z tverdymy

vidkhodamy (na prykladi prohramy rehabilitatsii zabrudnennykh zemel). *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 120–127. doi: 10.31210/visnyk2020.04.14 [In Ukrainian].

20. Prohrama povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy dlia Senchanskoï silskoï rady na period do 2029 roku. Retrived from: <http://www.kmu.gov.ua/> <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2019-08-19-000250-a> [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 02.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П.В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Цьова Ю. А., Подлесний А. В., Третьякова Д. М. Концептуальні напрями регіонального управління сферою поводження з твердими побутовими відходами. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 82–90.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Цьова Юрій Андрійович, Третьякова Дарина Миколаївна, Подлесний Андрій Володимирович, 2021



original article | UDC 504.054 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.11

RISKS AND HAZARDS DIAGNOSTICS OF IMPACT OF INDUSTRY-RELATED LANDS UNDER MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS ON FARMLANDS

M. S. Sereda

ORCID  [0000-0001-6934-2752](https://orcid.org/0000-0001-6934-2752)

Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: Seredam@pdaa.edu.ua

How to Cite

Sereda, M. S. (2021). Risks and hazards diagnostics of impact of industry-related lands under municipal solid waste landfills on farmlands. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 91–100. doi: 10.31210/visnyk2021.03.11

The problem of municipal solid waste (MSW) handling is extremely topical for the regions of Ukraine. Landfills occupy valuable farmland resources and pollute them, cause damage and losses to the environment and agriculture. Therefore, the purpose of our studies became forming the methodological bases of MSW landfills classification by the level of hazard for the adjoining areas with the aim of further selecting the method of these territories' improvement. It has been determined that the main threats of industry-related disturbed lands under MSW landfills are the following: the hazards of environmental and sanitary-hygienic nature; the hazards of economic and food nature; the threats of resource nature. Proceeding from the reason and consequence relation of the existing hazards of the impact of industry-related lands under MSW waste deposits on farmlands, a complex of indicators was developed which characterize the level MSW danger for the adjoining areas, the boundaries of assessing the level of MSW landfills' hazards for these territories by the integral mark were determined. Based on the conducted estimation of the level of MSW landfills' danger for the adjoining areas on the example of Poltava region, it has been established that 40% of the total number of MSW dumps are in the zone of pre-crisis condition; 53% are in the zone of crisis condition; and 7% of the total number are in the zone of critical condition. Taking into account that the majority of MSW landfills are located at a distance of less than 200 m away from farmlands (93%) and have pre-crisis, crisis or critical level of hazard for the adjoining areas, the unsolved problems in this sphere pose danger for the environmental and food security of these territories and sustainable development of agro-ecosystems. The implementation of the methodological approach enables to evaluate the level of MSW landfills' hazard for the adjoining areas of development, determine the main dangers and risks for farmlands located in the zone of MSW waste deposits' impact, and the directions to overcome them. Practical application of the developed methodology is possible within the framework of the program-target method while working out and implementing the national and regional programs, directed at improving the process of management of MSW handling sphere.

Key words: municipal solid waste (MSW), MSW landfill (waste deposit, dump), level of hazard, farmlands, industry-related disturbed areas.

ДІАГНОСТИКА РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ПІД ЗВАЛИЩАМИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ

М. С. Серета

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є надзвичайно актуальною для регіонів України. Звалища відходів займають цінні в сільськогосподарському значенні земельні ресурси та забруднюють їх, створюють збитки довкіллю та сільському господарству. Тому метою наших досліджень стало формування методичних засад класифікації звалищ твердих побутових відходів за рівнем небезпеки для прилеглих територій для подальшого вибору методу відновлення таких територій. Визначено, що основними загрозами впливу техногенно порушених земель під звалищами твердих побутових відходів на сільськогосподарські угіддя є такі: загрози екологічного та санітарно-гігієнічного характеру; загрози економічного та продовольчого характеру; загрози ресурсного характеру. Зважаючи на причинно-наслідковий зв'язок наявних загроз впливу техногенно порушених земель під звалищами твердих побутових відходів на сільськогосподарські угіддя сформовано комплекс показників, що характеризують рівень небезпечності звалищ твердих побутових відходів для прилеглих територій, визначені межі оцінювання рівня небезпеки звалищ твердих побутових відходів для прилеглих територій за інтегральною оцінкою. На основі проведеної оцінки рівня небезпеки звалищ твердих побутових відходів для прилеглих територій на прикладі Полтавської області встановлено, що у зоні передкризового стану перебуває 40 % від загальної кількості звалищ твердих побутових відходів; зоні кризового стану – 53 % від загальної кількості звалищ твердих побутових відходів; зоні критичного стану – 7 % від загальної їх кількості. Враховуючи, що більшість звалищ твердих побутових відходів знаходяться на відстані менше 200 м до сільськогосподарських угідь (93 %), та мають передкризовий, кризовий або критичний рівень небезпеки для прилеглих територій, невирішеність проблем у цій сфері створює небезпеку для екологічної й продовольчої безпеки цих територій та сталого розвитку агроєкосистем. Реалізація методичного підходу дає змогу оцінити рівень небезпеки звалищ твердих побутових відходів для прилеглих територій розвитку, визначити основні загрози та ризики для сільськогосподарських угідь, що знаходяться у зоні впливу звалищ твердих побутових відходів, та напрями їхнього подолання. Практичне застосування розробленої методики можливе в рамках програмно-цільового методу при розробці та реалізації національних та регіональних програм, спрямованих на поліпшення процесу управління сферою поводження з твердими побутовими відходами.

Ключові слова: *тверді побутові відходи, звалище твердих побутових відходів, рівень небезпеки, сільськогосподарські угіддя, техногенно порушені території.*

Вступ

Техногенне забруднення навколишнього середовища призводить до деградації екологічних систем, глобальних кліматичних і геохімічних змін, до регіональних і локальних екологічних криз та катастроф. Особливу небезпеку створюють санкціоновані та несанкціоновані звалища твердих побутових відходів, які забруднюють землі сільськогосподарського призначення та створюють економічні збитки довкіллю та сільському господарству. Досить часто на території звалищ ТПВ потрапляють відходи 1 і 2 класу небезпеки, що у подальшому створюють токсичне та мікробіологічне забруднення ґрунтів таких територій. Це призводить до ускладнення подальших розробок технологій очищення техногенно забруднених ґрунтів. Тому постає необхідність у подальшому вивченні питання комплексної оцінки та прогнозу екологічного стану звалищ ТПВ, зокрема визначення їх рівня небезпеки для навколишніх територій, з метою визначення методів рекультивативної техногенно забруднених територій та повернення їх до господарського обігу [1–3].

Аналіз досліджень з оцінки стану місць видалення відходів показав, що вони, як правило, відносяться тільки до поточного стану окремих компонентів системи «полігон / звалище ТПВ» [4–5]. Відповідно на сьогодні основними показниками, які використовуються при оцінці рівня небезпеки звалищ ТПВ є інженерно-технічні показники: обсяги захоронення ТПВ, роки експлуатації, рівень заповнення тощо. В деяких роботах використовуються результати хіміко-токсикологічного аналізу звалищ ТПВ [6–7], але питання оцінки їх фактичного впливу на навколишні території, зокрема сільськогосподарські угіддя, недостатньо опрацьовані. Також при оцінці рівня небезпеки звалищ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

ТПВ не враховуються фактичні збитки та екологічні ризики від забруднення довкілля. Все це актуалізує дослідження впливу звалищ ТПВ на прилеглі території та розробки відповідного методичного забезпечення.

Метою проведення наших досліджень стало сформувані методичні засади класифікації звалищ твердих побутових відходів за рівнем небезпеки для прилеглих територій з метою подальшого вибору методу відновлення цих територій.

Матеріали і методи досліджень

Хімічний аналіз проб атмосферного повітря, ґрунту та води проводили в лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАУ (свідоцтво про атестацію № 042-19) згідно з методиками МВВ 081/12-0648-09, МВВ 081/12-0649-09, МВВ 081/12-0416-07, МВВ 081/12-0455-07, МВВ 081/12-0413-07, МВВ 081/12-0652-09, МВВ № 081/12-0117-03, МВВ 081/12-0645-09, ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019, РД 52.04.186-89 [8–9].

Результати досліджень та їх обговорення

Основними загрозами впливу техногенно порушених земель під звалищами ТПВ на сільськогосподарські угіддя є: загрози екологічного та санітарно-гігієнічного характеру (через забруднення компонентів довкілля – ґрунти, поверхневі і підземні води, атмосферне повітря); загрози економічного та продовольчого характеру (вилучені землі із сільськогосподарського обігу, необхідні витрати на покриття збитків за забруднення довкілля від місць видалення ТПВ, погіршення якості продукції, що вирощується на сільськогосподарських землях біля звалищ ТПВ); загрози ресурсного характеру (втрата ресурсної якості компонентів довкілля – ґрунту, води, повітря; втрата вторинних ресурсів, які не використовуються у господарському обігу) (рис. 1, табл. 1).

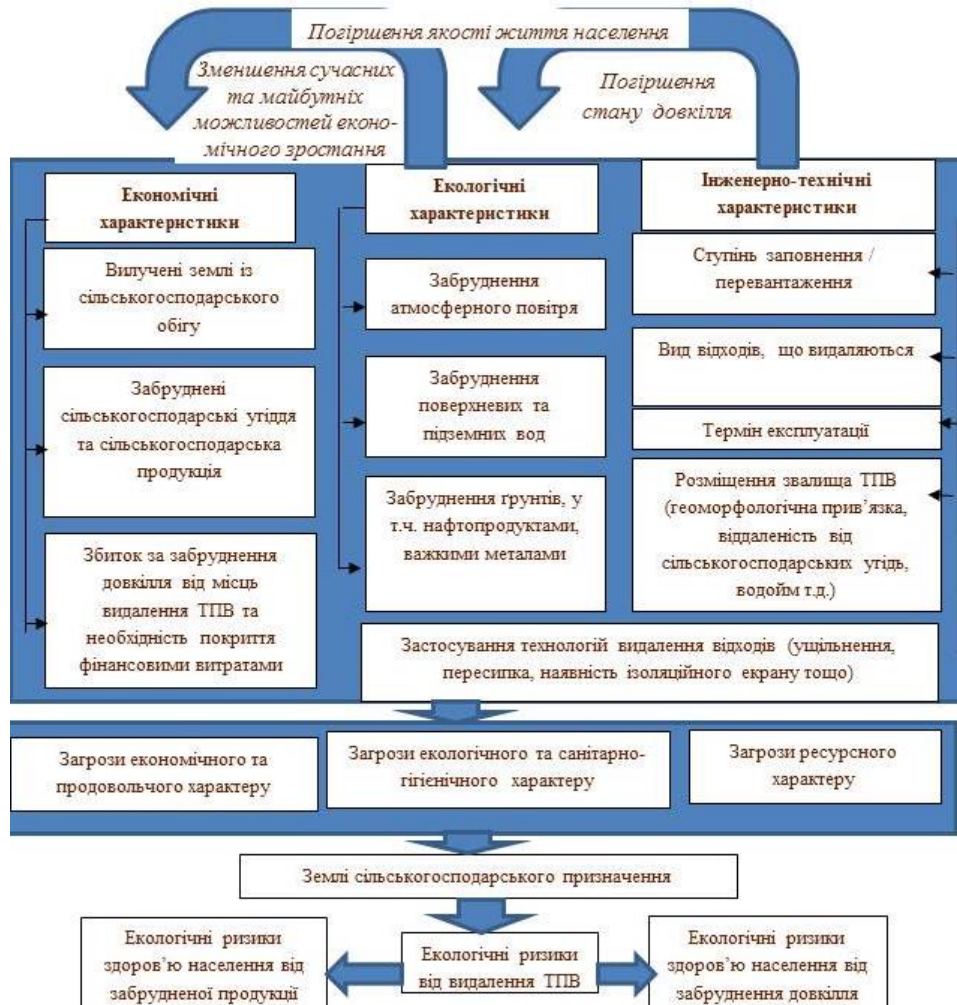


Рис. 1. Основні ризики та загрози впливу техногенно порушених земель під звалищами ТПВ на сільськогосподарські угіддя

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Як наслідок, виникають екологічні ризики від видалення ТПВ, зокрема потенційні та миттєві ризики здоров'ю населення від забруднення довкілля (прямий вплив від забруднених компонентів довкілля спричиняє екологічно обумовлені захворювання) та ризики від споживання забрудненої продукції (опосередкований вплив).

Користуючись аналітичною схемою «рухомі сили – стан – реагування», розробленою ЄЕК ООН [10–15], визначені базові показники, що характеризують рівень небезпеки звалищ ТПВ для прилеглих територій.

1. Показники рівня небезпеки звалищ ТПВ для прилеглих територій

Розділ повістки дня на XXI ст. [15]	Загрози	Індикатори PRS		
		показники-рушійна сила	показники поточного стану	показники реагування
Сталий розвиток поселень	1. Зменшення сучасних та майбутніх можливостей економічного зростання 2. Погіршення стану довкілля 3. Погіршення якості життя населення	технічні характеристики	екологічні характеристики	соціально-економічні характеристики
		1. Ступінь заповнення звалищ (%) 2. Клас небезпеки відходів, що видаляються (бали) 3. Термін експлуатації (роки) 4. Розміщення звалища ТПВ від сільськогосподарських угідь (м) 5. Зайнята площа (га) 6. Обсяг видалених відходів (т) 7. Застосування технологій захисту довкілля (ущільнення, пересипка, наявність ізоляційного екрану тощо (бали)	8. Обсяг фільтрату, що скидається зі звалища ТПВ (м ³) 9. Обсяг біогазу, що видаляється зі звалища ТПВ (т) 10. Оцінка якості атмосферного повітря у місці розташування звалища ТПВ (бали) 11. Оцінка якості атмосферного повітря на межі зони впливу МВВ із сільськогосподарськими угіддями (бали) 12. Оцінка якості атмосферного повітря на відстані 200 м та від звалища ТПВ (бали) 13. Оцінка якості ґрунтів у місці розташування звалища ТПВ (на межі звалища ТПВ) (бали) 14. Оцінка якості ґрунтів на відстані 50 м від звалища ТПВ (бали) 15. Оцінка якості ґрунтів на відстані 100 м від звалища ТПВ (бали) 16. Оцінка якості ґрунтів на відстані 200 м від звалища ТПВ (бали) 17. Оцінка якості ґрунтів на відстані 500 м від звалища ТПВ (бали) 18. Оцінка якості фільтрату (бали)	19. Екологічний ризик (%) 20. Рівень збитку за забруднення довкілля (бали) 21. Коефіцієнт покриття збитку за забруднення довкілля (%)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Важливим інструментом контролю рівня небезпеки звалищ ТПВ є адекватна система показників їх моніторингу та оцінки, але особливе значення в ній займають порогові значення показників. Визначення порогових значень проводиться двома шляхами: на основі аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду (експертний метод); на основі вибору найкращого значення серед регіонів України (аналітичний метод) і полягає у нормуванні відповідних показників (від 0 до 1). Найвищий ступінь безпеки досягається за умови, що весь комплекс показників перебуває в допустимих межах своїх порогових значень, а граничні значення одних показників досягаються не за рахунок інших [16–17].

На основі розрахунку індивідуальних значень показників визначаються узагальнені показники технічного, екологічного, соціально-економічного блоку. Розрахунок інтегрального показника пропонується здійснювати як величину «ідеального вектору» між трьома складниками, що використовуються в системі показників сталого розвитку [18].

Для встановлення гранично припустимого відхилення використано гіпотезу про нормальний розподіл оцінок та 95 % рівень надійності. Отже, визначені межі рівня небезпеки звалищ ТПВ та її складників за умови (табл. 2):

$$\begin{aligned}
 &U_1, U_2, U_3 \rightarrow 1, \text{ якщо } U_1, U_2, U_3 \geq U_{1\text{дост}}, U_{2\text{дост}}, U_{3\text{дост}}; \\
 &U_1, U_2, U_3 \rightarrow 0, \text{ якщо } U_1, U_2, U_3 \leq U_{1\text{дост}}, U_{2\text{дост}}, U_{3\text{дост}}.
 \end{aligned}$$

2. Межі оцінювання рівня небезпеки звалищ ТПВ для прилеглих територій

Інженерно-технічні характеристики (причина)		Екологічні характеристики (стан)		Соціально-економічні характеристики (результат)		Інтегральний показник	
Значення показника T	Рівень забезпечення	Значення показника M	Рівень небезпеки	Значення показника W	Рівень ризику	Значення показника I	Область рівня
$0,76 \leq P \leq 1,0$	нормальний рівень	$0,76 \leq M \leq 1,0$	нормальний рівень	$0,86 \leq W \leq 1,0$	нормальний рівень	$0,855 \leq I \leq 1,0$	Нормальний: зона безпечного стану звалища ТПВ для прилеглих територій
$0,51 \leq P \leq 0,75$	передкризовий рівень	$0,51 \leq M \leq 0,75$	передкризовий рівень	$0,56 \leq W \leq 0,75$	передкризовий рівень	$0,619 \leq I \leq 0,854$	Передкризовий: зона підвищеного ризику для прилеглих територій
$0,26 \leq P \leq 0,50$	кризовий рівень	$0,31 \leq M \leq 0,45$	кризовий рівень	$0,26 \leq W \leq 0,55$	кризовий рівень	$0,383 \leq I \leq 0,618$	Кризовий: зона загрозового стану звалища ТПВ для прилеглих територій
$0,0 \leq P \leq 0,25$	критичний рівень	$0 \leq M \leq 0,30$	критичний рівень	$0,0 \leq W \leq 0,25$	критичний рівень	$0 \leq I \leq 0,382$	Критичний: зона небезпечного впливу звалища ТПВ для прилеглих територій

Проведена оцінка рівня небезпеки звалищ ТПВ для прилеглих територій на прикладі Полтавської області. Виявлено 30 найбільших звалищ ТПВ, площа понад 2 га, ступінь заповнення понад 50%, накопичено понад 2000 м³, а рівень небезпеки за даними [19–20] – Г (надзвичайно небезпечні). Саме ці 30 звалищ складають 70 % усього техногенного навантаження території районів та міст Полтавської області звалищами ТПВ.

Середній термін експлуатації таких звалищ ТПВ складає 37 років, нормований – 20 років, 11 із них експлуатуються понад 40 років. Заповнені більше ніж на 100% (переповнені) 26 % звалищ ТПВ, що створює техногенну небезпеку навколишнім територіям. Загальний обсяг видалених відходів на 30 звалищах ТПВ складає 8 199 507 тис. т відходів, з них 2019 року – 736 895 тис. т відходів.

Загальна площа цих звалищ складає 171,58 га (з них 6 звалищ площею понад 10 га), а це вилучені землі із господарського обігу, недоотриманий прибуток області, забруднені землі та об'єкти негативного впливу на навколишні території. Тільки на 10 звалищах ТПВ вивозяться побутові відходи, на більшість звалищ (67 %) потрапляють промислові відходи, причому на 4 звалища ТПВ потрапляють небезпечні промислові вище 20 % від загального обсягу [19].

Особливо небезпечним є те, що майже всі звалища (90 %) знаходяться у безпосередній близькості до сільськогосподарських угідь, причому не додержуються вимоги ДБН В. 2.4-2-2005 щодо відстані між полігонами ТПВ та сільськогосподарськими угіддями, яка має становити не менше 0,2 км. За проведеною експертною оцінкою, тільки 3 звалища ТПВ мають відстань до сільськогосподарських угідь понад 200 м (звалище м. Кременчук, звалище ТПВ Дівеївська гора, звалище ТПВ м. Полтава КАТП – 1628 с. Макухівка), 9 звалищ ТПВ розміщені на відстані менше, ніж 100 м до сільськогосподарських угідь, два звалища ТПВ розміщені менше, ніж за 50 м до земель із сільськогосподарською продукцією. Єдиними технологіями захисту довкілля, що використовуються на звалищах ТПВ у Полтавській області, є ущільнення, але на 10 звалищах ущільнення теж відсутнє. Все це підсилює загрози та ризики впливу звалищ ТПВ на прилеглі території.

Проведена оцінка впливу найбільш небезпечних звалищ ТПВ Полтавської області (30 од) на довкілля дала змогу встановити таке. За рік на 30 звалищах ТПВ області потенційно утворюється кількість звалищного газу на рівні 155746,62 тис. м³, з окремих органічних компонентів відходів потенційно може утворитися: з харчових відходів – 82545,38 тис. м³ звалищного газу (або близько 53 %), з паперу та картону – 62298,40 тис. м³ (близько 40 %), з іншої біомаси – 10902,22 тис. м³ (на рівні 7 %). Сумарний потенційний об'єм фільтрату складає 438,180 тис. м³. Фільтрат просочується у ґрунтові та підземні води, забруднюючи прилеглі ґрунти, а зважаючи на близькість до сільськогосподарських угідь – забруднюючі речовини потрапляють у сільськогосподарську продукцію.

За результатами оцінки якості атмосферного повітря встановлено, що на території звалищ ТПВ спостерігається перевищення значень ГДК по оксиду вуглецю (15 звалищ у 1,1–2,2 раза); азоту діоксиду (15 звалищ у 1,1–1,25 раза); аміак (у 1,15-звалища ТПВ Диканського ККП, Глобинського району, с. Білики Миргородського р-ну; 1,25 – звалище ТПВ м. Кременчук Дівеївська гора); сірководень (1,5 раза у звалища ТПВ м. Кременчук Дівеївська гора; 1,25 – звалище ТПВ с. Білики Миргородського р-ну; 1,1-звалище ТПВ м. Полтава КАТП – 1628 с. Макухівка); толуол (6 звалищ у 1,15–2,1 раза); ксилол (1,1 рази звалище ТПВ МКП «Комун сервіс» с. Хітці Гадяцького району); пил (19 звалищ 1,1–1,5 раза).

На межі із сільськогосподарськими угіддями спостерігається перевищення значень ГДК по оксиду вуглецю, толуолу. На відстані 200 м перевищення ГДК по всіх забруднюючих речовинах відсутні. Отже, підтверджено, що на відстані 200 м вплив на атмосферне повітря від звалищ ТПВ на сільськогосподарські угіддя відсутній. Водночас, враховуючи, що фактична відстань від більшості звалищ ТПВ області до сільськогосподарських угідь є значно нижчою, виникають загрози для якості та кількості отриманої сільськогосподарської продукції, що потребує розробки заходів щодо розв'язання цих питань.

Проведене дослідження якості ґрунтів на різній відстані від звалищ ТПВ (30 одиниць) за такими забруднюючими речовинами: свинець, ртуть, мідь, цинк, нафтопродукти. Встановлено, що на межі зі звалищем ТПВ перевищення ГДК свинцю характерне для 47 % звалищ, причому перевищення значень ГДК у 1,1–1,3 раза характерне для 38 % звалищ ТПВ (12 одиниць), перевищення у 3,7–5,4 раза для 2 звалищ: звалище ТПВ м. Кременчук Дівеївська гора, звалище ТПВ

м. Полтава КАТП – 1628 с. Макухівка. На відстані 50 м перевищення ГДК свинцю у 1,1–4,3 раза характерне для 13 % звалищ ТПВ, на відстані 100 м перевищення ГДК свинцю у 1,7–2,5 раза характерне для 7 % звалищ ТПВ. Зважаючи, що сільськогосподарські угіддя розміщуються на відстані менше, ніж 100 м у 54 % звалищ ТПВ, такі показники є досить небезпечними для екологічної та продовольчої безпеки навколишніх територій. На відстані 200 та 500 м перевищення ГДК по свинцю відсутні.

На межі зі звалищем ТПВ перевищення ГДК міді у 1,1–4,3 раза характерне для 37 %, цинку – для 17 % звалищ ТПВ. На відстані 50 м перевищення ГДК міді у 1,1–1,9 раза характерне для 20 % звалищ ТПВ, на відстані 100 м перевищення ГДК міді у 1,1–1,4 раза характерне для 7 % звалищ ТПВ. Перевищення ГДК цинку на відстані 50 м – у 1,1–1,8 раза, на відстані 100 м – у 1,1–1,3 раза характерне для 7 % звалищ ТПВ. На відстані 200 та 500 м перевищення ГДК по міді та по цинку відсутні. На межі зі звалищем ТПВ перевищення ГДК по нафтопродуктам у 1,1–6,6 раза характерне для 30 % звалищ ТПВ. На відстані 50 м перевищення ГДК по нафтопродуктам у 1,1–3,1 раза характерне для 23 % звалищ ТПВ, на відстані 100 м перевищення ГДК міді у 1,1–1,2 раза характерне для 7 % звалищ ТПВ. Таким чином доведено, що на відстані 200 метрів від об'єкту забруднення (звалища ТПВ) та більше, перевищення ГДК забруднюючих речовин відсутні. Водночас на відстані 50 м та 100 м спостерігається перевищення ГДК, зокрема по важких металах та нафтопродуктах, а враховуючи, що у сільськогосподарські угіддя розташовуються на відстані менше, ніж 100 м від звалищ ТПВ (характерно для 54 % звалищ ТПВ області), це створює небезпеку для екологічної та продовольчої безпеки прилеглих територій.

За результатами оцінки фільтрату від 30 звалищ ТПВ Полтавської області встановлено перевищення ГДК: по нітратах у 1,01–3,22 раза характерно для 30% звалищ ТПВ, по нітратах у 1,06–1,27 раза – для 33 % звалищ ТПВ, по азоту амонійному у 1,02–3,56 раза – для 50 % звалищ ТПВ, по сульфатах у 1,02–3,56 раза – для 50 % звалищ ТПВ, по хлоридах у 1,08–1,58 раза – для 43 % звалищ ТПВ, по залізу загальному в 1,36–9,12 раза – для 84 % звалищ ТПВ, по міді у 2,06–2,77 раза – для 7 % звалищ ТПВ, по свинцю у 2–10 разів – для 44 % звалищ ТПВ, по цинку у 2,09–1,83 раза – для 7 % звалищ ТПВ, по нікелю у 1,5–2,5 раза – для 7 % звалищ ТПВ, по фосфатах у 1,01–2,03 раза – для 44 % звалищ ТПВ, у СПАР у 1,1–1,8 раза – для 47 % звалищ ТПВ, по нафтопродуктах у 2,0–7,8 раза – для 33 % звалищ ТПВ. Отже, це створює додаткове хімічне навантаження на ґрунтові та підземні води, ґрунти, створює небезпеку для екологічної та продовольчої безпеки прилеглих територій.

За результатами оцінки збитку за умови забруднення довкілля від звалищ ТПВ встановлено, що сумарний збиток у разі забруднення довкілля Полтавської області від звалищ ТПВ Полтавської області складає 53,44 млн грн, причому 43 % звалищ ТПВ мають збиток понад 1 млн грн кожен. Збиток за умови забруднення атмосферного повітря в середньому складає 21 %, збиток за умови забруднення водного середовища – 42 %, збиток у разі забруднення ґрунту – 37 % від сумарного збитку. Отже, невирішеність екологічних проблем у сфері поводження з відходами призводить до збільшення техногенного впливу звалищ ТПВ на довкілля, як наслідок – спричиняє виникнення екологообумовлених захворювань та створення економічних збитків господарству, посилює продовольчу та екологічну небезпеку для прилеглих територій.

Висновки

Отже, проведена узагальнююча оцінка рівня небезпеки звалищ ТПВ Полтавської області для прилеглих територій дала змогу встановити, що в зоні передкризового стану (зона підвищеного ризику для прилеглих територій) перебуває 12 звалищ ТПВ, що складає 40 % від загальної кількості; зоні кризового стану (зона загрозового стану звалища ТПВ для прилеглих територій) – 16 звалищ ТПВ, що складає 53 % від загальної кількості; зоні критичного стану (зона небезпечного впливу звалища ТПВ для прилеглих територій) – 2 звалища ТПВ, що складає 53 % від загальної кількості. Отож, зважаючи, що більшість звалищ ТПВ знаходяться на відстані менше 200 м до сільськогосподарських угідь (93 %), та мають передкризовий, кризовий або критичний рівень небезпеки для прилеглих територій, нерозв'язаність проблем у цій сфері створює небезпеку для екологічної та продовольчої безпеки таких територій та сталого розвитку агроєкосистем (табл. 3).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

3. Результати розрахунку рівня небезпеки звалищ ТПВ для прилеглих територій

Звалище (ЗВ) ТПВ	Узагальнена оцінка технічного блоку	Узагальнена оцінка екологічного блоку	Узагальнена оцінка соціально-економічного блоку	Інтегральна оцінка			
ЗВ ТПВ Великобагачанського ККП	передкризовий рівень	передкризовий рівень	нормальний рівень	Передкризовий: зона підвищеного ризику для прилеглих територій			
ЗВ ТПВ с. Петрівка-Роменська Гадяцького р-ну							
ЗВ ТПВ Семенівського р-ну							
ЗВ ТПВ смт. Чутове							
ЗВ ТПВ с. Ручки Лохвицького р-ну							
ЗВ ТПВ смт Опішня Зіньківського р-ну			передкризовий рівень				
ЗВ ТПВ Оржицького ККП с. Онішки							
ЗВ ТПВ Решетилівського ККП							
ЗВ ТПВ м. Кременчук							
ЗВ ТПВ м. Зіньків							
Звалище ТПВ Шишацького ККП	кризовий рівень	кризовий рівень	кризовий рівень		Кризовий: зона загрозового стану звалища ТПВ для прилеглих територій		
ЗВ ТПВ Котелевського ККП							
ЗВ ТПВ с. Сенча Лохвицького р-ну							
ЗВ е ТПВ Козельщинського ККП							
ЗВ ТПВ Карлівського ВУЖКГ							
ЗВ ТПВ с. Яреськи Шишацького р-ну							
ЗВ ТПВ м. Червонозаводське Лохвицького р-ну							
ЗВ ТПВ с. Зачепилівка Новосанжарського р-ну							
ЗВ ТПВ Пирятинського ККП							
ЗВ ТПВ Лубенського ВУЖКГ							
ЗВ ТПВ Гребінківського ККП							
ЗВ ТПВ с. Сухоносівка Машівського р-ну							
ЗВ ТПВ Хорольського ВУЖКГ							
ЗВ ТПВ Диканського ККП							
ЗВ ТПВ Глобинського району							
ЗВ ТПВ с. Вишневе Лохвицького р-ну							
ЗВ ТПВ МКП „Комун сервіс” с. Хітці Гадяцького р-ну							
ЗВ ТПВ с. Білики Миргородського р-ну							
ЗВ ТПВ м. Кременчук Дівеївська гора				критичний рівень	критичний рівень	критичний рівень	Критичний: зона небезпечного впливу звалища ТПВ для прилеглих територій
ЗВ ТПВ м. Полтава КАТП – 1628 с. Макухівка							

Перспективи подальших досліджень. Реалізація запропонованого автором методичного підходу дає змогу оцінити рівень небезпеки звалищ ТПВ для прилеглих територій розвитку, визначити основні загрози та ризики для сільськогосподарських угідь, що перебувають у зоні впливу звалищ ТПВ, та

напрями їх подолання. Практичне застосування розробленої методики можливе у рамках програмно-цільового методу при розробці та реалізації національних та регіональних програм, спрямованих на поліпшення процесу управління сферою поводження з ТПВ.

Проведені дослідження є основою для розробки наукових засад та практичних рекомендацій щодо формування системи відновлення техногенно забруднених територій та повернення їх до господарського обігу регіонів України.

References

1. Yermieiev, I. S., & Marchuk, S. V. (2015). Doslidzhennia vplyvu polihoniv TPV na zemli silskohospodarskoho pryznachennia. *Ahrosvit*, 15, 3–8. [In Ukrainian].
2. Mishchenko, V. S., & Vyhovska, H. P. (2009). *Orhanizatsiino-ekonomichniy mekhanizm povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini ta shliakhy yoho vdoskonalennia*. Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].
3. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Taranenko, A. O., & Sereda, M. S. (2021). Naukove obgruntuvannia bioremediatsii zabrudnennykh nesanktsionovanykh zvalyshchamy vidkhodiv zemel. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 119, 264–272. [In Ukrainian].
4. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating potential methane emission from municipal solid waste and a site suitability analysis of existing landfills in Delhi, India. *Technologies*, 5(4), 62. doi: 10.3390/technologies5040062
5. Bondar, O. I., (Red.). (2008). *Upravlinnia vidkhodamy: vitchyzniani ta zarubizhnyi dosvid*. Kyiv: Aiva Plus Ltd, [In Ukrainian].
6. 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
7. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., & Molchanova, A. V. (2018). Bioindykatsiina otsinka vplyvu misty vydalennia vidkhodiv na stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 88–92. doi: 10.31210/visnyk2018.01.15 [In Ukrainian].
8. Cikunov, A. E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
9. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimiichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].
10. Onishenko, V. O., & Samojlik, M. S. (2013). *Teoretiko-metodologichni zasadi upravlinnya sferoyu povodzhennya z tverdymi vidhodami na regionalnomu rivni*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].
11. 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, EHL.S39805. doi: 10.4137/ehi.s39805
12. Moroz, O. V., Sventukh, A. O., & Sventukh, O. T. (2003). *Ekonomichni aspekty vyrishennia ekolohichnykh problem utylizatsii tverdykh pobutovykh vidkhodiv*. Vinnytsia: Universum [In Ukrainian].
13. Pisarenko, P. V., Samoylik, M. S., & Korchagin, O. P. (2019). Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 341, 012002. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012002
14. Hodovska, T. B., & Feshchenko, V. P. (2011). Ekolohistyka ta ekoloho-hihiiienichniy analiz vplyvu na dovkillia polihonu TPV m. Zhytomyra. *Zbirnyk naukovykh statei III Vseukrainskoho zizdu ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu*, 1, 57–60 [In Ukrainian].
15. Prohrama povodzhennia z tverdymi pobutovymi vidkhodamy dlia Senchanskoi silskoi rady na period do 2029 roku. Retrieved from: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2019-08-19-000250-a> [In Ukrainian].
16. Piliushenko, V. L., Shkrabak, I. V., & Antipov, V. I. (2009). *Teoretyko-metodychni ta praktychni zasady upravlinnia tverdymi pobutovymi vidkhodamy vysoko urbanizovanykh promyslovykh rehioniv: monohrafiia*. Donetsk: Tekhnopak, DonDUU [In Ukrainian].
17. Pysarenko, P. V., Taranenko, A. O., Chaltsev, D. V., Kakhykalo, O. O., Hryshyna, K. Ye., & Korchagin, O. P. (2020). Ekolohichni aspekty mizhrehionalnoi vzaємodii u sferi povodzhennia z tverdymi vidkhodamy (na prykladi prohramy rehabilitatsii zabrudnennykh zemel). *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 120–127. doi: 10.31210/visnyk2020.04.14 [In Ukrainian].
18. 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

19. Vambol, V. V. (2016). Identyfikatsiia dzherel formuvannia ekolohichnoi nebezpeky v mistsiakh nesanktsionovanoho nakopychennia vidkhodiv. *Visnyk Kremenchutskoho Natsionalnoho Universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 1 (96), 122–128. [In Ukrainian].

20. Prokopenko, O. M. (Red.). (2019). *Statistichnij zbirnik «Dovkillya Ukraini» za 2018 rik*. Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 06.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Серета М. С. Діагностика ризиків та загроз впливу техногенно порушених земель під звалищами твердих побутових відходів на сільськогосподарські угіддя. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 91–100.

© Серета Максим Сергійович, 2021

**original article** | UDC 630.114:574(477.42) | doi: 10.31210/visnyk2021.03.12**VERTICAL DISTRIBUTION OF ^{137}Cs IN SOILS OF FRESH AND WET SUBORS OF UKRAINIAN POLISSIA**

V. V. Melnyk-Shamrai

ORCID  [0000-0002-3551-5085](https://orcid.org/0000-0002-3551-5085)Zhytomyr State Polytechnic University
Zhytomyr, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, 10005, Ukraine
E-mail: org_vvm@ztu.edu.ua

How to Cite

Melnyk-Shamrai, V. V. (2021). Vertical distribution of ^{137}Cs in soils of fresh and wet subors of Ukrainian Polissia. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 101–109. doi: 10.31210/visnyk2021.03.12

The modern vertical distribution of ^{137}Cs in forest soils of different types of forest growth conditions of Ukrainian Polissya has been analyzed. Investigations were carried out on the sampling areas which were laid down in Narodyshy Forestry. Soil profiles were laid down in typical places in compliance with the standard requirements for conducting these studies. It is possible to establish the same regularities in radionuclide distribution, when studying the ^{137}Cs specific and total activity values in the layers of forest floor of fresh and wet subors of Ukrainian Polissia. Thus, the forest floor in the studied types of forest growth conditions by the value of the analyzed parameters can be placed in the following order: decomposed layer > semi-decomposed layer > modern precipitation. The ^{137}Cs specific activity values in the soil mineral layers are characterized by significantly smaller values compared to the forest floor, and opposite patterns are observed for the total radionuclide activity. The vertical distribution of radionuclides in the soil mineral layers is exponential in nature, and the radionuclide specific and total activity is reduced with depth. It has been established that the main content of ^{137}Cs is concentrated the in 0–24 cm of the soil mineral layer for both types of forest growth conditions. The share of ^{137}Cs gross reserve in the forest floor and soil mineral layers made 18.74 % and 81.26 % in wet subors, and fresh subors – 25.83 % and 74.14 %, respectively. The ^{137}Cs total activity relative content in the forest floor and mineral layers within the limits of one trophotope was analyzed. The analysis of ^{137}Cs gross distribution in the layers of forest floor has shown that in wet subors it is 1.4 times less than in fresh subors. The maximum ^{137}Cs content in the soil mineral layers was observed in the layer of 0–4 cm: in fresh subors it made 24.0 %, and in wet subors – 27.4 %. In the 0–20 cm mineral layer of fresh subors the radionuclide share made 51.7 %, while in wet subors it was 1.3 times higher, respectively. The reliability of the obtained results is confirmed by one-way analysis of variance at 95 % confidence level. Thus, according to the obtained results, it can be maintained that in wet subors there was more intensive ^{137}Cs redistribution between forest floor and soil mineral layers than in fresh subors.

Key words: forest soils, type of forest growth conditions, ^{137}Cs specific activity, total activity, radionuclides distribution.

ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ^{137}Cs У ҐРУНТАХ СВІЖОГО ТА ВОЛОГОГО СУБОРУ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

В. В. Мельник-Шамрай

Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна

Проаналізовано сучасний вертикальний розподіл ^{137}Cs у лісових ґрунтах різних типів лісорослинних умов Українського Полісся. Під час вивчення величин питомої та сумарної активності ^{137}Cs у

шарах лісової підстилки свіжого та вологого субору Українського Полісся можна стверджувати про тотожні закономірності щодо розподілу радіонукліда. Шари лісової підстилки у досліджуваних типах лісорослинних умов за величиною показників, що аналізувалися, можна розмістити у такому порядку: розкладений шар > напіврозкладений шар > сучасний опад. Величини питомої активності ^{137}Cs у мінеральних шарах ґрунту характеризуються значно меншими значеннями порівняно з лісовою підстилкою, а для сумарної активності радіонукліду відмічено протилежні закономірності. Вертикальний розподіл радіонукліда в мінеральних шарах ґрунту має експоненційний характер, спостерігається зменшення величин питомої та сумарної активності радіонукліда відносно різної глибини. Встановлено, що основний вміст ^{137}Cs сконцентрований у мінеральному шарі ґрунту 0–24 см в обох типах лісорослинних умов. Частка валового запасу ^{137}Cs у лісовій підстилці та мінеральних шарах ґрунту відповідно становить у вологих суборах – 18,74 % і 81,26 % та свіжих суборах – 25,83 % і 74,14 %. Проаналізовано відносний вміст сумарної активності ^{137}Cs у лісовій підстилці та мінеральних шарах у межах одного трофотопу. При аналізі валового розподілу ^{137}Cs у шарах лісової підстилки встановлено, що у вологих суборах її в 1,4 раза менше порівняно зі свіжими суборами. Максимальний вміст ^{137}Cs відмічено у 0–4 см мінеральному шарі ґрунту: у свіжих суборах він становить 24,0 %, у вологих суборах – 27,4 %. У мінеральному шарі 0–20 см свіжих суборів частка радіонукліда становить 51,7 %, тоді як у вологих суборах – більше у 1,3 раза відповідно. Достовірність отриманих результатів підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом на 95 %-му довірчому рівні. Отже, згідно з отриманими результатами можна стверджувати, що у вологих суборах відбувся інтенсивніший перерозподіл ^{137}Cs між лісовою підстилкою та мінеральними шарами ґрунту, ніж у свіжих суборах.

Ключові слова: лісові ґрунти, тип лісорослинних умов, питома активність ^{137}Cs , сумарна активність, розподіл радіонуклідів.

Вступ

Радіоактивне забруднення лісових екосистем характеризується певними специфічними особливостями. Відразу після аварії на Чорнобильській АЕС найбільша кількість радіоактивних елементів затрималась у деревному ярусі рослинності, проте під дією зовнішніх та внутрішніх чинників відбулася поступова міграція радіонуклідів на поверхню ґрунту. Ґрунтовий покрив став основним утримувачем ^{137}Cs та визначив всі подальші стадії вертикальної та горизонтальної міграції радіонуклідів до інших компонентів лісових екосистем.

Ліси Українського Полісся представлені дерново-підзолистими, оторфованими та торф'яними ґрунтами. Для цих ґрунтів характерний низький лісорослинний потенціал, який обумовлюється легким механічним складом, високою кислотністю, значним запасом органічної речовини, низьким вмістом глинистих мінералів, обмінних катіонів, гумусу та малих високодисперсних частинок [10, 12–15, 18]. У соснових насадженнях формується потужний шар лісової підстилки, що підвищує утримуючу здатність радіонуклідів порівняно з листяними та мішаними насадженнями [19]. В результаті такого утримання незначна частина радіоактивних елементів мігрує до гумусово-елювіального горизонту соснових насаджень. Тому можна стверджувати, що вміст радіонуклідів у мінеральних шарах ґрунту прямо залежить від концентрації радіоактивних елементів у лісовій підстилці [10, 23]. Процес перерозподілу ^{137}Cs у лісовій підстилці та мінеральних шарах ґрунту, у різних типах лісорослинних умов проходить із неоднаковою швидкістю, на що суттєво впливає вологість та родючість ґрунту. При збільшенні вологості ґрунту зростає міграційна здатність ^{137}Cs , а за умови підвищення родючості спостерігається зменшення надходження радіонуклідів у глибші шари ґрунту [2, 3, 9].

У роботі [24] досліджено розподіл ^{137}Cs у дерново-підзолистих ґрунтах вологих борів та сугрудів Українського Полісся. Автори з'ясували, що лісова підстилка вологих сугрудів утримує вдвічі менше ^{137}Cs порівняно з вологими борами, проте в останніх відмічено більш інтенсивне переміщення радіонуклідів у глибші шари мінеральної частини ґрунту, ніж у вологих сугрудах. У результаті проведених досліджень [23] було добре описано розподіл питомої активності радіонукліда в мінеральних шарах ґрунту та лісовій підстилці різних типів лісорослинних умов. Лісова підстилка вологого субору утримує – 21,09 %, а вологого бору та сугруду відповідно – 12,41 %, та 1,70 %, а мінеральні шари ґрунту відповідно до типів лісорослинних умов сконцентровують – 78,91 %, 58,59 % та 98,30 %. Як свідчать дослідження [26], через 30 років після аварії на ЧАЕС виявлено переміщення значної кількості ^{137}Cs

до мінеральної частини ґрунту. З'ясовано, що найбільший вміст ^{137}Cs відмічається у 12-ти см шарах і у свіжих борах становить – 54,0 %, свіжих суборах – 40,0 % і вологих суборах – 52,8 % від загальної активності радіонукліду у ґрунті.

У роботі [28] вивчався вертикальний розподіл ^{137}Cs у дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах у віддалений період після Чорнобильської аварії. Найвища питома активність ^{137}Cs зосереджена у верхньому шарі, а отримані значення загального запасу радіонукліду у верхніх 20 м ґрунту на майданчиках перебували в діапазоні від 42 до 1940 кБк/м². У верхньому 10 см шарі ґрунту в середньому містили 94 % від загального запасу ^{137}Cs , а в шарі ґрунту 18–20 см було виявлено менше 1 %. У роботі [20] представлено дані щодо вмісту та вертикального розподілу ^{137}Cs у ґрунтах степової зони на півдні Росії. В результаті досліджень було виявлено, що концентрація та вертикальний розподіл радіонукліду залежить від типу ґрунту, вмісту гумусу, значення рН та регіональних кліматичних умов. Радіоактивне забруднення ґрунтів у соснових лісах Росії [25] свідчать, що для ^{241}Am , ^{137}Cs , $^{239+240}\text{Pu}$ відмічено підвищену концентрацію у 5-ти сантиметровому шарі ґрунту, тоді як вміст ^{90}Sr рівномірно розподілений на глибину 20 см.

Дослідники з Німеччини [22] провели аналіз вертикального розподілу ^{137}Cs у забрудненому ґрунті ялинового лісу через 12 років після регенерації. Результати досліджень демонструють, що за аналізованого періоду не відбулося помітних змін у вертикальному перерозподілі ^{137}Cs , проте чітко змінилося розмежування між органічним шаром ґрунту та мінеральним ґрунтом з очікуваними ефектами на майбутню біодоступність ^{137}Cs .

У публікації [30] досліджувався вміст ^{137}Cs у коренях різних видів рослин та мінеральних шарах ґрунту. Результати свідчать, що вміст радіонукліду в корінні, взятому на глибині 0–5 см, характеризується меншими значеннями порівняно з ґрунтом, при відборі з глибини 5–10 см відмічено протилежні закономірності. Такі дослідження свідчать про те, що загибель коренів з відносно високими концентраціями активності ^{137}Cs відіграють важливу роль у зміні вертикального розподілу ^{137}Cs у часовій шкалі десятиліть, особливо у глибших шарах ґрунту. Прогнозні моделі сорбції ^{137}Cs у мінеральній частині профілів лісових ґрунтів розглядаються в роботі [21] та свідчать про стійкість забруднення поверхні ґрунту ^{137}Cs до 2030 р.

У роботі [27] було охарактеризовано вертикальну міграцію ^{137}Cs в органічному та мінеральному шарі на ділянках з різним типом лісової рослинності. Дослідження показали, що в японських лісах міграція ^{137}Cs з органічного шару до мінерального була швидшою, ніж у європейських лісах. Розроблені прогнозні моделі показують, що через 10 років після аварії на АЕС Фукусіма, 70 % ^{137}Cs буде зосереджено в мінеральній частині ґрунту, але лише 10 % від загального запасу радіонукліду проникне на глибину 10 см. Вертикальний розподіл ^{90}Sr та ^{137}Cs у ґрунтових розрізах поблизу АЕС Фукусіма [29] показав, що найвищий вміст ^{137}Cs зосереджено в шарі до глибини 5-и см. Крім того ^{90}Sr інтенсивніше мігрував у глибші шари ґрунту порівняно зі ^{137}Cs .

Проаналізувавши літературні джерела, можна відмітити, що в наукових роботах трапляються поодинокі статті, у яких розглядають перерозподіл радіоактивних елементів у ґрунтах лісових екосистем. Вивчення сучасних особливостей вертикального перерозподілу радіонуклідів у ґрунтових профілях лісових екосистем необхідне для прогнозування радіаційної ситуації в майбутньому та обґрунтування можливості використання лісгосподарської продукції. Метою наших досліджень було з'ясувати особливості вертикального розподілу ^{137}Cs у ґрунтах свіжого та вологого субору Українського Полісся. Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання: проаналізувати вміст ^{137}Cs у лісовій підстилці та мінеральній частині ґрунту і дослідити зміну відносного вмісту сумарної активності радіонукліду по ґрунтовому профілю в одному трофотопі.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в Житомирському Поліссі на постійних пробних площах, розташованих у Народицькому лісництві ДП «Народицьке спеціалізоване лісове господарство». Пробні площі розміщувалися згідно з чинними методиками [5, 17]. Ґрунтові профілі закладали в типових місцях з дотриманням стандартних вимог щодо проведення цих досліджень [4, 11]. Опис ґрунтового профілю здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками з ґрунтознавства, під час якого детально вивчали морфологічні ознаки: потужність генетичних горизонтів, вологість, забарвлення, механічний (гранулометричний) склад, структура, щільність, тріщинуватість, новоутворення, включення, складення, коренева система рослин і характер переходу до наступних горизонтів (табл. 1) [1, 6, 14, 15].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Морфологічні ознаки ґрунтів у різних типах лісорослинних умов

Свіжий субір (B ₂)	Вологий субір (B ₃)
H ₀ – 0...10 см – складається з шару відмерлих решток хвої сосни, сучасного опаду сосни, залишків зелених мохів та трав'янистої рослинності; пронизаний корінням рослин і дерев, перехід різкий	H ₀ – 0...13 см – складається з шару відмерлих решток хвої сосни, сучасного опаду сосни, залишків зелених мохів та трав'янистої рослинності; пронизаний корінням рослин, перехід різкий
HE – 0...12 см – темно-сірий, свіжий, піщаний, рихлий, перехід поступовий за забарвленням, пронизаний корінням рослин	HE – 0...20 см – темно-сірий, вологий, зв'язано-піщаний, рихлий, перехід поступовий за забарвленням, пронизаний корінням рослин
E – 12...24 см – світло-сірий, свіжий, рихлий, супіщаний, рідко пронизаний корінням рослин, перехід поступовий за забарвленням	I – 20...40 см – темно-бурий, зв'язано піщаний, вологий, рихлий, рідко пронизаний корінням рослин, перехід поступовий за забарвленням, наявні включення із дрібнозернистої морени
I – 24...32 см – бурувато-коричневий, рихлий, свіжий, супіщаний, перехід поступовий за забарвленням	PI – 40...84 см – біло-жовтий, піщаний, вологий, щільний, із поодинокими включеннями дрібнозернистої морени, перехід поступовий за забарвленням
PI (gl) – 32...64 см – світло-жовтий, свіжий, щільний, легкосуглинковий пісок, перехід різкий за забарвленням	P – 84... см – білий пісок, піщаний, щільний, сирий
P (gl) – 64... см – білий пісок, легкосуглинковий, щільний, свіжий	

Примітки: H₀ – лісова підстилка; HE – гумусово-елювіальний горизонт; E – елювіальний горизонт; I – ілювіальний горизонт; PI – ілювіальний пісок; PI (gl) – ілювіально-оглеєний горизонт; P – материнська порода; P (gl) – материнська порода оглеєна.

Для вимірювання питомої активності ¹³⁷Cs у окремих шарах ґрунтового профілю здійснювали відбір зразків ґрунту. Спочатку відбирали зразки із самого нижнього горизонту, потім із попереднього й так далі, знизу вгору за ґрунтовым профілем. Відбір проб по ґрунтовому профілю здійснювали у десятикратній повторності: лісову підстилку з допомогою шаблону 20 x 30 см за ступенем мінералізації (сучасний опад, напіврозкладений та розкладний шар); ґрунт пошарово за чотирисантиметровими шарами на глибину до 1 м спеціальним пробовідбірником. Підготовка зразків до спектрометричних аналізів включала такі фази: висушування до повітряно-сухого стану, подрібнення й гомогенізацію, заповнення посудин та їх зважування [7]. Вимірювання питомої активності ¹³⁷Cs у зразках ґрунту проводили в радіологічній лабораторії з використанням сцинтиляційної системи спектрометрії «GDM-20». Обробку даних здійснювали з використанням програмного забезпечення системи (WinDAS, M). Вимірювання всіх зразків здійснювали в ідентичних умовах, відносна похибка питомої активності ¹³⁷Cs у зразках не перевищувала 10 %. Статистичну обробку отриманих результатів проводили згідно із загальноприйнятими статистичними методами в пакеті прикладних програм Microsoft Excel та Statistica 10.0.

Результати досліджень та їх обговорення

У ґрунтових профілях свіжих та вологих суборів Українського Полісся спостерігали загальні закономірності щодо розподілу питомої активності ¹³⁷Cs у аналізованих шарах ґрунту (рис. 1).

Виявлено, що для лісової підстилки характерні максимальні значення вмісту радіонукліду в обох досліджуваних типах лісорослинних умов. Середнє значення питомої активності ¹³⁷Cs у розкладеному шарі лісової підстилки свіжого субору складало 18498±582 Бк/кг, що в 1,2 раза більше, ніж у сучасному опаді та несуттєво перевищував такий (1,1 раза) в напіврозкладеному шарі. У вологих суборах середнє значення аналізованого показника в сучасному опаді становило 10101±213 Бк/кг, що у 1,5 раза менше, ніж середнє значення питомої активності ¹³⁷Cs в нижньому шарі лісової підстилки.

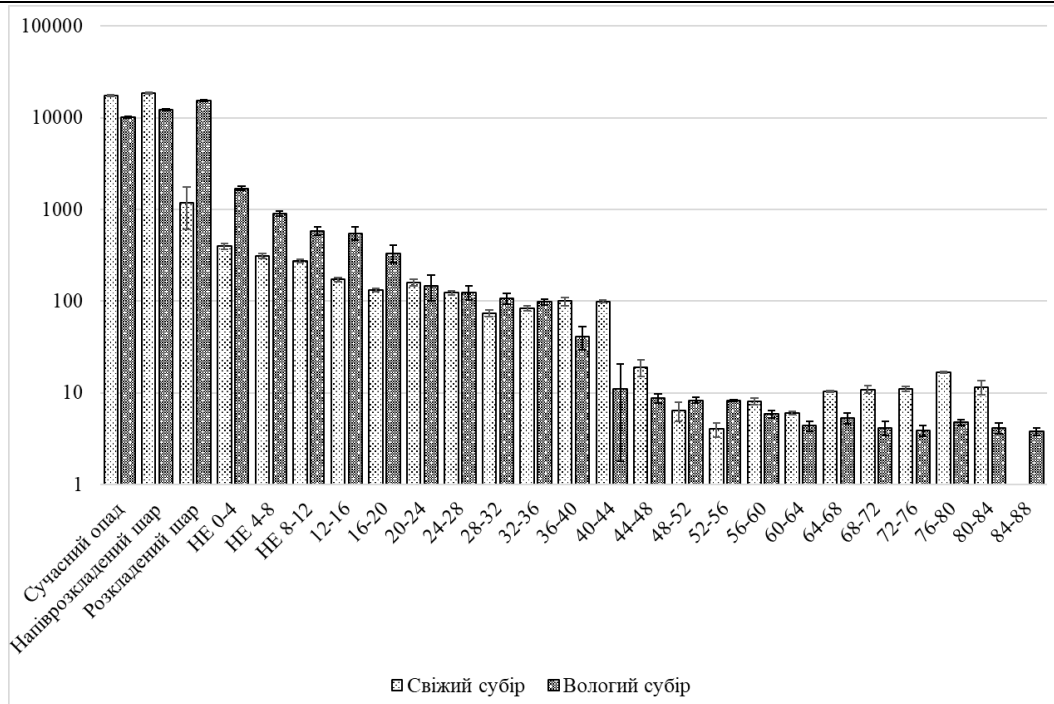


Рис. 1. Розподіл середніх значень питомої активності ¹³⁷Cs у лісовій підстилці та мінеральних шарах ґрунту свіжого та вологого субору

Вміст ¹³⁷Cs у напіврозкладеному шарі лісової підстилки був у 1,2 раза більший, ніж у сучасному опаді та в 1,2 раза менший, ніж у розкладеному шарі лісової підстилки. Існування достовірної різниці між середніми значеннями питомої активності ¹³⁷Cs у певних шарах лісової підстилки підтверджуються результатами однофакторного дисперсійного аналізу (табл. 2). Отримані результати дають можливість розмістити шари лісової підстилки в такому порядку: розкладений шар > напіврозкладений шар > сучасний опад.

2. Значення критеріїв Фішера ($F_{факт.}$) при порівнянні середніх значень питомої активності ¹³⁷Cs у різних шарах лісової підстилки*

Досліджувані фракції	Тип лісорослинних умов	
	Свіжий субір	Вологий субір
Сучасний опад та напіврозкладений шар	2,5	56
Напіврозкладений шар та розкладений шар	47	39
Сучасний опад та розкладений шар	40	113

*Примітки: $F_{(1;19;0,95)} = 4,4$.

Для мінеральної частини ґрунту відмічено значно менші величини питомої активності ¹³⁷Cs порівняно з лісовою підстилкою. Найвищі значення аналізованого показника відмічені у верхньому (0–4 см) шарі гумусово-елювіального горизонту з подальшим поступовим зменшенням в інших, більш глибоко розташованих шарах. У 0–4 см шарі гумусово-елювіального горизонту свіжих суборів питома активність радіонукліда була в 15,6 раза менша, ніж у розкладеному шарі лісової підстилки, а для вологих суборів – 9,1 раза. Подальший аналіз величин питомої активності ¹³⁷Cs по мінеральних шарах ґрунтового профілю відображає коливання досліджуваного показника між різними шарами.

Порівнюючи величини вмісту ¹³⁷Cs у гумусово-елювіальному горизонті свіжого субору (0–4 см і 4–8 см та 4–8 і 8–12 см) перевищення значень вище розташованих шарів складало 3 та 1,3 раза відповідно, а між 8–12 см та верхньому 12–16 см шаром перевищення першого було несуттєве та становило –1,1 рази. У шарі 12–16 см питома активність радіонукліда в 1,6 раза більша, ніж у 16–20 см шарі,

а 20–24 см шарі в 1,3 раза менша, ніж у 16–20 см. У шарах ілювіально-оглеєного горизонту (32–36 см і 36–40 см, 36–40 см і 40–44 см та 40–44 см і 44–48 см) середні значення питомої активності ^{137}Cs майже однакові, що підтверджується результатами однофакторного дисперсійного аналізу на 95 %-у довірчому рівні: $F_{\text{факт.}} = 0,7 < F_{(1;19;0,95)} = 4,4$, $F_{\text{факт.}} = 1,9 < F_{(1;19;0,95)} = 4,4$ та $F_{\text{факт.}} = 0,007 < F_{(1;19;0,95)} = 4,4$ відповідно. При аналізі розподілу ^{137}Cs між 44–48 см та 48–52 см відмічене суттєве (у 5,3 раза) зменшення вмісту ^{137}Cs . У наступних глибинних шарах (материнська порода) середні значення концентрації радіонуклідів продовжують зменшуватися.

У ґрунтах вологих суборів також відмічається поступове зменшення питомої активності ^{137}Cs з глибиною. У шарі ґрунту на глибині 0–4 см цей показник у 1,9 раза більший, ніж у 4–8 см шарі, який, своєю чергою, перевищує вміст ^{137}Cs у 8–12 см шарі в 1,5 раза, а в шарі 12–16 см майже однакова концентрація ^{137}Cs з попереднім, але в 1,6 раза більша, ніж у 16–20 см шарі. Під час зіставлення результатів досліджень, отриманих у 16–20 см гумусово-елювіальному шарі та 20–24 см ілювіальному шарі, спостерігається зменшення питомої активності ^{137}Cs у 2,3 раза від верхнього до нижнього шару. При аналізі нижче розташованих ілювіальних шарів ґрунту спостерігається поступове зменшення середніх величин концентрації ^{137}Cs (від 145 до 98 Бк/кг). Питома активність радіонукліду на глибині 32–36 см у 2,4 раза вища, ніж на глибині 36–40 см, а на глибині 36–40 см у 3,7 раза вища, ніж на глибині 40–44 см шарі. Починаючи з глибини відбору 40–44 см і до глибини 84–88 см цей показник коливається від 3,7 до 11,1 Бк/кг, що свідчить про низьку концентрацію ^{137}Cs у материнській породі.

Проведено зіставлення відносного вмісту сумарної активності ^{137}Cs у шарах лісової підстилки (в одному трофотопі), але за різної вологості ґрунту по всьому ґрунтовому профілю (рис. 2). При аналізі валового розподілу ^{137}Cs у шарах лісової підстилки встановлено, що у вологих суборах вона становить 18,74 %, що в 1,4 раза менше порівняно зі свіжими суборами. У вологих суборах частка від загального розподілу в сучасному опаді становить – 3,83 %, тоді як у свіжих у 1,5 раза більше (5,92 %).

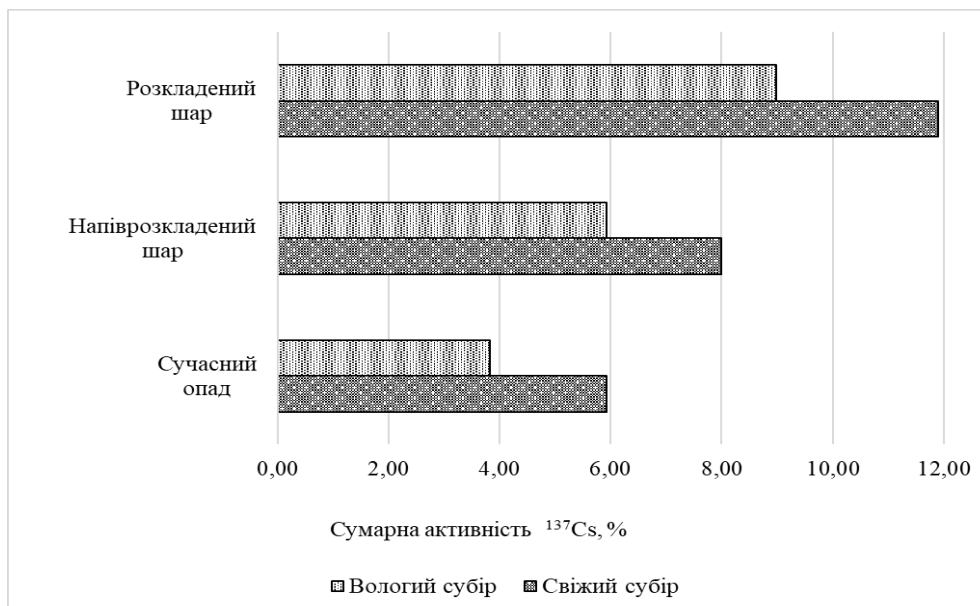


Рис. 2. Відносний розподіл сумарної активності ^{137}Cs у шарах лісової підстилки вологих та свіжих суборів, %

Напіврозкладений та розкладений шар вологих суборів уміщає в 1,3 раза менше радіонуклідів, ніж свіжі субори та характеризується такими показниками відповідно: 5,93 % і 8,98 % та 8,0 % і 11,91 %. Результати аналізу свідчать, що у вологих суборах відбулося інтенсивніше переміщення ^{137}Cs з лісової підстилки до мінеральної частини ґрунту, ніж у свіжих.

Проведено аналіз зміни відносного вмісту сумарної активності радіонукліда в мінеральних шарах ґрунту в одному трофотопі, але за різної вологості ґрунту (рис. 3) від загального розподілу по ґрунтовому профілю. Найвищий вміст ^{137}Cs відмічено у 0–4 см шарі ґрунту, який у вологих суборах становить 27,4 %, що в 1,1 раза більше порівняно зі свіжим субором (24,0 %).

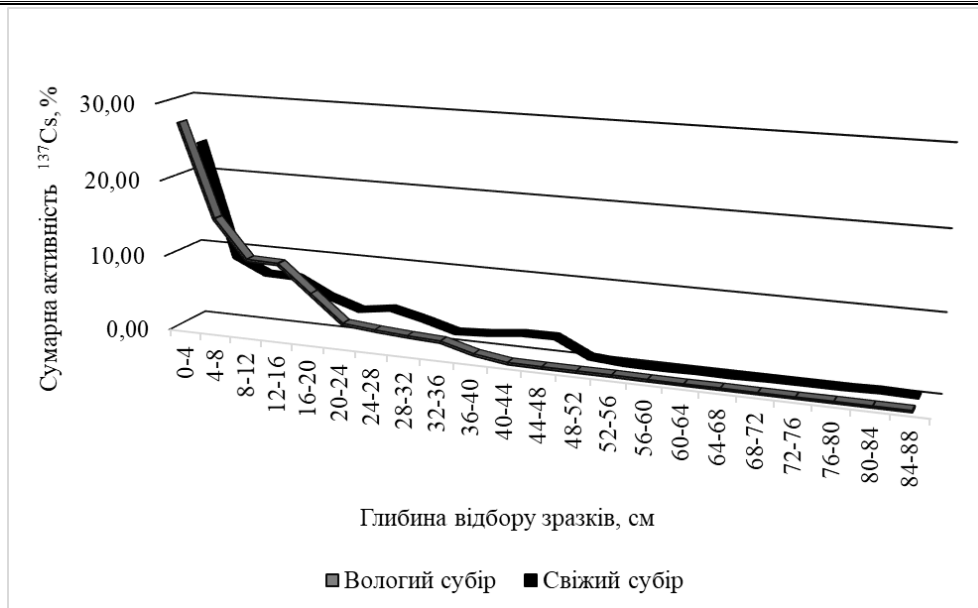


Рис. 3. Відносний розподіл сумарної активності ^{137}Cs у мінеральних шарах ґрунту вологих та свіжих суборів, %

Подальший аналіз відносного розподілу сумарної активності радіонукліда в шарах ґрунту показав, що для свіжих суборів характерний значно менший вміст досліджуваного показника порівняно з вологими суборами: 4–8 см у 1,7 раза, 8–12 см – 1,3 раза, 12–16 см – 1,4 раза та 16–20 см – 1,4 раза відповідно. Достовірність отриманих результатів підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом на 95 %-у довірчому рівні. Досліджуючи вмісту ^{137}Cs у шарах 20–24 см, 24–28 см та 28–32 см, було відмічено, що для вологих суборів характерні менші відсоткові значення, ніж для свіжих у 1,2, 1,6 та 1,4 раза відповідно, а між валовим розподілом радіонукліда в шарі 32–36 см не виявлено суттєвої різниці. Починаючи з шару 36–40 см і нижче за ґрунтовим профілем, виявлено, що частка сумарної активності ^{137}Cs у мінеральних шарах свіжих суборів є вищою порівняно з вологими та коливається від 1,4 до 13,8 разів.

У роботах [8–10, 23, 24, 26] приділено значну увагу особливостям розподілу ^{137}Cs у лісових ґрунтах різних типів лісорослинних умов Українського Полісся. Дослідники встановили, що основну частку сумарної активності ^{137}Cs одразу після аварії утримувала лісова підстилка (до 80 %) [19], у подальшому її роль змінилася. Внаслідок вертикальної та горизонтальної міграції радіонуклідів відбувся перерозподіл валового запасу між лісовою підстилкою та мінеральною частиною ґрунту, тому зараз основним депо радіонуклідів є мінеральні шари ґрунту. Крім того дослідники відмітили, що для різних типів лісорослинних умов характерні свої специфічні риси [2, 20, 22]. У публікаціях [21, 27, 29] здійснюється аналіз вертикального розподілу радіонуклідів між органічною та мінеральною частиною ґрунту після аварії на АЕС Фукусіма.

Висновки

На основі проведених досліджень було встановлено, що питома активність ^{137}Cs найвища у лісовій підстилці і поступово зменшується в мінеральних шарах ґрунту з глибиною. Аналіз сумарної активності радіонукліда свідчить, що у вологих суборах відбувся швидкий перерозподіл ^{137}Cs з лісової підстилочки до мінеральних шарів ґрунту, ніж у свіжих суборах. Частка валового запасу ^{137}Cs у лісовій підстилці та мінеральних шарах ґрунту відповідно становить: у вологих суборах – 18,74 % і 81,26 % та свіжих суборах – 25,83 % і 74,14 %. Крім того з’ясовано, що основний вміст ^{137}Cs сконцентрований у 0–24 см мінеральному шарі ґрунту. Саме тому необхідно здійснювати постійний радіологічний контроль продукції лісового господарства, яка росте на радіоактивно забрудненій території та має неглибоку кореневу систему.

Перспективи подальших досліджень – отримані результати досліджень дають можливість прогнозувати подальший вертикальний розподіл ^{137}Cs по ґрунтовому профілю в різних типах лісорослинних умов, а також представляють значний інтерес для з’ясування поведінки радіонукліда в лісових екосистемах.

References

1. Krupskij, N. K., & Polupan, N. I. (1979). *Atlas pochv Ukrainskoj SSR*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
2. Bulko, N. I., Shabaleva, M. A., & Kozlov, A. K. (2009). Osobennosti povedeniya ^{137}Cs v sosnovyh nasazhdeniyah razlichnyh tipov lesa na territorii sleda avarii na ChAES. *Vesnik Mazyrskaga Dzyarzhaynaga Pedagogichnaga Źniversiteta imya I. P. Shamyakina*, 2 (23), 3–14 [In Russian].
3. Bulko, N. K., Shabaleva, M. A., Tolkacheva, N. V., & Kozlov, A. K. (2009). Fiziko-himicheskoe sostoyaniya ^{137}Cs v pochvah sosnovoj formacii regionov s razlichnymi tipami chernobylskih vypadenij spustya 20 let posle avarii na ChAES. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva*, 69, 516–534 [In Russian].
4. Vedmid, M. M., & Raspopina, S. P. (2010). *Otsinka lisoroslynnoho potentsialu zemel: metodychni posibnyk*. Kyiv: EKO-inform [In Ukrainian].
5. DSTU 3534-97. (1998). *Znaky naturalni lisovporiadni i lisohospodarski. Zahalni vymohy*. (vidpovidno do nakazu № 161 vid 1997-03-31) [In Ukrainian].
6. DSTU ISO 10381-1:2004. *Yakist gruntu vidbir prob. Chastyna I. Nastanovy shchodo skladannia proqram vidbyrannia prob. Chynnyi vid 2004-11-30*. (2004). Kyiv: derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].
7. Kaletnyk, M. M., Savushchuk, M. P., Krasnov, V. P. & ta in. (1998). *Instruktsiia z vidboru ta pidhotovky zrazkiv dlia radiometrychnoho kontroliu produktsii lisovoho gospodarstva*. Kyiv: Derzhkomlishosp Ukrainy [In Ukrainian].
8. Krasnov, V. P., Kurbet, T. V., Davydova, I. V., Shelest, Z. M., & Boyko, O. L. (2015). Vertykalnyi rozpodil sumarnoi aktyvnosti ^{137}Cs u gruntakh lisiv Polissia Ukrainy. *Naukovyi visnyk NLTU*, 25 (5), 123–129. [In Ukrainian].
9. Krasnov, V. P. (1998). *Radioekolohiia lisiv Polissia Ukrainy*. Zhytomyr: Volyn [In Ukrainian].
10. Krasnov, V. P., Orlov, A. A., Buzun, V. A., Landin, V. P., & Shelest, Z. M. (2007). *Prikladnaya radioekologiya lesa. Monografiya*. Zhitomir: Polissya [In Russian].
11. Krasnov, V. P., Orlov, O. O., & Vedmid, M. M. (2009). *Atlas roslyn-indykatoriv i typiv lisoroslynnykh umov Ukrainskoho Polissia*. Monohrafiia. Novohrad-Volynskiy [In Ukrainian].
12. Molchanova, I. V., Mihajlovskaya, L. N., & Kapavaeva, E. N. (1991). Podvizhnost padionuklidov v pochvenno-pastitelnom pokrove avapijnoj zony Chepnobylskoj AES. *Ekologiya*, 3, 89–91. [In Russian].
13. Naryshkin, M. A., Aleksahin, R. M., Molchanov, A. A., & i dr. (1975). Zakonomernosti raspredeleniya radioaktivnyh produktov deleniya globalnyh vypadenij v lesah severa Evropejskoj chasti SSSR. *Lesovedenie*, 4, 104–107. [In Russian].
14. Pozniak, S. P. (2010). *Gruntoznavstvo i heohrafiia gruntiv*. Lviv: LNU imeni Ivana Franka [In Ukrainian].
15. Polupan, N. I., Nosko, B. S., & Kuzmicheva, V. P. (1981). *Polevoj opredelitel pochv*. Kiev:Urozhaj [In Ukrainian].
16. SOU 74.14-37-425:2006. *Metod vidboru prob gruntu dlia radiatsiinoho kontroliu. Chynnyi vid 2006-01-01*. (2006). Kyiv: Ukrainskiy naukovo-doslidnyi instytut silskohospodarskoi radiolohii Natsionalnogo ahrarnoho universytetu [In Ukrainian].
17. SOU 02.02-37-476:2006. *Ploshchi probni lisovporiadni. Metod zakladannia. Chynnyi vid 2007-05-01*. (2006). Kyiv: Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy [In Ukrainian].
18. Tihomirov, F. A., Sanzharova, N. I., & Shpazhnikov, A. A. (1979). Migraciya antropogenykh radionuklidov v sisteme pochva-rastenie v lesnom biogeocenoze. *Problemy Lesnoj Radioekologii*, 38, 83–96. [In Russian].
19. Sheglov, A. I., Cvetnova, O. B., & Bogatyrev, L. G. (2004). Rol lesnyh podstilok razlichnogo genezisa v migracii tehnogenykh radionuklidov. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya: Pochvovedenie*, 4, 1–9 [In Russian].
20. Buraevaa, E. A., Bezuglovab, O. S., Stasova, V. V., Nefedova, V. S., Dergachevac, E. V., Goncharenkod, A. A., Martynenkoa, S. V., Goncharovab, L. Yu., Gorbobv, S. N., Malyshevskyc, V. S., & Vardunyb, T. V. (2015). Features of ^{137}Cs distribution and dynamics in the main soils of the steppe zone in the southern European Russia. *Geoderma*, 259-260, 259–270. doi: 10.1016/j.geoderma.2015.06.014
21. Chaif, H., Coppin, F., Bahi, A., & Garcia-Sanchez, L. (2021). Influence of non-equilibrium sorption on the vertical migration of ^{137}Cs in forest mineral soils of Fukushima Prefecture. *Journal of Environmental Radioactivity*, 232, 106567. doi: 10.1016/j.jenvrad.2021.106567
22. Eden, M., Felbermeier, B., Mosandl, R., & Völkel, J. (2017). Vertical distribution of ^{137}Cs in the contaminated soil of a spruce forest in Southern Germany 12 years after regeneration cutting. *Forest Ecology and Management*, 406, 402–409. doi: 10.1016/j.foreco.2017.09.060

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. Krasnov, V. P., Kurbet, T. V., Shelest, Z. M., & Boiko, O. L. (2016). ^{137}Cs redistribution in time in wet bory and sugrudyy soils in forests of Ukrainian Polissia. *Nuclear Physics and Atomic Energy*, 17 (1), 63–68. doi: 10.15407/jnpae2016.01.063
25. Larionova, N. V., Panitskiy, A. V., Kunduzbayeva, A. Ye., Kabdyrakova, A. M., Ivanova, A. R., & Aidarkhanov, A. O. (2021). Nature of radioactive contamination in soils of the pine forest in the territory adjacent to Semipalatinsk test site. *International Journal of Radiation Research*. 19 (1), 113–120.
26. Melnyk, V., & Kurbet, T. (2018). Current distribution of ^{137}Cs in sod-podzolic soils of different types of forest conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (95)), 65–71. doi: 10.15587/1729-4061.2018.142613
27. Muto, K., Atarashi-Andoh, M., Matsunaga, T., & Koarashi, J. (2019). Characterizing vertical migration of ^{137}Cs in organic layer and mineral soil in Japanese forests: Four-year observation and model analysis. *Journal of Environmental Radioactivity*, 208-209, 106040. doi: 10.1016/j.jenvrad.2019.106040
28. Ramzaev, V. P., Barkovsky, A. N., & Varfolomeeva, K. V. (2019). Vertical distribution of ^{137}Cs in soddy-podzolic sandy soil in grasslands and forests of the Bryansk region in 2015–2016. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 12 (3), 27–41. doi: 10.21514/1998-426x-2019-12-3-27-41
29. Sasaki, T., Matoba, D., Dohi, T., Fujiwara, K., Kobayashi, T., & Iijima, K. (2020). Vertical distribution of ^{90}Sr and ^{137}Cs in soils near the Fukushima Daiichi nuclear power station. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 326 (1), 303–314. doi: 10.1007/s10967-020-07294-3
30. Sakashita, W., Miura, S., Akama, A., Ohashi, S., Ikeda, S., Saitoh, T., Tomoyuki, S., Masabumi, K., Yoshiki, S., & Kaneko, S. (2020). Assessment of vertical radiocesium transfer in soil via roots. *Journal of Environmental Radioactivity*, 222, 106369. doi: 10.1016/j.jenvrad.2020.106369

Стаття надійшла до редакції 12.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мельник-Шамрай В. В. Вертикальний розподіл ^{137}Cs у ґрунтах свіжого та вологого субору Українського Полісся. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 101–109.

© Мельник-Шамрай Вікторія Вікторівна, 2021



original article | UDC 631.45 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.13

MICROBIOLOGICAL ASPECT OF ECOLOGICAL BIOTECHNOLOGY OF APPLYING
“RADOROD” BIOLOGICAL PREPARATION IN THE AGRARIAN SPHERE



A. V. Pasenko*

S. V. Dihtyar

O. A. Sakun

O. O. Nykyforova

I. I. Tsymbal

ORCID  [0000-0003-1108-0408](https://orcid.org/0000-0003-1108-0408)ORCID  [0000-0002-6872-2865](https://orcid.org/0000-0002-6872-2865)ORCID  [0000-0003-1573-4333](https://orcid.org/0000-0003-1573-4333)Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
20, Pershotravneva St., Kremenchuk, 39600, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: pasenko2000@ukr.net

How to Cite

Pasenko, A. V., Dihtyar, S. V., Sakun, O. A., Nykyforova, O. O., & Tsymbal, I. I. (2021). Microbiological aspect of ecological biotechnology of applying “Radorod” biological preparation in the agrarian sphere. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 110–117. doi: 10.31210/visnyk2021.03.13

In agro-technologies, a promising way to increase soil fertility and intensify plant production is the use of certain biochemically active strains of microorganisms that provide humification of the organic component of plant residues in situ. There is a line of “Radorod” bio-fertilizers, different modifications of the fertilizer are used depending on agro conditions and the grown crop. The paper investigates the effectiveness of applying “Radorod PZ” biological preparation, which contains microorganisms-destroyers accelerating the mineralization of complex organic compounds and, thus, increasing soil fertility. Soil samples were taken for the bio-fertilizer treatment: common chernozem (black soil) and podzolized (bleached) chernozem. The study of soil micro-biocenosis after treatment with “Radorod PZ” preparation was carried out by studying the micro-landscapes of soil samples using the method of fouling glasses by M. G. Kholodny. The study of the total number of aerobic mesophiles and colonies’ culture characteristics of microorganisms of the microbial cenosis of the studied soil samples was conducted after sowing microbiota on the nutrient medium of MPA by microscopic examination. The dominant group of microorganisms of Actinobacteria class in the mixed culture of the soil microbiota after applying “Radorod PZ” was determined by culture characteristics. In case of adding the biological preparation to the common chernozem, there was an increase in the percentage of Actinobacteria class representatives from the total amount of soil microbiota by 14 %, and when adding to podsolized chernozem – by 4 %. The difference in the content of microorganisms in soils of different genesis is explained by the dominance of Actinobacteria in environments enriched with plant residues. Podzolized hernozem is poor in humic substances, so the development of actinomycetes is somewhat slowed down. Actinobacteria have a powerful enzyme complex, and they are active bio-destroyers. It is recommended to use “Radorod PZ” bio-preparation to increase soil biological activity. The use of “Radorod PZ” bio-preparation to accelerate the process of mineralization of organic waste from agricultural production – plant residues in the field in situ is promising. The paper substantiates the application of “Radorod PZ” as a bio-agent of ecological biotechnology to restore soil fertility, increase crop growing productivity and maintain the environmental balance of agro-ecosystems.

Key words: agro-industrial complex, soil, ecological biotechnology, fertilizer, “Radorod” bio- preparation, microorganisms, Actinobacteria.

МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ «РАДОРД» В АГРОСФЕРІ

А. В. Пасенко, С. В. Дігтяр, О. А. Сакун, О. О. Никифорова, І. І. Цимбал

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна

*В агротехнологіях перспективним способом підвищення родючості ґрунтів та інтенсифікації рослинного виробництва є застосування певних біохімічно активних штамів мікроорганізмів, що забезпечують гуміфікацію органічного складника рослинних залишків в умовах *in situ*. Існує лінійка біодобрив «Радорд», різні його модифікації використовують залежно від агроумов та вирощуваної культури. У роботі досліджено ефективність застосування біопрепарату «Радорд ПЗ», що містить мікроорганізми-деструктори, які прискорюють мінералізацію складних органічних сполук і таким чином підвищують родючість ґрунту. Для обробки біодобривом були відібрані проби ґрунтів: чорнозему звичайного та чорнозему опідзоленого. Дослідження мікробоценозу ґрунтів після обробки препаратом «Радорд ПЗ» проводили шляхом вивчення мікропейзажів ґрунтових зразків із застосуванням методу стекол обростання за М. Г. Холодним. Вивчення загальної кількості аеробних мезофілів та культуральних ознак колоній мікроорганізмів мікробоценозу дослідних зразків ґрунту проводили після посіву мікробіоти на поживне середовище МПА методом мікроскопічного дослідження. За культуральними ознаками визначено домінуючу групу мікроорганізмів класу *Actinobacteria* у змішаній культурі ґрунтової мікробіоти після застосування «Радорд ПЗ». У разі додавання біопрепарату в чорнозем звичайний спостерігається збільшення відсотку представників класу *Actinobacteria* від загальної кількості ґрунтової мікробіоти на 14 %, а при додаванні в чорнозем опідзолений – на 4 %. Відмінність вмісту мікроорганізмів у ґрунтах різного генезису пояснюється домінуванням *Actinobacteria* у середовищах, збагачених залишками рослинного походження. Чорнозем опідзолений збіднений на гуміновий складник, тому динаміка розвитку актиноміцетів децю уповільнена. *Actinobacteria* мають потужний ферментний комплекс, є активними біодеструкторами. Рекомендовано використання біопрепарату «Радорд ПЗ» для підвищення біологічної активності ґрунту. Перспективним є застосування біопрепарату «Радорд ПЗ» для прискорення процесу мінералізації органічних відходів агровиробництва – рослинних залишків у польових умовах *in situ*. У роботі обґрунтовано застосування «Радорд ПЗ» як біоагенту екологічної біотехнології з відновлення родючості ґрунтів, збільшення продуктивності рослинництва та підтримання екологічної рівноваги агроєкосистем.*

Ключові слова: агропромисловий комплекс, ґрунт, екологічна біотехнологія, добриво, біопрепарат, Радорд, мікроорганізми, *Actinobacteria*.

Вступ

В Україні внаслідок катастрофічного зменшення обсягів виробництва та внесення органічних добрив у виснажений екстенсивним землеробством ґрунтовий покрив щорічно зменшується родючість ґрунтів та відбувається деградація земель, при цьому використання традиційних ресурсів органічної сировини для удобрення недостатні для забезпечення бездефіцитного балансу ґрунтів [1–2]. Тому необхідно залучати додаткові резерви органічної сировини у сучасному землеробстві [3–4]. Але такі органічні відходи, як рослинні залишки потребують певного часу для їх біологічної деструкції й переведення їх у ґрунті в біодоступну форму [5–7]. У сучасних умовах розвитку агротехнологій перспективним способом інтенсифікації переробки рослинних відходів є застосування певних біохімічно активних штамів мікроорганізмів, що забезпечують гуміфікацію органічного складника рослинних залишків в умовах *in situ* [8–9]. Одним із стратегічних напрямів розвитку сучасного землеробства є використання штучно отриманих біологічних препаратів, що надасть змогу поступово відновлювати природний потенціал потужного земельного ресурсу країни й отримувати екологічно чисту продукцію рослинництва [10]. Важлива роль серед таких агрономічних засобів належить біопрепаратам, що містять мікроорганізми-деструктори [11–12]. Екологічно безпечні мікробіологічні біопрепарати використовується насамперед як стимулятори відновлення складу ґрунтової мікробіоти, препарати для збагачення та підвищення біодоступності органічного складника гумусового шару ґрунтових екосистем, а по-друге – як органічне добриво для підвищення врожайності сільськогосподарських культур [13–14]. Перспективним біопрепаратом агрономічної технології є біодобриво «Радорд ПЗ», що прискорює мінералізацію складних органічних сполук і таким чином підвищує родючість ґрунту.

Матеріали і методи досліджень

У дослідженнях як біодобрива застосовано біодинамічне органічне добриво «Радород ПЗ», яке визнано «Органік стандарт» згідно з Постановами Ради (ЄС) № 834/2007 та № 889/2008. Мікробіологічні дослідження щодо ефективності застосування біопрепарату «Радород ПЗ» як біодобрива в екологічній біотехнології з відновлення родючості ґрунту проведені в мікробіологічній лабораторії кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Для обробки біодобривом були відібрані проби ґрунтів [1], що переважають у ґрунтовому покриві Полтавської області: № 1 – чорнозем звичайний (с. Щербаки Кременчуцького району); № 2 – чорнозем опідзолений (с. Потоки Кременчуцького району). Дослідження впливу мікробоценозу біодинамічного препарату «Радород ПЗ» на ґрунтову мікробіоту шляхом вивчення мікропейзажів ґрунтових зразків проводили із застосуванням методу стекел обростання за М. Г. Холодним [15–16]. Після закінчення терміну експозиції у пробах ґрунтів (1 місяць) закладені стекла обростання видаляли й фарбували 1 %-м еритрозином та мікроскопіювали за вищезазначеним методом. Мікроскопічне дослідження зразків проводили з використанням методу світлопольної мікроскопії [15–16]. Для вивчення загальної кількості аеробних мезофілів, культуральних ознак колоній мікроорганізмів мікробоценозу дослідних зразків ґрунту проводили посів мікробіоти на поживне середовище МПА згідно із загальноприйнятим методом [15–16]. Здійснювали мікробіологічний посів на МПА рідкої фази ґрунтових розчинів дослідних і контрольних зразків. Визначали форму, колір, характер краю колоній мікроорганізмів. За культуральними ознаками вивчено домінуючу групу мікроорганізмів у змішаній культурі ґрунтової мікробіоти.

Результати досліджень та їх обговорення

Біодинамічне добриво «Радород ПЗ» – це концентрат води та колоїдної гуміфікованої речовини, яку виготовляють методом біологічної ферментації органічної сировини, відходів тваринництва (пташиного посліду, гною та підстилки великої рогатої худоби, свиней) з додаванням рослинномісної маси (тирси, соломи, торфу).

Біопрепарат «Радород» – це лінійка продуктів. Залежно від того, у яку пору року, на якому ґрунті та на якому етапі відбувається вирощування культури, використовують різні модифікації «Радород». Рідкі біодобрива – для внесення шляхом розпилення по поверхні ґрунту довкола культури або методом проколу ґрунту довкола коріння дерев (рис. 1). Сипкі біодобрива – для збагачення біогенними елементами ґрунту невеликих ґрунтових ділянок, ґрунтового субстрату теплиць для вирощування культур різного призначення.



Рис. 1. Біопрепарати «Радород»: а), б) – рідкий; в) – сипкий.

До хімічного складу препаратів «Радород» входять макро- і мікроелементи: Нітроген – 4,5 %; Фосфор – 2,5 %, Калій – 1,2 %; Кальцій – 1,7 %; Ферум – 2–3 %; гумус – 26,4 % та інші складники біопрепарату. рН біопрепарату становить 6,8–7,4. Проаналізувавши специфіку рекомендацій виробника щодо застосування біопрепарату «Радород ПЗ», його вплив на органічний складник ґрунту у роботі припустили можливість застосування вказаного біодобрива як ефективного біодеструктора органічних сполук, а саме рослинних залишків у ґрунті. При дозуванні дотримувалися рекомендацій виробника. Біохімічно активним складником виступає мікробоце-

ноз біопрепарату. Важливим наслідком застосування «Радород ПЗ» є очікувані позитивні зміни у якісному й кількісному складі ґрунтової мікробіоти. Тому було досліджено склад ґрунтового мікробіоценозу після застосування «Радород ПЗ» з використанням як контролю вихідних проб ґрунтів без обробки біопрепаратом. Найсучасніші молекулярно-біологічні методи дають змогу під час аналізу врахувати різні види ґрунтових мікроорганізмів. До групи методів екологічного спрямування з дослідження ґрунтової мікробіоти відносять класичну методику стекл обростання (Холодного М. Г.) [15–16], що дозволяє спостерігати формування і склад «мікробних пейзажів» у певному ґрунтовому середовищі. Розміщення досліджуваних стекл у ґрунт проводили на сьому добу після обробки біопрепаратом «Радород ПЗ» під овочеву культуру (Огірок *Lutoyar F1*). Після закінчення терміну експозиції (протягом 1-го місяця) стекла обростання видаляли з ґрунтового середовища та фарбували 1 %-м розчином еритрозину та мікроскопіювали відповідно за вищезазначеним методом (рис. 2).



Рис. 2. Процедура дослідження «мікрпейзаж» стекл обростання

При мікроскопіюванні «мікрпейзажів» відмічається наявність у змішаній культурі ґрунтового мікробіоценозу значної кількості представників класу *Actinobacteria*. Актиноміцети – мікроорганізми, які зовнішньо схожі на гриби, але на відміну від них утворюють лише псевдоміцелії (рис. 3), тому є відокремленю за походженням й властивостями групою бактерій [17].

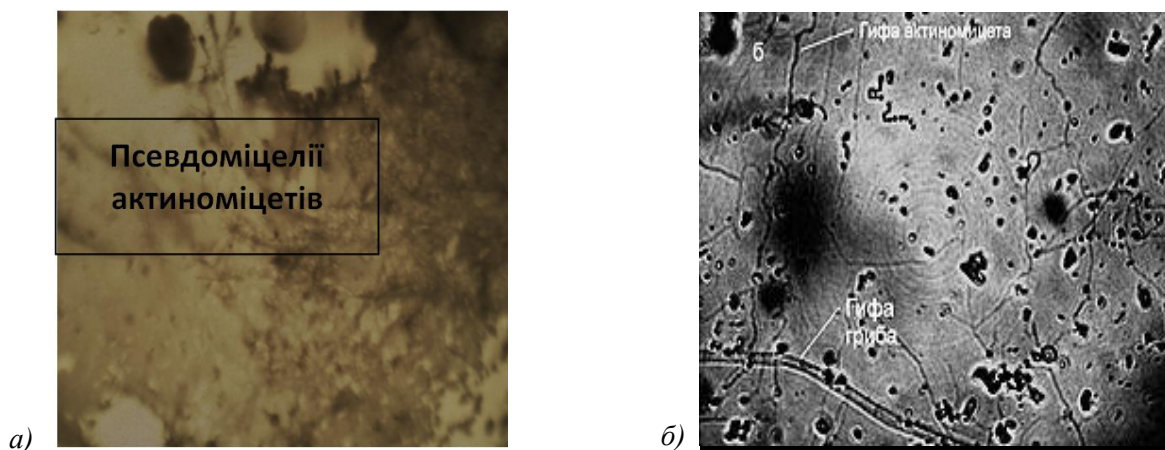


Рис. 3. «Мікрпейзаж» на стеклах обростання:

а) – «мікрпейзаж» дослідного ґрунту; б) – типовий «мікрпейзаж» [15–16].

Для вивчення культуральних ознак представників мікробіоценозу дослідних зразків ґрунту було проведено посів ґрунтових мікроорганізмів на поживне середовище МПА для отримання колоніальних форм. Для визначення змін у формуванні ґрунтового мікробіоценозу під впливом біодобрива на МПА засівали рідку фазу самого біопрепарату «Радород ПЗ», ґрунтові розчини дослідних і контрольних зразків ґрунту (рис. 4).



Рис. 4. Посів рідкої фази «Радород ПЗ» та ґрунтових розчинів на МПА

Після рекомендованого за методикою [15–16] певного часу культивування, а саме експозиції протягом 2–3 діб при 36 °С визначали домінуючі екологічні групи мікробіоценозів, характерні ознаки колоній аеробних мезофільних мікроорганізмів: форму, колір, характер краю колоній із застосуванням методу світлопольної мікроскопії. У зразках було виявлено домінування певних угруповань мікроорганізмів (рис. 5).

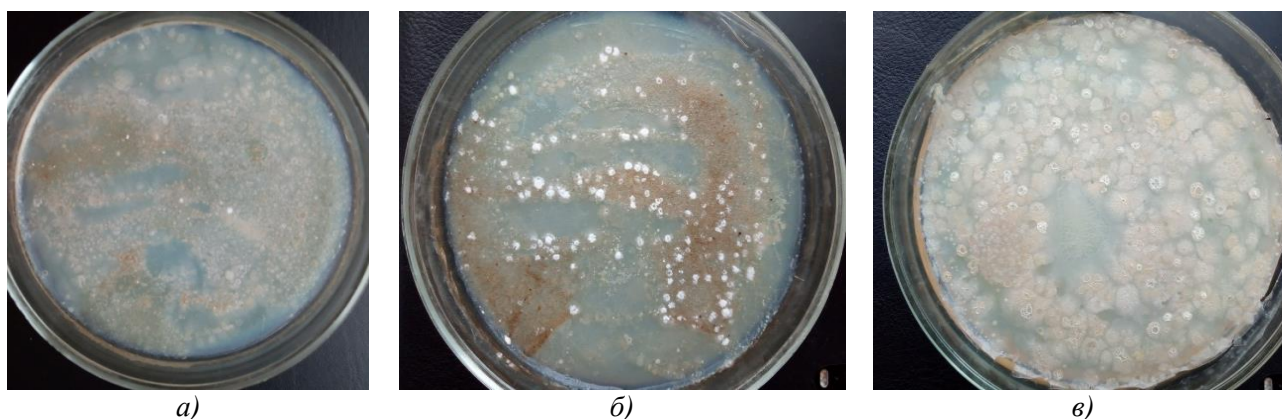


Рис. 5. Колонії мікроорганізмів у зразках:
 а) – рідка фаза біопрепарату «Радород ПЗ»; б) – ґрунтовий розчин ґрунту без обробки;
 в) – ґрунтовий розчин ґрунту після обробки «Радород ПЗ»

У пробі з ґрунтовим розчином ґрунту після додавання біопрепарату «Радород ПЗ» спостерігаємо серед мікроорганізмів переважання колоній актиноміцетів (рис. 6), а у пробі з контрольним ґрунтом без біопрепарату – крім колоній бактерій спостерігаємо значну кількість пліснявих грибів.

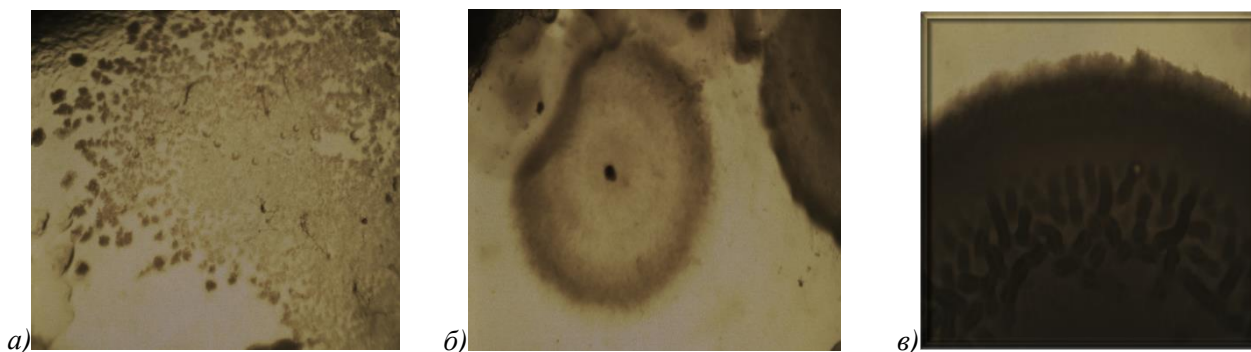


Рис. 6. Колонії актиноміцетів у дослідних зразках:
 а) – скупчення колоній, б) – молода колонія, в) – край колонії

Мікроскопічне вивчення характерних ознак колоній мікроорганізмів, формування їх псевдоміцелію у дослідних зразках проводили при збільшеннях 16×4 та 16×10 . Особливу увагу приділено вивченню колоній найбільш активних біодеструкторів рослинновмісної органіки і загалом процесу ґрунтоутворення – актиноміцетам. Відмічено характерні особливості розростання їхнього псевдоміцелію (рис. 7) [18].

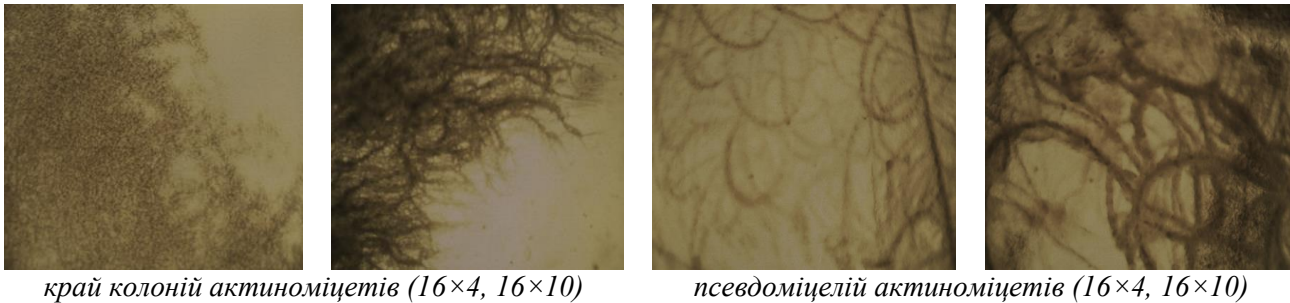


Рис. 7. Культуральні ознаки колоній актиноміцетів.

На щільному середовищі МПА у поверхневій культурі актиноміцетів виявлені три типові типи міцелію: субстратний, повітряний і надсубстратний. Колонії визначені як щільні, шкірясті, що міцно зростаються з середовищем, середньої величини 2–5 мм. Зовнішній вигляд колоній переважно складчастий із горбистою поверхнею.

За результатами експерименту підтверджено присутність значної кількості клітин біохімічно активних мікроорганізмів – актиноміцетів як біодеструкторів у складі «Радород ПЗ» (рис. 8), які прискорюють процес розкладання рослинних залишків у ґрунті, таким чином активно беручи участь у процесі ґрунтоутворення та формування родючості ґрунту. Актиноміцети мають багатий ферментативний апарат, що дає змогу їм мінералізувати важкорозчинні органічні речовини. Крім цього, їм притаманна здатність утворювати антибіотики, що відіграє важливу роль у підтримці біологічної рівноваги у ґрунтах [19–20].

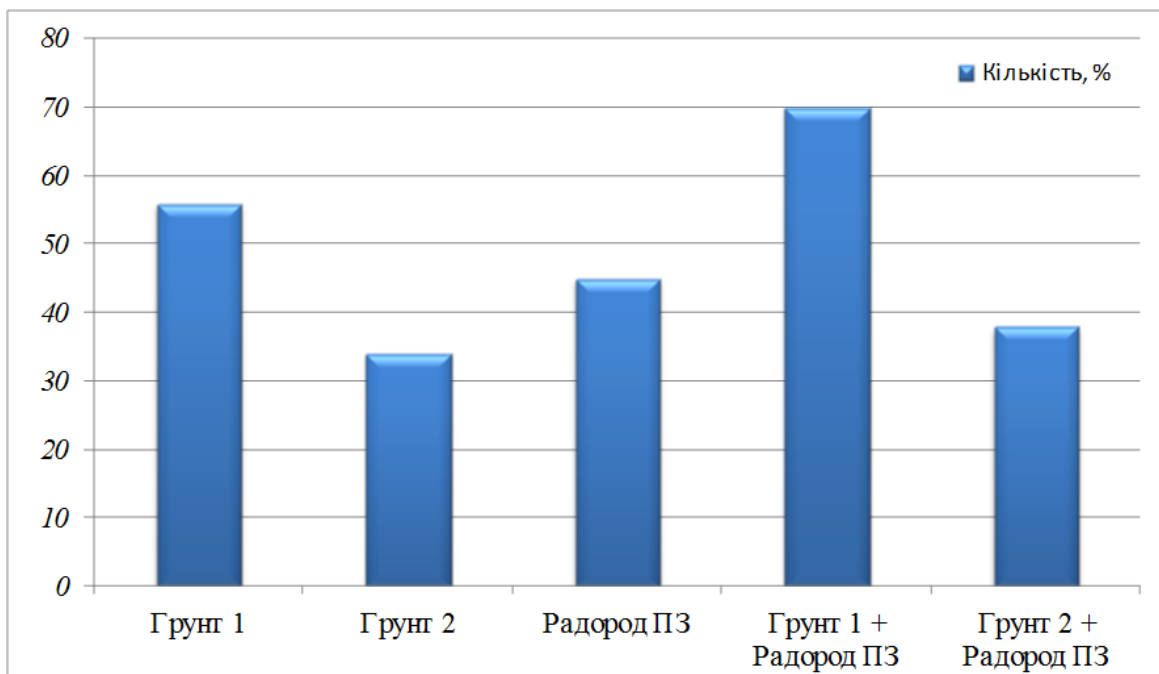


Рис. 8. Мікроорганізми класу *Actinobacteria* у дослідних пробах

За результатами експерименту встановлено, що додавання біодобрива «Радород ПЗ» у чорнозем звичайний збільшує відсоток ґрунтових мікроорганізмів класу *Actinobacteria* від загальної кількості мікробіоти на 14 %, а при додаванні в чорнозем опідзолений – на 4 %. Відмінність для ґрунтів різного

генезису пояснюється домінуванням указаної групи мікроорганізмів у середовищах, збагачених органічними залишками рослинного походження, їхньою активною участю у біотрансформації органічних сполук та гумусоутворенні. Чорнозем опідзолений збіднений на гуміновий складник, тому динаміка зростання кількісного складу актиноміцетів дещо уповільнена.

Усе це обумовлює перспективність застосування біопрепарату «Радород ПЗ» для прискорення процесу мінералізації органічних відходів агропромисловництва – рослинних залишків у польових умовах *in situ*.

Висновки

Обґрунтовано перспективність застосування на ринку агропромислового комплексу біопрепарату «Радород ПЗ» як конкурентноспроможного біодобрива, яке за умов реалізації стратегії орґано-біологічної системи землеробства сприятиме активізації мікробіоти збіднених та удобрюваних ґрунтів, відновлюючи їхню родючість та підвищуючи продуктивність рослинництва.

Встановлено позитивний вплив на якісний та кількісний склад ґрунтового мікробоценозу чорноземів застосування біопрепарату «Радород ПЗ», а саме додавання його у чорнозем звичайний збільшує відсоток ґрунтових мікроорганізмів класу *Actinobacteria* від загальної кількості мікробіоти на 14 %, а при додаванні в чорнозем опідзолений – на 4 %.

Рекомендовано використання біопрепарату «Радород ПЗ» для підвищення біологічної активності ґрунту завдяки кількісно-якісному збагаченню ґрунтового мікробоценозу з переважанням у мікробному угрупованні представників класу *Actinobacteria*, які є активними біодеструкторами, що мають потужний ферментний комплекс.

Обґрунтовано екологічну доцільність застосування препарату «Радород ПЗ» як біоагенту екологічної біотехнології з відновлення родючості ґрунтів, що забезпечить збільшення продуктивності рослинництва при зменшенні витрат на виробництво, збереження родючості чорноземів та підтримання екологічної рівноваги агроєкосистем.

References

1. Melnychuk, D., Hoffman, J., & Horodnjogo, M. (Red). (2004). *Yakist ґruntiv ta suchasni strategiyi udobrennya*. Kyiv: Aristey. [In Ukrainian].
2. Balyuk, S. A. (2010). Soil resources of Ukraine: condition and measures for their improvement. *Bulletin of Agricultural Science*, 6 6–7. [In Ukrainian].
3. Efimov, V. N., Donskih, I. N., Efimov, V. N., & Careno, V. P. (2002). *Sistema udobreniya*. Moskva: Kolos [In Russian].
4. Pasenko, A. V., Sakun, O. A., Nykyforova, O. O., Dudnik, O. V., & Kamynina, M. Yu. (2016). Biologichna aktyvnist ґruntiv pry ahrokhimichnii melioratsii netradytiiinymy dobryvamy. *Naukovyi Zhurnal «Ekologichna Bezpeka»*, 2 (22), 97–101. [In Ukrainian].
5. Mekich, M. Z., Dzhura, N. M., & Terek, O. I. (2013). Funktsionalne i prykladne znachennia biologichnoi aktyvnosti ґruntu. *Biologichni Studii*, 7 (3), 247–258. [In Ukrainian].
6. Zvyaginцев, D. I., Babeva, I. P., & Zenova, G. M. (2005). *Biologiya pochv*. Moskva: Izdatelstvo [In Russian].
7. Stahurlova, L. D., Svistova, I. D., & Sheglov, D. I. (2007). Biologicheskaya aktivnost kak indikator plodorodiya chernozemov v razlichnykh biocenoazah. *Pochvovedenie*, 6, 769–774. [In Russian].
8. Kanivets, V. I., Tokmakova, L. M., & Pyshchur, I. M. (2006). Shliakhy mikrobiologichnoi mobilizatsii fosfativ u ґruntakh. *Gruntoznavstvo*, 7 (3–4), 118–122. [In Ukrainian].
9. Pasenko, A. V., Novokhatko, O. V., Nykyforova, O. O., Kozlovska, T. F., & Maznytska, O. V. (2018). Optymizatsiia biologichnoi skladovoi ahrarnoi tekhnolohii No-Till. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 3 (110), 92–96. [In Ukrainian].
10. Kovalev, V. E. (2006). Organicheskoe i biodinamicheskoe zemledelie. *Mirovaya Ekonomika i Mezhdunarodnye Otmosheniya*, 5, 10–16. [In Russian].
11. Iutynska, H. O., & Patyka, V. P. (2000). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku hruntovoi mikrobiolohii v Ukraini. *Biuletyn Instytutu Silskohospodarskoi Mikrobiolohii*, 6, 7–14. [In Ukrainian].
12. Ostapchuk, M. O., Polishchuk, I. S., & Mazur, V. A. (2011). Mikrobiologichni preparaty – skladova orhanichnoho zemlerobstva. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 7 (47), 11–16. [In Ukrainian].

-
13. Veremeienko, S. Ye., & Trusheva, S. S. (2011). *Biologichni systemy zemlerobstva*. Rivne: NUVHP [In Ukrainian].
14. Stetsyshyn, P. O. (2011). *Osnovy orhanichnoho zemlerobstva*. Kyiv: Nova Knyha [In Ukrainian].
15. Volkohon, V. V. (Red.). (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
16. Iutynska, H. O. (2006). *Gruntova mikrobiolohiia*. Kyiv: Aristei [In Ukrainian].
17. Pandey, A., Ali, I., Butola, K. S., Charrerji, T., & Singh, V. (2011). Isolation and characterization of Actinomycetes from soil and evaluation of antibacterial activities of Actinomycetes against pathogens. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2 (4), 384–392.
18. Solodka, L. O. (2007). The methods of actinomycetes cultures identification. *Bulletin of the State Automobile Inspectorate*. no. 2(19), т. 1. pp. 173–177. [In Ukrainian].
19. Volkohon, V. V. (2005). Mikrobiolohiia u suchasnomu ahrarnomu vyrobnytstvi. *Silskohospodarska mikrobiolohiia: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*, 1-2, 6–29. [In Ukrainian].
20. Volkohon, V. V. (Red.) (2006). *Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.08.2021 р

Бібліографічний опис для цитування:

Пасенко А. В., Дігтяр С. В., Сакун О. А., Никифорова О. О., Цимбал І. І. Мікробіологічний аспект екологічної біотехнології застосування біопрепарату «Радород» в агросфері. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 110–117.


© Пасенко Альона Вікторівна, Дігтяр Сергій Вікторович, Сакун Оксана Анатоліївна,
Никифорова Олена Олексіївна, Цимбал Інна Іванівна, 2021


EFFECTIVENESS OF USING MIXED-LIGAND COMPLEXES OF ZINC, MANGANESE AND COBALT IN FEEDING HIGHLY PRODUCTIVE COWS IN THE EARLY DRY PERIOD

 Yu. G. Kropyvka^{1*}

 ORCID  [0000-0002-4654-0147](https://orcid.org/0000-0002-4654-0147)

 V. S. Bomko²

 ORCID  [0000-0001-5558-6924](https://orcid.org/0000-0001-5558-6924)
¹ Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

² Bila Tserkva National Agrarian University
8/1, Soborna sq., Bila Tserkva, Kyiv region, 09117, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: yurikropyvka@gmail.com

How to Cite

Kropyvka, Yu. G., & Bomko, V. S. (2021). Effectiveness of using mixed-ligand complexes of zinc, manganese and cobalt in feeding highly productive cows in the early dry period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 118–126. doi: 10.31210/visnyk2021.03.14

The article presents the results of studying the effectiveness of feeding different levels of mixed-ligand complexes of zinc, manganese and cobalt to high-yielding cows of Holstein, Ukrainian black-spotted dairy and Ukrainian red-spotted dairy breeds in the early dry period and the complexes' impact on feed consumption, live weight indicators, postpartum condition, and hematological blood parameters. The research results showed that the best consumption of dry matter (DM) in the diets of cows of the 5th experimental group was due to better eating of hay, silage and haylage – by 3.92 % as compared to the control group. Good consumption of feed by animals ensured the increase in their live weight. Cows of the 1st (control) group increased live weight by 25.1 kg, while the increase in cows' live weight of the experimental groups was higher in comparison with the control by 1.2-9.6 % or 0.3-2.4 kg. The difference was significant for cows of the 4th and 5th experimental groups ($P < 0.01$ – $P < 0.001$). At lower levels of mixed-ligand complexes of zinc, manganese and cobalt, the concentration of which in 1 kg of DM feed mixture was, in mg: zinc – 27.0; manganese – 27.0; cobalt – 0.34, the live weight of calves in the experimental groups at birth increased by 2.6-6.6 % in comparison with the control. Also, lower doses of these microelements in the form of mixed-ligand complexes in the diet of pregnant dry cows had a positive effect on their birth rates. In particular, cows of the experimental groups had a better labor process and no cases of placental retention were detected. Of 10 cows in the control group, 7 heads, or 70 % calved down without outside assistance, in the 2nd experimental group – 9 heads, and in the 3rd, 4th and 5th groups – 10 heads from each, or 100 %. Placental separation in all cows of the 3rd, 4th and 5th experimental groups took place in time, in the 2nd experimental group, one cow had placental retention, and in the control group – two. The analysis of hematological parameters of experimental cows has shown that mixed-ligand complexes of zinc, manganese and cobalt in concentrated feeds have a positive effect on the body and health of cows. The most effective was the dose of mixed-ligand complexes of zinc, manganese and cobalt with the concentration in 1 kg of DM feed mixture: of zinc – 31.5 mg, manganese – 31.5 mg and cobalt – 0.41 mg.

Key words: highly productive cows, live weight, hematological indices, microelements, mixed-ligand complexes of zinc, manganese, cobalt.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОЛІГАНДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЦИНКУ, МАНГАНУ Й КОБАЛЬТУ В ГОДІВЛІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ У РАННІЙ СУХОСТІЙНИЙ ПЕРІОД

Ю. Г. Кропивка¹, В. С. Бомко²

¹ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

² Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

У статті представлені результати вивчення ефективності згодовування різних рівнів змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту високопродуктивним коровам голштинської, української чорно-рябої молочної і української червоно-рябої молочної порід у ранній сухостійний період та вплив цих комплексів на споживання кормів, показники живої маси, післяпологовий стан та гематологічні параметри крові. Результати досліджень свідчать, що найкраще споживали суху речовину раціонів корови 5-ї дослідної групи через краще поїдання сіна, силосу і сінажу – на 3,92 % порівняно з контрольною групою. Добре споживання кормосуміші тваринами забезпечило зростання їх живої маси. Корови 1-ї контрольної групи збільшили живу масу на 25,1 кг, тоді як збільшення живої маси в корів дослідних груп було вищим порівняно з контролем на 1,2–9,6 % або на 0,3–2,4 кг. Різниця була достовірною для корів 4-ї і 5-ї дослідних груп ($P < 0,01$ – $P < 0,001$). При менших рівнях змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту, концентрація яких в 1 кг СР кормосуміші становила, мг: Цинку – 27,0; Мангану – 27,0; Кобальту – 0,34 жива маса телят при народженні збільшилась на 2,6–6,6 % у дослідних групах порівняно з контрольною. Також менші дози цих мікроелементів у вигляді змішанолігандних комплексів у раціоні тільних сухостійних корів позитивно вплинули на їхні пологові показники. Зокрема, у корів дослідних груп краще перебігав пологовий процес і не спостерігали випадків затримання плаценти. З 10 корів контрольної групи без сторонньої допомоги розтелилося 7 голів, або 70 %, у 2-й дослідній групі – 9 голів, а в 3-й, 4-й і 5-й – по 10 голів, або 100 %. Відділення плаценти в усіх корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп відбулося своєчасно, у 2-й дослідній групі затримка посліду була в однієї корови, а в контрольній групі – у двох. Аналіз гематологічних показників піддослідних корів свідчить, що змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану й Кобальту у складі концентрованих кормів мають позитивний вплив на організм та здоров'я корів. Найефективнішою виявилась доза змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту з концентрацією в 1 кг СР кормосуміші: Цинку – 31,5 мг, Мангану – 31,5 мг і Кобальту – 0,41 мг.

Ключові слова: високопродуктивні корови, жива маса, гематологічні показники, мікроелементи, змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту.

Вступ

Процес комплектування високопродуктивного стада за рахунок добору й підбору тварин місцевих порід є досить тривалим і для його прискорення можливим є використання тварин вітчизняної селекції із частковим завезенням нетелей зарубіжної селекції. Такі заходи дозволять суттєво підвищити генетичний потенціал тварин існуючих стад, зважаючи на поліпшуючий ефект голштинської породи [3, 16].

В Україні виведені українські чорно-ряба й червоно-ряба молочні породи з генетичним потенціалом молочної продуктивності 7–9 тис. кг за лактацію, який не на всіх фермах і комплексах реалізується повністю через недосконале утримання та неповноцінну годівлю, що часто стає причиною вибракування корів. Через раннє вибракування більшість корів не доживає до віку максимальної продуктивності в 4–5 лактацій, що призводить до зниження рентабельності виробництва молока [5, 12, 16]. Тому сукупність заходів на таких фермах і комплексах повинна бути спрямована на організацію повноцінної годівлі тварин, на вирощування молодняка, правильну підготовку нетелей до отелення з подальшою оцінкою корів-первісток для досягнення генетичного прогресу при формуванні високопродуктивного стада [3, 15, 20].

Мікроелементи Цинк, Манган, Кобальт і Селен належать до біологічно активних речовин, які впливають на обмін білків, жирів і вуглеводів в організмі тварин, оскільки є необхідними компонентами або активаторами багатьох ферментів та гормонів. Крім того, вони зміцнюють імунну систему організму і впливають на відтворні функції тварин [2, 9, 17, 19].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

У повноцінній годівлі корів із біологічно активних речовин важлива роль відводиться мінеральним елементам [6, 9, 10, 11, 21], тому що вони беруть активну участь у перетравленні та обміні поживних речовин, використовуються організмом як структурний матеріал, створюють нормальні умови для роботи всіх внутрішніх органів, м'язів і нервової системи, знешкоджують шкідливі для організму продукти обміну [1, 13, 18, 22]. Позитивно впливають на активність ферментів, гормонів, вітамінів, стабілізують кислотно-лужну рівновагу й осмотичний тиск. Впливають на функції кровотворення, ендокринних залоз, мікрофлору травного тракту, беруть участь у біосинтезі білка, проникності клітинних мембран і т.д. [4, 7, 8].

Мета статті. З'ясувати доступність Цинку, Мангану і Кобальту для організму високопродуктивних корів з органічних і неорганічних їх сполук та вплив досліджуваних доз мікроелементів в 1 кг сухої речовини (СР) на показники живої маси, післяпологовий стан та гематологічні параметри крові високопродуктивних корів.

Завдання досліджень полягає у встановленні оптимальних доз введення змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту до раціонів високопродуктивних корів у ранній сухостійний період.

Матеріали і методика досліджень

Експериментальні дослідження проводили у ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області. Для дослідів за принципом аналогів відібрали п'ять груп по 10 голів у кожній високопродуктивних корів голштинської, української червоно-рябої та української чорно-рябої молочних порід.

Відомо, що в сухостійний період у корів інтенсивно проходить ріст та розвиток плоду й накопичення поживних речовин для майбутньої лактації. На сьогодні годують високопродуктивних корів у сухостійний період в першу його половину високоякісними грубими й соковитими кормами з додаванням 1–2 кг концентрованих кормів або без них, а у другу половину – концентрованих кормів використовують 3–4 кг. При цьому слідкують за збалансованістю раціонів не тільки за основними поживними речовинами, але й за біологічно активними, такими як мікроелементи, вітаміни. Тому у дослідженнях вивчали ефективність використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту в раціонах високопродуктивних сухостійних корів у ранній період сухостою згідно зі схемою дослідів (таблиця 1). Для корів контрольної групи використовували дозу змішанолігандного комплексу Цинку, Мангану й Кобальту з концентрацією в 1 кг СР кормосуміші (КС), мг: Цинку – 45,0; Мангану – 45,0 і Кобальту – 0,63. У 2-й, 3-й, 4-й і 5-й дослідних групах концентрація цих мікроелементів була нижчою порівняно з контролем на 10 %, 20, 30 і 40 %. Схема дослідів наведена в таблиці 1.

1. Схема науково-господарського дослідів, n=10

Група	Досліджуваний фактор
1 контрольна	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 45,0; Мангану – 45,0; Кобальту – 0,63; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Йоду – 0,7.
2 дослідна	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 40,5; Мангану – 40,5; Кобальту – 0,56; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Йоду – 0,7.
3 дослідна	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 36,0; Мангану – 36,0; Кобальту – 0,49; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Йоду – 0,7.
4 дослідна	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 31,5; Мангану – 31,5; Кобальту – 0,41; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Йоду – 0,7.
5 дослідна	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку – 27,0; Мангану – 27,0; Кобальту – 0,34; Селену – 0,3; Купруму – 9 і Йоду – 0,7.

Статистичну обробку даних проводили за М. О. Плохінським [14].

Результати досліджень та їх обговорення

Якщо після завершення зрівняльного періоду дослідів різниця в годівлі піддослідних корів за групами була відсутня, то в основний період дослідів використання різних рівнів змішанолігандних ком-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

плексів Цинку, Мангану й Кобальту по-різному позначилися на поїданні об'ємних кормів, про що свідчать дані таблиці 2.

2. Раціони годівлі сухостійних корів живою масою 650 кг, у середньому за 30 днів досліджу (за споживанням кормів) 1-а фаза

Показники	Групи				
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна	5 дослідна
Кормова суміш, кг	34,6	35,0	35,2	35,5	35,8
У раціоні міститься:					
Кормові одиниці, кг	13,20	13,30	13,38	13,47	13,60
Обмінна енергія, МДж	145,0	146,3	146,9	148,0	149,0
Суша речовина, кг	14,58	14,73	14,80	14,90	15,03
Сирий протеїн, г	2098,0	2115,5	2118,6	2137,5	2150,7
Розщеплений протеїн, г	1434,6	1446,1	1452,2	1460,6	1469,2
Нерозщеплений протеїн, г	663,3	669,3	672,3	676,8	681,3
Перетравний протеїн, г	1441,7	1452,5	1458,1	1466,1	1474,2
Лізін, г	92,1	92,9	93,3	93,9	94,4
Метіонін, г	63,5	64,1	64,4	64,8	65,3
Триптофан, г	36,9	37,2	37,3	37,7	37,9
Сира клітковина, г	4051,2	4102,6	4127,8	4166,8	4205,3
Крохмаль, г	721,2	738,5	746,6	743,4	746,3
Цукор, г	1679,2	1685,5	1689,8	1693,5	1698,2
Сирий жир, г	701,6	709,2	713,3	718,7	724,4
Сіль кухонна, г	34	34	34	34	34
Кальцій, г	126,4	127,9	128,6	129,7	130,8
Фосфор, г	41,0	41,3	41,4	41,7	41,9
Сірка, г	25,7	25,9	26,0	26,2	26,4
Купрум, мг	145	145	145	145	145
Цинк, мг	657,0	591,3	525,6	459,9	394,2
Манган, мг	657,0	591,3	525,6	459,9	394,2
Кобальт, мг	9,2	8,2	7,2	6,2	5,2
Йод, мг	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Селен, мг	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Каротин, мг	875	875	875	875	875
Вітамін D, МО	17500	17500	17500	17500	17500

Із 38 кг кормосуміші тварини 1-ї контрольної групи з'їдали 34,6 кг, тварини 2-ї дослідної групи – 35,0 кг, 3-ї дослідної групи – 35,2 кг, 4-ї дослідної групи – 35,5 кг і 5-ї дослідної групи – 35,8 кг.

Споживання сухих речовин кормів у розрахунку на 100 кг живої маси корів складало 2,43 кг у 1-й контрольній групі і 2,46–2,50 кг у дослідних групах. Найкраще споживали суху речовину раціонів корови 5-ї дослідної групи через краще поїдання сіна, силосу і сінажу – на 3,92 % порівняно з контрольною групою. Спожиті корми забезпечували корів сирым протеїном на рівні 14,3–14,4 % від сухої речовини, важкорозчинною його фракцією на рівні 68,4 % від сирого протеїну.

Корови дослідних груп споживали 146,3–149,0 МДж обмінної енергії проти 145,0 МДж контрольної групи. При цьому відсоток клітковини від сухої речовини становив: у 1-й контрольній групі 27,2 %, у дослідних групах 27,9–28,0 %, що було в межах норми. Цукрово-протеїнове відношення складало 1,15–1,16 : 1 у дослідних групах, а в контролі 1,16 : 1.

Забезпеченість сирым протеїном, сирым жиром, макро- і мікроелементами відповідає нормі.

Надходження в організм піддослідних корів у перші 30 днів сухостійного періоду різних рівнів мікроелементів Цинку, Мангану й Кобальту забезпечило залежність їхньої живої маси від цих показників (табл. 3).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

У кінці першої фази сухостійного періоду жива маса піддослідних тварин збільшилася (табл. 3). Корови 1-ї контрольної групи збільшили живу масу на 25,1 кг, тоді як збільшення живої маси в корів дослідних груп було вищим порівняно з контролем на 1,2–9,6 % або на 0,3–2,4 кг. Різниця була достовірною для корів 4-ї і 5-ї дослідних груп ($P < 0,01$ – $P < 0,001$).

У цей період корови менше споживають кормів через зменшення об'єму шлунково-кишкового тракту за рахунок росту плоду й більш раціонально використовують поживні речовини корму на інтенсивний його ріст та відкладення поживних речовин в організмі. Тому, на нашу думку, на основі отриманих показників менші рівні Цинку, Мангану й Кобальту за рахунок їх змішанолігандних комплексів забезпечують корів у перші 30 днів сухостійного періоду потребу в цих мікроелементах. Зважаючи на це, норми мікроелементів при використанні органічних їх форм можуть бути значно нижчими.

3. Динаміка живої маси піддослідних корів і новонароджених телят ($M \pm m$, $n=10$)

Показники	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Перша фаза сухостійного періоду					
Жива маса на початку, кг	604,4±4,68	605,2±4,89	604,8±4,40	604,5±3,67	603,6±4,55
Жива маса на 30-й день, кг	629,5±3,93	630,6±3,61	630,8±2,93	631,7±2,37	630,1±2,61
Приріст за 30 днів, кг	25,1±0,49	25,4±0,53	25,9±0,52	27,5±0,65	27,5±0,54
Середньодобовий приріст, г	836±15,0	847±14,1	863±15,9	907±10,6	917±13,6
у % до контролю	100,0	101,3	103,2	108,5	109,7
Друга фаза сухостійного періоду					
Жива маса на 60-й день, кг	654,3±3,63	655,8±3,68	656,6±3,11	657,7±3,45	656,2±3,31
Приріст за 30 днів, кг	24,8±0,47	25,2±0,52	25,7±0,53	26,0±0,40	26,1±0,50
Середньодобовий приріст, г	827±14,2	840±15,5	857±15,1	867±14,7	870±14,5
у % до контролю	100,0	101,6	103,7	104,9	105,3
Приріст за 60 днів, кг	49,9±0,48	50,6±0,53	51,6±0,54	53,2±0,54	53,6±0,52
Середньодобовий приріст, г	832±14,6	843±14,8	860±15,5	887±12,7	894±14,0
Жива маса новонароджених телят, кг	30,3±0,54	31,1±0,68	31,8±0,47	32,0±0,37	32,3±0,43
у % до контролю	100,0	102,6	104,9	105,6	106,6

У другій фазі сухостійного періоду піддослідні корови продовжували збільшувати свою живу масу за рахунок росту плоду й відкладення поживних речовин в організмі. Прирости живої маси були дещо меншими порівняно з першою фазою сухостійного періоду і становили: у 1-й контрольній групі 24,8 кг, у 2-й дослідній групі – 25,2 кг, у 3-й дослідній групі – 25,7 кг, у 4-й дослідній групі – 26,0 кг і у 5-й дослідній групі – 26,1 кг.

Отже, більш високі рівні змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту суттєво впливу на прирости живої маси корів у сухостійний період не мали. Навпаки, при менших рівнях цих мікроелементів за рахунок їх змішанолігандних комплексів спостерігалася тенденція до збільшення живої маси дослідних корів.

Протягом 10 днів відбулося отелення у всіх піддослідних корів. При менших рівнях змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту жива маса телят при народженні збільшилась на 2,6–6,6 % у дослідних групах порівняно з контрольною.

Кращі показники були в корів, у раціонах яких використовували сульфат купруму, Суплекс селену і йодид калію і змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану й Кобальту, концентрація яких в 1 кг СР кормосуміші становила, мг: Цинку – 27,0; Мангану – 27,0; Кобальту – 0,34.

При отеленнях слідкували за їх перебігом і особливу увагу звертали на характер відділення посліду після отелення в піддослідних корів. Пологові показники піддослідних корів наведені у таблиці 4.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Використання різних рівнів змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту в раціоні тільних сухостійних корів позитивно вплинуло на їхні пологові показники. Зокрема, у корів дослідних груп краще перебігав пологовий процес і не було відзначено випадків затримання плаценти (табл. 4).

Так, з 10 корів у контрольній групі без сторонньої допомоги розтелилося 7 голів, або 70 %. У 2-й дослідній групі таких корів було 9 голів, а у 3-й, 4-й і 5-й – по 10 голів, або 100 %.

4. Пологові показники піддослідних корів

Показники	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Кількість корів, голів	10	10	10	10	10
Отелення відбулося без сторонньої допомоги, голів	7	9	10	10	10
У % від загальної кількості корів	70	90	100	100	100
Надана допомога під час пологів, голів	3	1	0	0	0
У % від загальної кількості корів	30	10	0	0	0
Плацента відділилася самостійно, голів	8	9	10	10	10
У % від загальної кількості корів	80	90	100	100	100
Затримання плаценти, голів	2	1	0	0	0
У % від загальної кількості корів	20	10	0	0	0
Відділення плаценти відбулося за ветеринарної допомоги, голів	1	0	0	0	0
У % від загальної кількості корів	10	0	0	0	0
Ендометри, голів	1	0	0	0	0
У % від загальної кількості корів	10	0	0	0	0
Мастит, голів	1	1	0	0	0

Під час пологів трьом коровам 1-ї контрольної групи надавали допомогу, тоді як у 2-й дослідній групі такої допомоги потребувала лише одна корова, а у 3-й, 4-й і 5-й дослідних групах таких корів не виявилось зовсім.

Щодо відділення плаценти, то вона в усіх корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп відділилася своєчасно. У 2-й дослідній групі корів із самостійно відділеною плацентою було 9 голів, або 90 %. У контрольній групі нормальне відділення плаценти відбулося лише у восьми корів, що склало 80 % від загальної кількості. Затримання плаценти в корів 1-ї контрольної групи мало місце у 20 % випадках, 2-ї дослідної – 10 %. У 3-й, 4-й і 5-й дослідних групах корів із порушеним режимом відділення плаценти не було зовсім.

У однієї корови контрольної групи довелося відділяти плаценту працівнику ветеринарної медицини, а серед корів дослідних груп таких не було взагалі. Окрім зазначеного вище, одна корова з 1-ї контрольної групи захворіла на ендометрит, який потрібно було лікувати впродовж 6-ти днів та в однієї корови контрольної й однієї корови 2-ї дослідної груп виявлена початкова стадія маститу вим'я.

Отже, аналіз післяпологового стану піддослідних корів є підставою для ствердження, що різні рівні змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту сприяють кращому перебігу пологів, зменшують удвічі затримання плаценти, дають змогу запобігти виникненню ендометритів.

Уведення до раціону корів дослідних груп різних рівнів змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту мало відповідний вплив на біохімічні показники їхньої крові (табл. 5).

Концентрація гемоглобіну у крові корів 2-ї дослідної групи була на 3,1 г/л менше, ніж у контролі, а 3-ї – на рівні контролю (табл. 5). Корови 4-ї дослідної групи з рівнем змішанолігандних комплексів: Цинку – 31,5 мг, Мангану – 31,5 мг і Кобальту – 0,41 мг в 1 кг СР кормосуміші, за концентрацією гемоглобіну у крові перевищували контрольних аналогів на 8,4 г/л, або 6,9 %. Корови 5-ї дослідної групи містили гемоглобіну у крові на 3,7 г/л більше, ніж тварини контрольної групи, але менше на 4,7 г/л порівняно з коровами 4-ї дослідної групи.

Відповідно до гемоглобіну кількість еритроцитів помітно збільшувалась у крові корів 4-ї і 5-ї дослідних груп на 1,22 і 0,67 Т/л.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Щодо вмісту у крові піддослідних корів лейкоцитів, то тут однозначних змін під впливом досліджуваного фактора не виявлено. Зокрема, у крові корів 4-ї і 5-ї дослідних груп він був практично на рівні контролю, а у тварин 2-ї і 3-ї дослідних груп перевищував контроль відповідно на 0,39 і 0,20 Г/л.

Важливим показником забезпеченості тварин перетравним протеїном і ефективності засвоєння його організмом є концентрація загального білка в сироватці крові. Всі досліджувані рівні змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту сприяли підвищенню вмісту загального білка в сироватці крові піддослідних корів. При цьому найбільша різниця (6,4 г/л) відзначена між коровами 4-ї дослідної групи й контролем. У корів інших дослідних груп цей показник перевищував контроль на 2,1-4,1 г/л.

5. Біохімічні показники крові піддослідних корів (n=4; M±m)

Показники	Група				
	контрольна	дослідна			
		1	2	3	4
Гемоглобін, г/л	122,1±0,62	119,0±0,50	122,2±0,97	130,5±0,70	125,8±0,48
Еритроцити, Т/л	8,43±0,62	8,33±0,44	8,46±0,51	9,65±0,49	9,10±0,57
Лейкоцити, Г/л	7,15±0,29	7,54±0,73	7,35±0,49	7,14±0,61	7,22±0,91
Загальний білок, г/л	76,4±0,15	78,5±0,43	80,5±0,21***	82,8±0,16**	7,96±0,53*
у т.ч. альбуміни, г/л	30,2±0,15	31,1±0,10	32,2±0,19	32,5±0,22	31,7±0,14
α-глобуліни, г/л	14,6±0,10	13,2±0,04	14,1±0,11	14,9±0,08	14,5±0,14
β-глобуліни, г/л	12,1±0,02	12,2±0,09	12,0±0,03	11,8±0,05	12,0±0,03
γ-глобуліни, г/л	19,5±0,06	22,0±0,10**	22,2±0,05**	23,6±0,14**	21,4±0,02**
Лужний резерв, мг%	57,6±2,13	58,8±1,94	66,2±2,32	57,5±2,72	60,5±1,97
Кетонові тіла, г/л	0,068±0,002	0,064±0,003	0,062±0,002	0,067±0,001	0,065±0,002
Неорганічний фосфор, ммоль/л	2,24±0,08	2,33±0,04	2,59±0,22**	2,57±0,12**	2,27±0,19
Кальцій, ммоль/л	2,57±0,09	2,58±0,07	2,55±0,14	2,46±0,18	2,48±0,22
Натрій, ммоль/л	141,4±4,06	138,3±2,44	141,8±5,08	139,6±4,62	141,4±5,19
Калій, ммоль/л	4,87±0,31	4,18±0,32	5,13±0,27	5,29±0,33	5,21±0,39
Селен, мкмоль/л	0,66±0,02	1,17±0,06***	2,11±0,07***	2,33±0,04***	2,87±0,07***
Каталаза, од. Н ₂ O ₂	6,42±0,15	6,63±0,64	6,96±0,48	7,14±0,16*	7,43±0,15**
Пероксидаза, с	19,6±0,1	18,3±2,8	17,0±3,3*	15,2±0,2**	16,9±0,4**
ЛЖК, мг%	7,74±0,50	7,33±0,55	7,50±0,71	7,43±0,45	7,62±0,58
Вітамін Е, мкмоль/л	40,32±1,10	47,28±1,90	58,08±0,90**	60,72±1,70***	57,36±2,10**
Глутатіон: загальний, мг%	47,88±0,49	50,15±0,36	57,20±0,57*	60,40±0,28**	58,30±0,35*
окислений, мг%	15,57±0,54	9,55±0,12	12,88±0,38	12,24±0,19	12,97±0,79
відновлений, мг%	32,31±0,93	40,60±0,58*	44,42±0,87**	48,16±0,64**	45,33±0,72**
Каротин, мг%	0,048±0,01	0,056±0,06	0,055±0,01	0,058±0,03	0,050±0,05

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001 порівняно з контролем.

Зважаючи на те, що експеримент проводився на сухостійних коровах, особливе значення має кількісна оцінка фракційного складу білка, зокрема альбумінів і глобулінів. Як свідчать дані таблиці 5, можна стверджувати про наявність тенденції збільшення альбумінової фракції в сироватці крові корів дослідних груп. Щоправда, це збільшення в корів 2-ї і 4-ї дослідних груп становило лише 0,9 і 1,5 г/л порівняно з контролем, а у тварин 3-ї і 4-ї дослідних груп – на 2,0 і 2,3 г/л.

Нижчі рівні змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту в 1 кг СР кормосуміші не спричиняли збільшення концентрації в сироватці крові корів дослідних груп α-глобулінової і β-глобулінової фракції білка, які були майже на рівні контролю, за винятком корів 2-ї дослідної групи, у крові яких містилося α-глобулінів на 1,4 г/л менше за контроль. Однак, що стосується γ-глобулінів, то їх було більше порівняно з контролем у сироватці крові корів усіх дослідних груп. При цьому найбільша різниця (4,1 г/л) відзначена в корів 4-ї дослідної групи, в 1 кг СР кормосуміші

яких рівень змішанолігандних комплексів Цинку й Мангану становив 31,5 мг, а Кобальту – 0,41 мг. З дослідних груп корів найменший вміст γ -гемоглобіну був у корів 5-ї дослідної групи й склав 21,6 г/л. Проте він був вищим порівняно з контрольною групою на 11,9 %.

Лужний резерв крові був вищим у корів 2-ї, 3-ї і 5-ї дослідних груп на 1,1–89,5 %, а в 4-ї дослідної групи був на рівні контролю.

У дослідженнях не вдалося визначити суттєво однозначного помітного впливу різних рівнів змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту на концентрацію неорганічного фосфору.

У дослідних тварин підвищувалась каталазна й пероксидазна активність, що, очевидно, сприяло кращому перебігу окислювально-відновних процесів в організмі.

Неоднакові рівні змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту в раціоні піддослідних корів спричиняли зміни концентрації глутатіону, який тісно пов'язаний з ферментом пероксидазою. Зокрема, у крові корів дослідних груп збільшився вміст загального (на 1,46–10,14 мг%) і відновленого (на 4,2–13,4 мг%) глутатіону за рахунок зменшення фракції окисленого глутатіону.

У крові корів дослідних груп порівняно з контролем менше містилося летких жирних кислот (ЛЖК), що, на наш погляд, свідчить про їх краще засвоєння організмом тварин.

Отже, на показники крові найкращий вплив мали такі рівні: Цинку – 31,5 мг, Мангану – 31,5 мг і Кобальту – 0,41 мг на 1 кг СР кормосуміші, у яку вводили змішанолігандні комплекси цих елементів.

Висновки

Нижчі рівні змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану й Кобальту в 1 кг СР кормосуміші позитивно впливали на кількість спожитих кормів та засвоєння поживних речовин раціонів дослідними коровами.

Кращі параметри росту живої маси, пологові показники та біохімічні параметри крові були в корів, у раціонах яких використовували змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану й Кобальту, концентрація яких в 1 кг СР кормосуміші становила, мг: Цинку – 27,0–31,5; Мангану – 27,0–31,5; Кобальту – 0,34–0,41.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому буде вивчено ефективність використання різних рівнів змішанолігандних комплексів досліджуваних елементів в годівлі високопродуктивних корів у пізній сухостійний період.

References

1. Bohdanov, H. O., Ibatullin, I. I., & Kandyba, V. M. (2008). Kontseptualni polozhennia udoskonalenykh norm hodivli vysokoproduktyvnoi molochnoi khudoby v Ukraini. *Aktualni problemy hodivli tvaryn i tekhnologii kormiv: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Kyiv. [In Ukrainian].
2. Bomko, V. S., Kropyvka, Yu. H., & Bomko, L. H. (2020). Obmin Tsynku, Kobaltu i Selenu u vysokoproduktyvnykh koriv v pershi 100 dnev laktatsii za zghodovuvannia yim zmishanolihandykh kompleksiv. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 114, 156–163. doi: 10.32851/2226-0099.2020.114.18 [In Ukrainian].
3. Danylenko, V. P. (2007). Naukovo-praktychne obhruntuvannia metodiv formuvannia vysokoproduktyvnoho stada molochnoi khudoby. *Extended abstract of candidate's thesis*. Instytut rozvedennia i henetyky tvaryn, Chubynske [In Ukrainian].
4. DeFrain, J. M., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & Kluth, D. (2009). Effect of Complexed Trace Minerals on the Performance of Lactating Dairy Cows on a Commercial Dairy. *The Professional Animal Scientist*, 25 (6), 709–715. doi: 10.15232/s1080-7446(15)30779-8.
5. Grashin, V. A., & Grashin, A. A. (2012). Molochnaya produktivnost i prodolzhitel'nost hozyaystvennogo ispolzovaniya korov chyorno-pyostroy porodyi v zavisimosti ot krovnosti po golshtinam. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 35 (3), 113–114. [In Russian].
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. Ibatullin, I. I., & Holubiev, M. I. (2017). Effect of feeds containing different sources of manganese on certain carcass parameters of quail. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19 (79), 13–16. doi: 10.15421/nvlvet7903.

8. Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, M. I. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
9. Klitsenko, H. T., Kulyk, M. F., Kosenko, M. V., & Lisovenko, V. T. (2001). *Mineralne zhyvlennia tvaryn*. Kyiv: Svit. [In Ukrainian].
10. Kropyvka, Y., & Bomko, V. (2017). Efektivnist' vykorystannja premiksiv na osnovi metalohelativ u godivli koriv v pershi 100 dniv laktacij. *NV LNU Veterynarnoj Medycyny ta Biotekhnologij. Serija: Sil's'kogo gospodarstva Nauky*, 19 (79), 154–158. Retrieved from: <https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/2799> [In Ukrainian].
11. Lönnerdal, B. (2000). Dietary Factors Influencing Zinc Absorption. *Journal of Nutrition*, 130 (5), 1378–1383. doi: 10.1093/jn/130.5.1378S.
12. Loretts, O. G. (2014). Vliyanie geneticheskikh i ekologicheskikh faktorov na produktivnoe dolgoletie. *Agrarnyy vestnik Urala*, 9 (127), 34–37 [In Russian].
13. Mahan, D. C. (1990). Mineral nutrition of the sow: a review. *Journal of Animal Science*, 68 (2), 573–582. doi: 10.2527/1990.682573x.
14. Plohinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos. [In Russian].
15. Shkurko, V. P. (2009). Produktivne vykorystannia holshtynskykh koriv riznykh lini. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 10, 13–15. [In Ukrainian].
16. Siratskyi, Y. Z., Ferents, L. B., & Novak, I. V. (2008). Produktivne vykorystannia ta yoho tryvalist u koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody. *Visnyk instytutu tvarynnytstva tseñtralnykh raioniv UAAN*, 4, 18–25. [In Ukrainian].
17. Smetanina, O. V., Ibatullin, I. I., & Bomko, V. S. (2016). Vykorystannia orhanichnogo kobaltu dlja vyrobnytstva vysokoiakisnogo moloka. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 2 (90), 117–125. [In Ukrainian].
18. Smirnova, L., Suslova, I., & Popova, S. (2010). Novaja dobavka dlja molochnykh korov. *Molochnoe i Mjasnoe Skotovodstvo*, 8, 25–27. [In Russian].
19. Stoljarchuk, P. Z., Petryshak, R. A., & Naumjuk, O. S. (2000). Racional'na godivlja dijnykh koriv u litn'opasovyshhnyj period. *Sil's'kyj Gospodar*, 7–8, 20–21. [In Ukrainian].
20. Usenko, V. V., & Bayurov, L. I. (2014). Prodolzhitel'nost hozyaystvennogo ispolzovaniya i prichiny vyibrakovki korov iz osnovnogo stada uchhoza «Kuban» Kubanskogo GAU. *Politematicheskij Setevoy Elektronnyy Nauchnyy Zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2 (96). Retrieved from: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/64.pdf> 7 [In Russian].
21. Vorobel, M. I., & Pivtorak Ya. I. (2011). Znachennia mikroelementiv u zhyttiedialnosti tvaryn. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii Imeni S.Z. Gzhytskoho*, 13 (4 (50)), 3, 54–60. [In Ukrainian].
22. Zhao, J., Shirley, R. B., Dibner, J., Wedekind, K.J., Yan, F., Fisher, P., Hampton, T., Evans, J. L., & Vazquez-Anon, M. (2015). Superior growth performance in broiler chicks fed chelated compared to inorganic zinc in presence of elevated dietary copper. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7 (13). doi: 10.1186/s40104-016-0072-1

Стаття надійшла до редакції 18.06.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:


Кропивка Ю. Г., Бомко В. С. Ефективність використання змішанолігандних комплексів цинку, мангану й кобальту в годівлі високопродуктивних корів у ранній сухостійний період. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 118–126.


© Кропивка Юрій Григорович, Бомко Віталій Семенович, 2021


original article | UDC 636.087:636.034:636.52/.58 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.15

EGG PRODUCTIVITY AND HEMATOLOGICAL INDICATORS OF LAYING HENS UNDER THE INFLUENCE OF PROBIOTIC SUPPLEMENT
J. Poberezhets*
V. Yaropud
I. Kupchuk

 ORCID  [0000-0002-1727-6105](https://orcid.org/0000-0002-1727-6105)

 ORCID  [0000-0003-0502-1356](https://orcid.org/0000-0003-0502-1356)

 ORCID  [0000-0002-2973-6914](https://orcid.org/0000-0002-2973-6914)

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

*Corresponding author:

 E-mail: julia.p08@ukr.net

How to Cite

 Poberezhets, J., Yaropud, V., & Kupchuk, I. (2021). Egg productivity and hematological indicators of laying hens under the influence of probiotic supplement. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 127–134. doi: 10.31210/visnyk2021.03.15

Numerous feed additives have been used in animal diets in recent years. However, they do not always have a positive effect on product quality. Nowadays, this issue is topical because of advanced technologies introduction for new feeds application, the use of chemical and microbiological synthesis products in animal nutrition. The research objective was to investigate the influence of “Entero-active” probiotic supplement on egg productivity and hematological indicators of laying hens. Probiotics have become widespread among feed additives of natural origin. They create unfavorable pH environment for pathogenic and facultative pathogenic micro-flora, stimulate the growth and biological activity of normal intestinal micro-flora having a positive effect on the composition of the micro-biocenosis, probiotic microorganisms as well as produce biologically active substances and amino acids. The researched “Entero-active” probiotic supplement contains lactic acid bacteria of *Lactobacillus bulgaricus* – 2.0*10¹⁰ CCU / kg (colonies of conventional units / kg) and *Enterococcus faecium* – 2.0*10¹⁰ CCU / kg. This feed additive was created at the private enterprise “BTU-Centre” in the town of Ladyzhyn, Vinnytsia region. The experiment lasted for 190 days. The poultry were kept in one-tier group cages following all zoo-hygienic requirements. The control group consumed the basic diet (BD) in the form of complete feed. “Multigain” TM combined feed of “Kyiv-Atlantic-Ukraine” joint-stock company from the village of Myronivka, Kyiv region was used. The researched group was additionally fed with different doses of the probiotics supplement. The control slaughter of poultry was conducted to study hematological parameters at the end of the experiment. It has been established that the consumption of probiotics by the poultry of the 2nd group increased the intensity of laying ability and gross collection of eggs, as compared with the control. In addition, the use of feed additives at feeding the poultry of the 2nd group increased the weight of eggs, small diameter of the dense layer of albumen and yolk in comparison with the control indicator.

Key words: probiotic, feeding, eggs, laying hens, feeding.

ЯЄЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КУРОК-НЕСУЧОК ПІД ВПЛИВОМ ПРОБІОТИЧНОЇ ДОБАВКИ
Ю. М. Побережець, В. М. Яропуд, І. М. Купчук

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Останніми роками в раціоні тварин використовуються численні кормові добавки. Однак вони не завжди позитивно впливають на якість продукції. Сьогодні це питання є актуальним через впровадження

*передових технологій для застосування нових кормів, застосування хімічних та мікробіологічних продуктів синтезу в годівлі тварин. Метою дослідження було дослідити вплив пробіотичної добавки «Ентеро-актив» на яєчну продуктивність курок-несучок. Пробиотики набули поширення серед кормових добавок природного походження. Вони створюють несприятливе рН середовище для патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, стимулюють ріст та біологічну активність нормальної мікрофлори кишечника, позитивно впливаючи на склад мікробіоценозу, пробіотичні мікроорганізми також продукують біологічно активні речовини та амінокислоти. Досліджена пробіотична добавка Ентеро-актив містить молочнокислі бактерії *Lactobacillus bulgaricus*- $2,0 \cdot 10^{10}$ ККУ/кг (колонії умовних одиниць/кг) та *Enterococcus faecium*- $2,0 \cdot 10^{10}$ ККУ/кг. Кормову добавку розроблено у ПП «БТУ-Центр» м. Ладизжин Вінницької області. Експеримент тривав 190 днів. Птицю утримували в однарусних клітках згідно з усіма зоогігієнічними вимогами. Контрольна група вживала основний раціон (ОР) у вигляді повноцінного корму. Використовували комбікорм ТМ «Мультигейн» акціонерного товариства «Київ-Атлантика-Україна» с. Миронівки, Київської області. Досліджуваній групі додатково згодовували різні дози пробіотичної добавки. Контрольний забій птиці проводили для дослідження гематологічних показників у кінці експерименту. Встановлено, у разі споживання пробіотика у птиці 2-ї групи підвищується інтенсивність несучості та валовий збір яєць проти контролю. Крім того, застосування кормової добавки у годівлі птиці 2-ї групи сприяє збільшенню маси яєць, малого діаметру щільного шару білка та жовтка порівняно з контрольним показником.*

Ключові слова: пробіотик, годівля, яйця, кури-несучки, годівля.

Вступ

У сучасному птахівництві з метою підвищення продуктивності та імунної резистентності організму широко використовують різні стимулятори росту. Основні вимоги до них – безпечність як для тварин, так і для продукції тваринництва, що використовує людина. Заборона використання антибіотиків у годівлі тварин та посилення законодавчих вимог щодо їх застосування у тваринництві, а також зростання попиту споживачів на органічну продукцію з високим рівнем безпечності змусили виробників шукати природну альтернативу для підтримки продуктивності тварин на високому рівні [4, 6, 14, 17].

Пріоритетним завданням сучасних науковців є збільшення продуктивності та якості продукції за рахунок біологічно-активних добавок, які не накопичуються в організмі тварин та їхній продукції. Використання пробіотиків, пребіотиків, ферментів, фітобіотиків та інших кормових добавок у годівлі тварин дає змогу обійтися без антибіотичних стимуляторів росту [1, 3, 15].

Значні перспективи в цьому питанні відкриваються за умови використання пробіотичних кормових добавок. У птахівництві широко використовують мікробіологічні препарати. Вони необхідні для формування нормобіоценозу і підвищення загальної резистентності організму птиці. Такі добавки до раціону позитивно впливають на мікрофлору шлунково-кишкового тракту, процес розщеплення і всмоктування корму [2, 10, 19].

Світовий досвід показує, що для профілактики і лікування кишково-шлункових захворювань тварин велике значення має застосування пробіотиків, спрямованих на відновлення нормального біоценозу, до складу яких входять штами мікроорганізмів симбіонтів, спеціально підібраних за бактеріостатичними властивостями [9, 11, 16, 20].

Попереднє заселення кишківника птиці конкурентоспроможними пробіотичними культурами створює умови для запобігання утворення патогенної мікрофлори. Це знижує виникнення інфекційних шлунково-кишкових хвороб у молодняку. Стимуляція травлення особливо важлива для молодняку, оскільки прискорює його розвиток [10, 11].

За ефективністю пробіотичні добавки не поступаються антибіотикам і хіміотерапевтичним препаратам. Крім того, вони не пригнічують ріст нормальної мікрофлори у кишково-шлунковому тракті та не мають негативного впливу на продукцію птахівництва і навколишнє середовище [6, 8].

Накопичений практичний досвід та дослідження вчених встановили ефективність використання пробіотиків у птахівництві. За умови використання пробіотичних добавок знижується відсоток захворювань кишково-шлункового тракту, збільшується збереженість та темпи приросту живої маси птиці. Не менш важливими є екологічні аспекти використання пробіотиків: продукція виходить чистою від антимікробних засобів [2, 12, 16].

Уведення до раціону птиці пробіотичних бактерій, які є антагоністами патогенних мікроорганізмів, допомагає відновити кишковий баланс, справляє позитивний вплив на збільшення приростів і поліпшення конверсії корму і, таким чином, сприяє підвищенню рентабельності птахівництва [1, 10, 20].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Мета роботи: визначення впливу пробіотичної добавки «Ентеро-актив» на яєчну продуктивність та гематологічні показники курок-несучок.

Для досягнення мети було поставлено *завдання* визначити:

- вплив пробіотика на несучість курок-несучок;
- якісні показники яєць;
- гематологічні показники птиці під час дії пробіотика.

Матеріали і методи досліджень

Експеримент відбувався в умовах науково-дослідної ферми Вінницького національного аграрного університету. Для дослідження було відібрано 40 голів курок-несучок за методом груп-аналогів, де враховували вік птиці, живу масу та крос і т.д. [5]. Вирощування птиці відбувалось у кліткових батареях з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог мікроклімату.

Дослід тривав 190 діб з них 10 днів – зрівняльний період та 180 діб – основний. У контрольній групі 20 голів та у дослідній групі аналогічно, згідно зі схемою дослідження (табл. 1).

Під час дослідження в контрольній групі куркам-несучкам згодовували повнораціонний комбікорм ТМ «Мультигейн». У годівлі дослідної групи птиці використовували разом з основним раціоном (ОР) пробіотик «Ентеро-актив».

1. Схема науково-господарського дослідження

Група	Тривалість періоду, днів		Кількість, гол.	Особливості годівлі
	зрівняльного	основного		
1-контрольна	10	180	20	ОР (повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	10	180	20	ОР + пробіотик «Ентеро-актив» у кількості 0,05 % до маси корму

Примітки: *ОР – основний раціон

Досліджувана пробіотична добавка «Ентеро-актив» складається з молочнокислих бактерій роду *Lactobacillus bulgaricus* та *Enterococcus faecium*. Пробіотик розроблено у ПП «БТУ-Центр» м. Ладижина Вінницької області.

Морфологічний та хімічний склад яєць визначали на основі аналізу 20 штук яєць кожної групи за такими показниками: відносна маса білка, жовтка та шкаралупи [12].

Масу яєць визначали індивідуальним зважуванням їх протягом дослідження на вагах ВЛКТ-500.

Індекс форми яйця визначали як відношення його поперечного діаметру до поздовжнього, виражене у відсотках. Для вимірів діаметру користувались штангенциркулем [12].

Товщину шкаралупи вимірювали мікрометром з точністю до 0,01 мм на трьох ділянках: екваторіальній частині, тупому та гострому кінцях з визначенням середнього арифметичного значення.

Для дослідження гематологічних показників у кінці дослідження проводили контрольний забій птиці. Морфологічні показники крові визначали у Вінницькій ветеринарній лікарні. Гематологічні показники досліджували за відповідними методиками [7].

Усі цифрові дані обробляли статистично за методом П्लохинського Н. А. [13] за допомогою програмного забезпечення MS EXCEL. Для визначення достовірних змін враховували критерій вірогідності за Стюdentом-Фішером при: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Результати досліджень та їх обговорення

Основною метою досліджень було вивчити яєчну продуктивність курок-несучок. Тому під час досліджень визначали несучість, інтенсивність несучості та валовий збір яєць (табл. 2).

Встановлено, що за умови додаткового споживання досліджуваної добавки у птиці 2-ї групи спостерігається тенденція до підвищення несучості на середню несучку на 5,4 % та інтенсивність несучості на 3,0 %, однак вірогідної різниці з контролем не виявлено.

Крім того, використання пробіотичної добавки у годівлі птиці 2-ї групи валовий збір яєць більший на 198 штук або на 10,9 %, ніж у контрольному показнику. Ймовірно причиною підвищення яєчної продуктивності може бути антимікробна активність молочнокислих бактерій пробіотика.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Вплив пробіотичної добавки на яєчну продуктивність курок-несучок, $M \pm n$, $n=20$

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Інтенсивність несучості, %	52,8±15,25	55,8±12,38
Несучість на середню несучку за дослід, шт.	095,2±32,58	0100,4±24,35
Валовий збір яєць, шт.	1810	2008

Низка наукових досліджень останніх кількох років має докази, що пояснюють роль пробіотиків у підвищенні продуктивності птиці, включаючи курчат-бройлерів, перепелів та курок-несучок [2, 8–11, 18–22].

Під час досліджень також вивчали морфологічний склад яйця (табл. 3).

Встановлено, що додаткове використання у годівлі несучок кормової добавки сприяє збільшенню маси яєць у 2-й групі на 4,3 %, однак вірогідної різниці з контрольним показником не виявлено.

3. Морфологічний склад яйця, $M \pm n$, $n=10$

Показник	Група	
	1 - контрольна	2 - дослідна
Маса яйця, г	62,3±3,58	65,0±1,82
Маса основних складових частин яйця:		
білка, г	36,8±1,36	38,8±2,70
жовтка, г	16,7±0,25	17,3±0,75
шкаралупи, г	8,8±0,94	8,9±0,86
Співвідношення основних складових частин до маси яйця, %:		
білка	59,0±1,40	59,7±1,82
жовтка	26,8±1,25	26,6±1,10
шкаралупи	14,1±0,74	13,7±0,35

У кількох дослідженнях, проведених багатьма вченими [6, 8, 16] також повідомлялося про значне поліпшення розміру яєць у курок-несучок, які отримували пробіотичну добавку на основі лактобактерій. Збільшення розміру яєць за умови споживання пробіотика вони пояснюють поліпшенням утримання азоту та кальцію і стимуляцією апетиту.

Під час досліджень вивчали вплив пробіотика на якісні показники яєць (табл. 4).

4. Якісні показники яєць курок-несучок, $M \pm t$, $n=10$

Показник	Група	
	1 - контрольна	2 - дослідна
Малий діаметр:		
щільного шару білка, см	6,6±0,12	6,9±0,06*
жовтка, см	4,0±0,08	4,2±0,05*
Великий діаметр:		
щільного шару білка, см	8,5±0,10	8,8±0,15
жовтка, см	4,4±0,09	4,6 ± 0,07
Висота:		
щільного шару білка, см	0,66±0,02	0,78 ± 0,08
жовтка, см	1,4±0,05	1,6±0,07*
Індекс:		
білка	0,78±0,042	0,89±0,038
жовтка	0,31±0,012	0,35±0,018

Примітки: * – $P < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

З'ясовано, що за умови споживання кормової добавки курками-несучками збільшуються малий діаметр щільного шару білка на 4,5 % ($P < 0,05$) та жовтка на 5,0 % ($P < 0,05$) порівняно з контрольним показником.

Слід відзначити, що під час дії кормового чинника у птиці 2-ї групи підвищується висота жовтка на 14,2 % ($P < 0,05$) відносно контролю.

У ході досліджень визначали форму та розміри дослідних яєць (табл. 5).

5. Розміри та форма яєць, $M \pm n$, $n=10$

Показник	1-контрольна	2 - дослідна
Об'єм яйця, мл	58,4±2,74	58,7±3,70
Густина яйця, г/см ³	1,06±0,06	1,10±0,04
Великий діаметр, мм	5,6±0,15	5,8±0,11
Малий діаметр, мм	4,2±0,12	4,4±0,13
Відношення великого і малого діаметрів	1,33±0,01	1,32±0,04
Індекс форми яйця, %	75,0±1,80	75,8±1,62
Діаметр повітряної камери, мм	16,4±0,08	16,1±0,11*
Висота повітряної камери, мм	2,2±0,30	2,4±0,28
Товщина шкаралупи, мм	0,31±0,003	0,30±0,006

Примітки: * – $P < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Використання пробіотичної добавки у птиці сприяє збільшенню великого та малого діаметра яйця, що своєю чергою підвищує індекс форми яєць, хоча вірогідної різниці з контролем не встановлено.

Застосування досліджуваної кормової добавки у курок-несучок 2-ї групи знижує діаметр повітряної камери на 1,8 % ($P < 0,05$), відносно контролю.

Дослідження щодо інших пробіотиків – штами, такі як *Pediococcus acidilactici*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, лактобактерії та дріжджі також продемонстрували подібність значного поліпшення виробничих ознак якості яєць у курок-несучок [9, 11, 18]. Ці вдосконалення загалом пов'язані з підвищенням ефективності використання поживних речовин та в результаті позитивної ролі пробіотиків у багатьох обмінних процесах організму. Вчені вважають, що пробіотичні добавки можуть ефективно поліпшувати морфологію кишечника, а саме епітеліальні клітини та їх бар'єрну систему, травну секрецію ферментів і заселяти його позитивними мікроорганізмами.

Гематологічні дослідження мають велике клінічне значення, оскільки дають змогу уточнити або поставити діагноз захворювання, визначити характер і важкість патологічних процесів і робити висновки щодо прогнозу захворювання.

Тому аналіз морфологічних біохімічних показників крові піддослідної птиці може відобразити вплив пробіотичної добавки на її організм (табл. 6).

6. Морфологічні показники крові ($M \pm t$, $n=4$)

Показник	Група	
	1 - контрольна	2 - дослідна
Вміст лейкоцитів, Т/л	12,2±1,15	12,8±0,94
Вміст еритроцитів, Г/л	4,1±0,32	4,4±0,28
Вміст гемоглобіну, г/л	129,2±22,78	132,5±34,85
ШОЕ, мм	1,8±0,24	1,7±0,16

Під час додаткового згодовування пробіотика птиці 2-ї групи спостерігається тенденція до підвищення вмісту лейкоцитів на 4,9 %, еритроцитів на 7,3 %, та гемоглобіну на 2,5 % проти контролю.

Водночас досліджували біохімічні показники крові дослідної птиці під впливом пробіотика (табл. 7).

Встановлено, що споживання пробіотика сприяє тенденції до збільшення кількості загального білка на 6,4 %, порівняно з контрольним показником.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Слід зазначити, що під впливом кормової добавки у крові 2-ї групи збільшується рівень глюкози на 25,0 %, кальцію на 14,6 та фосфору на 4,4 %, відносно контролю.

Крім того, спостерігається тенденція до зниження вмісту холестерину на 9,3 % проти контрольного показника.

Чимало дослідників вивчали вплив пробіотичних кормових добавок у годівлі птиці. За даними авторів [8, 16, 18, 20], використання пробіотиків у раціоні курок-несучок підвищує яєчну продуктивність, забійні та гематологічні показники.

7. Біохімічні показники крові курок-несучок, ($M \pm m$, $n=4$)

Показник	Група	
	1 - контрольна	2 - дослідна
Загальний білок, г/л	48,4±0,68	51,5±1,42
АлАТ ммоль/л/год	0,36±0,13	0,42±0,38
АсАТ ммоль/л/год	0,57±0,25	0,75±0,42
Вміст глюкози, ммоль/л	0,8±0,23	1,0±0,15
Лужна фосфатаза, мкмоль/л/с	1,19±0,42	1,22±0,86
Вміст холестерину, ммоль/л	3,2±0,11	2,9±0,35
Креатинін, мкмоль/л	18,7±1,78	19,1±5,42
Кальцій, ммоль/л	4,23±0,14	4,85±0,35
Фосфор, ммоль/л	1,35±0,02	1,41±0,06

За результатами досліджень Chudak R. A. (2019) [2] виявлено позитивний вплив пробіотика на продуктивність та якість яєць у перепілок. Пробіотик посилював анаболічні процеси. Жива маса в кінці дослідження збільшувалась на 10,4 %, валовий збір яєць на 12,5 % у перепілок дослідної групи.

Наприклад, Mikulski, та ін. (2020) [9] повідомляли, що застосування *Pediosoccus acidilactici* пробіотика збільшило несучість та ефективність витрат кормів на 2,8%. Такого ж висновку дійшли Sjöfjan, та ін. (2021) [16], які дослідили, що кормові добавки з пробіотиків збільшували несучість у птиці, якість яєць та показники метаболітів крові у несучок.

Результати іншого дослідження показали, що пробіотичні добавки мали гіпохолестеринемічний ефект у курок-несучок. Zhang, та ін. (2012) [20] припустили, що це може бути пов'язано з діяльністю мікроорганізмів, що переробляють ліпіди в кишечнику курок-несучок.

Крім того, Loh, та ін. (2014) [8] встановили, що за умови використання пробіотиків може бути знижена концентрація холестерину у крові, що пов'язано з пригніченням синтезу ферментів, які беруть участь у синтезі холестерину.

Отже, результати, отримані під час нашого дослідження, вказують на те, що досліджувана пробіотична добавка сприяє підвищенню несучості через поліпшення травних процесів та обміну речовин, при цьому сприяє зниженню рівня холестерину у крові.

Висновки

1. Встановлено, що під впливом досліджуваної добавки у птиці 2-ї групи спостерігається підвищення несучості на середню несучку на 5,4 %, інтенсивність несучості на 3,0 %, та валовий збір яєць більший на 10,9 %, ніж у контролі.

2. Використання кормової добавки у годівлі птиці 2-ї групи сприяє збільшенню маси яєць у 2-й групі на 4,3 %, малий діаметр щільного шару білка на 4,5 % ($P < 0,05$) та жовтка на 5,0 % ($P < 0,05$) порівняно з контрольним показником.

3. Виявлено, що у несучок 2-ї групи підвищується висота жовтка на 14,2 % ($P < 0,05$) та рівень протеїну в жовтку збільшується на 1,96 %, а у білка на 3,19 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у глибшому вивченні впливу пробіотиків на м'ясну та яєчну продуктивність і якість продукції у інших видів сільськогосподарської птиці.

References

1. Anggraeni, A. S., Suryani, A. E., Sofyan, A., Sakti, A. A., Istiqomah, L., Karimy, M. F., & Darma, I. N. G. (2020). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics

- phytase-producing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 462, 012003. doi: 10.1088/1755-1315/462/1/012003
2. Chudak, R. A. (2019). Productivity and quality of quail eggs fed by probiotic. *International Periodic Scientific Journal*, 9, 71–79.
3. Chudak, R. A., Ushakov, V. M., Poberezhets, Y. M., Lotka, H. I., Polishchuk, T. V., & Kazmiruk, L. V. (2020). Effect of Echinacea pallida supplementation on the amino acid and fatty acid composition of Pharaoh Quail meat. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10 (2), 302–307. doi: 10.15421/2020_101
4. Ibatullin, I. I., Nechai, N. M., Deineko, R. M., & Otchenashko, V. V. (2016). Efektyvnist zastosuvannya pidkysliuvachiv ta probiotyka za vyroshchuvannya molodniaku perepeliv. *Animal Biology*, 18 (1), 33 – 39. [In Ukrainian].
5. Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. M. (Eds.). (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
6. Khan, S. H., Atif, M., Mukhtar, N., Rehman, A., & Fareed, G. (2011). Effects of supplementation of multi-enzyme and multi-species probiotic on production performance, egg quality, cholesterol level and immune system in laying hens. *Journal of Applied Animal Research*. 39 (4), 386–398. doi: 10.1080/09712119.2011.621538
7. Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V., Kondrakhin, I. P., Apukhovska, L. I. Halias, V.L., Holovakha, V. I., Sakhniuk, V. V., Eomchuk, V. A., Hryshchenko, V. A., & Tsvilikhovskiy, M. I. (2002). *Veterinarna klinichna biochimiya*. National Agrarian University: Bila Tserkva [In Ukrainian].
8. Loh, T. C., Choe, D. W., Foo, H. L., Sazili, A. Q., & Bejo, M. H. (2014). Effects of feeding different post biotic metabolite combinations produced by Lactobacillus plantarum strains on egg quality and production performance, faecal parameters and plasma cholesterol in laying hens. *BMC Veterinary Research*. 10, 149. doi: 10.1186/1746-6148-10-149.
9. Mikulski, D., Jankowski, J., Mikulska, M., & Demey, V. (2020). Effects of dietary probiotic (Pediococcus acidilactici) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science*, 91 (10), 2275–2285. doi: 10.1016/j.psj.2019.11.046
10. Zaghari, M., Sarani, P., & Hajati, H. (2020). Comparison of two probiotic preparations on growth performance, intestinal microbiota, nutrient digestibility and cytokine gene expression in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 48 (1), 166–175. doi: 10.1080/09712119.2020.1754218
11. Park, J. W., Jeong, J. S., Lee, S. I., & Kim, I. H. (2016). Effect of dietary supplementation with a probiotic (*Enterococcus faecium*) on production performance, excreta microflora, ammonia emission, and nutrient utilization in ISA brown laying hens. *Poultry Science*, 95 (12), 2829–2835. doi: 10.3382/ps/pew241
12. Pigarev, N. V., Bondarev, E. I., & Raetskiy, A. V. (1981). *Praktikum po ptitsevodstvu*. Moskva: Kolos [In Russian].
13. Plohinskiy, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlya zooteknikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
14. Shevchenko, L. V. Yaremchuk, O. S., Gusak, S. V. Myhalska, V. M., & Poliakovskiy, V. M. (2017). Effect of chelating form of microelements and beta-carotene on morphological and chemical composition of quail eggs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (2), 5–8.
15. Shevchenko, L. V. Yaremchuk, O. S., Gusak, S. V. Myhalska, V. M., & Poliakovskiy, V. M. (2017). Effect of glycine microelements and beta-carotene on content of microelements and vitamin A in quail eggs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 19–23.
16. Sjojfan, O., Adli, D., Sholikin, M., Jayanegara, A., & Irawan, A. (2021). The effects of probiotics on the performance, egg quality and blood parameters of laying hens: A meta-analysis. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30 (1), 11–18. doi: 10.22358/jafs/133432/2021
17. Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Soboliev, S. V., Borshch, O. O., Liskovich, V. A., Prystupa, O. I., Demus, N. V., Paladiychuk, O. R., Fedorovych, O. V., Fedorovych, E. I., Khariv, I. I., Vasiv, R. O., Levkivska, N. D., Leskiv, K. Y., & Guta, Z. A. (2019). Chemical composition, energy and biological value of broiler chicken meat caused by various doses of selenium. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (4), 622–627. doi: 10.15421/2019_799
18. Wang, J., Wang, W.-w., Qi, G.-h., Cui, C.-f., Wu, S.-g., Zhang, H.-j., Xu, L., & Wang J. (2021). Effects of dietary Bacillus subtilis supplementation and calcium levels on performance and eggshell quality of laying hens in the late phase of production. *Poultry Science*, 100 (3), 100970. doi: 10.1016/j.psj.2020.12.067

19. Wondwesen, A., & Moges, S. (2017). Review on application of probiotics in poultry. *Poultry Science*, 6 (3), 46–52.

20. Zhang, J. L., Xie, Q. M., Ji, J., Yang, W. H., Wu, Y. B., Li, C., Ma, J. Y., & Bi, Y. Z. (2012). Different combinations of probiotics improve the production performance, egg quality, and immune response of layer hens. *Poultry Science*, 91 (11), 2755–2760. doi: 10.3382/ps.2012-02339

Стаття надійшла до редакції: 20.06.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Побережець Ю. М., Яропуд В. М., Купчук І. М. Яєчна продуктивність та гематологічні показники курок-несучок під впливом пробіотичної добавки. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 127–134.


© Побережець Юлія Миколаївна, Яропуд Віталій Миколайович, Купчук Ігор Миколайович, 2021



original article | UDC 636.4.082.22 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.16


TERMINAL BOARS AND OTHER MALE PARENTS IN HYBRIDIZATION SYSTEM
M. D. Berezovsky¹


 ORCID  [0000-0003-4006-0182](https://orcid.org/0000-0003-4006-0182)
O. L. Narizhna¹

 ORCID  [0000-0002-9287-819X](https://orcid.org/0000-0002-9287-819X)
P. A. Vashchenko^{2*}

 ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)
A. M. Shostya²

 ORCID  [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625)
S. O. Usenko²

 ORCID  [0000-0002-1776-0714](https://orcid.org/0000-0002-1776-0714)
L. M. Kuzmenko²

 ORCID  [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840)
V. H. Slynko²
¹ Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

1, Shvedska Mohyla St., Poltava, 36013, Ukraine

² Poltava State Agrarian University

1/3, Skovorody St., Poltava, 36003, Ukraine Poltava, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: p.a.vashchenko@gmail.com

How to Cite

 Berezovsky, M. D., Narizhna, O. L., Vashchenko, P. A., Shostya, A. M., Usenko, S. O., Kuzmenko, L. M., & Slynko, V. H. (2021). Terminal boars and other male parents in hybridization system. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 135–141. doi: 10.31210/visnyk2021.03.16

The results of evaluation of fattening and meat qualities of hybrid young animals received from the combination of purebred and crossbred sows with terminal boars of the own reproduction on a farm in comparison with other male parents – Landrace (L) and Pietren (P) breeds are highlighted. The main purpose of the work is to compare the terminal boars (T), created by using genotypes with purebred boars of Landrace and Pietren breeds and the control group of Large White (LW) × LW. The work was conducted on the farm of “Sviato-Nikolske” of Krynychanskyi district, Dnipropetrovsk region. Seven experimental groups were formed for the studies (LW – the Large White breed, L – Landrace breed, P – Pietren, T – terminal boars); I - ♀ LW × ♂ LW, II - ♀ LW × ♂ L, III - (♀ LW × ♂ L) × ♂ L, IV - ♀ LW × ♂ P, V - ♀ (♀ LW × ♂ L) × ♂ P, VI - ♀ LW × ♂ T, VII - ♀ (♀ LW × ♂ L) × ♂ T. According to the main indexes of fattening qualities, the following indicators were received: by the age of reaching the weight of 100 kg, groups V and VII had a significant advantage over group I (by 5.93–6.00 %, $p \leq 0.001$); by the average daily weight gain – groups II, V, VI and VII (by 8.97; 5.45; 7.50; 8.09 %, respectively, $p \leq 0.001$); by feed consumption – groups II and VII (by 5.4 %, at $p \leq 0.001$). According to the results of index assessment (fattening qualities), group I (♀ LW × ♂ LW) was behind all other groups in the range from 5.24 to 15.56 units. According to this index, groups II and VII are distinguished (10.48 and 15.56 units). The complex index demonstrates significant advantages of the above mentioned groups over the purebred group – from 14.26 to 28.14 units. Back-fat thickness has a great impact on the value of this index, which should be taken into account when selecting male parents in the hybridization system. Within each experimental group, the level of variability was determined ($Cv \max = 6.48$), which indicates a high level of productive traits’ selection. This index was slightly higher by back-fat thickness ($Cv \max = 10.1$). It has been established that genetic factor has a significant effect on fattening qualities, especially meat qualities (back-fat thickness). Therefore, this factor should be taken into account while choosing the scheme of crossing. As a result of studies, it has been established that the terminal boars of own

reproduction demonstrated better results than purebred male parents and can be effectively used in the hybridization system.

Key words: pig breeding, selection, terminal boars, hybridization, evaluation indexes, meat qualities.

ТЕРМІНАЛЬНІ КНУРИ ТА ІНШІ БАТЬКІВСЬКІ ФОРМИ В СИСТЕМІ ГІБРИДИЗАЦІЇ

*М. Д. Березовський¹, О. Л. Нарижна¹, П. А. Ващенко², А. М. Шостя², С. О. Усенко²,
Л. М. Кузьменко², В. Г. Слинко²*

¹ Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Головна мета виконаної роботи – порівняти термінальних кнурів із чистопородними – ландрас, п'єтрєн та контрольною групою велика біла × велика біла. Роботу виконували в умовах фермерського господарства «Св'ято-Нікольське» Криничанського району Дніпропетровської області. Для проведення досліджень було сформовано сім піддослідних груп: I – ♀ велика біла × ♂ велика біла, II – ♀ велика біла × ♂ ландрас, III – ♀ (♀ велика біла × ♂ ландрас) × ♂ ландрас, IV – ♀ велика біла × ♂ п'єтрєн, V – ♀ (♀ велика біла × ♂ ландрас) × ♂ п'єтрєн, VI – ♀ велика біла × ♂ термінальні кнури, V – ♀ (♀ велика біла × ♂ ландрас) × ♂ термінальні кнури. За основними ознаками відгодівельних якостей одержано такі показники: за віком досягнення маси 100 кг з відносно першої групи перевагу мали п'ята і сьома групи (на 5,93–6,00 %; $p < 0,001$), за середньодобовим приростом – друга, п'ята, шоста і сьома групи (відповідно на 8,97; 5,45; 7,50; 8,09 %; при $p < 0,001$), за витратами кормів – друга і сьома групи на 5,40 %, при $p < 0,001$. За результатами індексної оцінки перша група (♀ велика біла × ♂ велика біла) відставала від інших груп у межах від 5,24 до 15,56 одиниць. За цією ознакою виділяються друга і сьома групи (відповідно 10,48 та 15,56 одиниць). Комплексний індекс вказав на значні переваги названих груп над чистопородними тваринами – від 14,26 до 28,14 одиниць. Суттєво на величину комплексного індексу впливає товщина шпикю, що необхідно враховувати при підборі батьківських форм у системі гібридизації. В межах кожної піддослідної групи визначали рівень мінливості (C_v , %) ознак відгодівельних і м'ясних якостей. Встановлено, що цей показник відносно невисокий ($C_v \text{ max} = 6,48$ %), що свідчить про високий рівень відселекціонованості відгодівельних якостей. Деяко вищим цей показник був за товщиною шпикю ($C_v \text{ max} = 10,1$ %). У дослідженнях у разі використання одно факторного дисперсійного аналізу вивчено, наскільки генетичний фактор впливає на різні показники продуктивності. Встановлено, що фактор походження (генетичний) має суттєвий рівень впливу, при високій вірогідності на всі показники відгодівельних якостей і, особливо, на м'ясні (товщина шпикю). Тому його необхідно враховувати при виборі схеми схрещування. В результаті дослідження було з'ясовано, що термінальні кнури власного відтворення показали кращі результати за чистопородні батьківські форми і їх можна використовувати в системі гібридизації.

Ключові слова: свинарство, селекція, термінальні кнури, гібридизація, оціночні індекси, м'ясні якості.

Вступ

В умовах інтенсивного ведення галузі свинарства актуальним є питання ефективності використання поєднань свиней зарубіжного і вітчизняного походження, які в різних варіантах схрещувань дають бажані результати продуктивності [6, 8, 9, 11, 17, 19, 21, 23, 24, 27, 28]. В умовах промислових комплексів та інших товарних господарств використовують маточне поголів'я зарубіжного походження, а також поєднання генотипів української та закордонної селекції [20, 26]. Маточну основу переважно представляють як чистопородні тварини великої білої породи, так і поєднання ♀ велика біла (ВБ) × ♂ ландрас (Л), а в окремих випадках навіть ♀ ландрас × ♂ велика біла [10, 15, 18]. Що ж стосується плідників на завершальних етапах гібридизації, то нині використовують породи дюрєк, п'єтрєн (вітчизняного та зарубіжного походження), кнурів полтавської та української м'ясних порід, а також червоної білопоясої [2, 3, 5].

Протягом останніх 20–25 років почали широко залучати як батьківські форми так званих «термінальних» кнурів, яких отримують як на чистопородній основі (спеціалізована лінія Альба, п'єтрєн) [1, 7, 16], так і на основі двох- або багатопородного схрещування [4, 5, 7, 8, 12–14].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

У цій статті йдеться про можливість використання термінальних кнурів власного відтворення в системі гібридизації – порівняно з іншими батьківськими формами.

Зважаючи на ситуацію, що склалася в галузі свинарства через поширення африканської чуми, не завжди є можливість завести високопродуктивних плідників для одержання свинини на гібридній основі. Тому метою досліджень було з'ясувати ефективність використання в системі гібридизації різних батьківських форм, зокрема термінальних кнурів власного відтворення.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в СФГ «Свято-Нікольске» Криничанського району Дніпропетровської області. Матеріалом для проведення роботи було поголів'я свиней великої білої породи (кнури і свиноматки), помісні свиноматки ♀ ВБ × ♂ Л та кнури батьківських форм – ландрас, п'єтрен (П), термінальні власного відтворення (Т), отримані в результаті такого поєднання: ♂[♀ (♀ ВБ × ♂ Л) × ♂ П] з кровністю ВБ – 25 %, Л – 25 %, П – 50 %.

Об'єктом цього етапу досліджень були показники відгодівельних і м'ясних якостей. Результати дослідження відтворювальних якостей опубліковані раніше [18, 22]. Схему проведення досліджень наведено в таблиці 1.

Велика біла порода представлена потомками англійської селекції компанії UPB, які 2007 року були завезені із фірми «Фрідом Фарм Бекон» Херсонської області. Батьківські форми – ландрас і п'єтрен також мають зарубіжне походження, але вирощені в умовах України.

1. Схема проведення досліджень

Групи	Поєднання		Кількість у групі, голів		Поставлено на відгодівлю, голів	
	свиноматки	кнури	свиноматки	кнури	свинок	кастратів
I	ВБ	ВБ	10	2	10	10
II	ВБ	Л	10	2	10	10
III	ВБ×Л	Л	10	2	10	10
IV	ВБ	П	10	2	10	10
V	ВБ×Л	П	10	2	10	10
VI	ВБ	Т	10	2	10	10
VII	ВБ×Л	Т	10	2	10	10

Молодняк свиней при відгодівлі утримували групами по 20 голів у станках. При цьому індивідуально визначали рівень середньодобових приростів, вік досягнення маси 100 кг, товщину шпику. Витрати кормів фіксували за даними відповідної таблиці залежно від рівня середньодобових приростів [25].

Поряд із вивченням абсолютних показників відгодівельних і м'ясних (товщина шпику) якостей, використовували також два оціночних індекси, які сприяють більш комплексній характеристиці відгодівельних і м'ясних якостей.

1. Індекс відгодівельних якостей [25]:

$$I = \frac{A^2}{B \times C},$$

де, А – валовий приріст за період відгодівлі, кг;

В – кількість днів відгодівлі;

С – витрати корму, кормових одиниць.

2. Комплексний індекс [25]:

$$I = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L),$$

де, К – середньодобовий приріст, кг;

Л – товщина шпику, мм;

242; 4,13 – постійні коефіцієнти.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою програми MS Excel 2007.

Результати досліджень та їх обговорення

Відгодівельні та м'ясні якості різних варіантів поєднань наведено в таблиці 2. Результати відгодівлі чистопородного і гібридного молодняка показали, що середньодобові прирости живої маси підсвинків усіх груп протягом періоду відгодівлі були в межах 680–741 г. При цьому гібридний

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

молодняк від різних батьківських форм перевершував чистопорідних тварин при рівні значущості отриманих результатів від $p \leq 0,01$ до $p \leq 0,001$. Особливо виділяються поєднання II, V і VII груп, відповідно, на 8,97; 7,50 та 8,09 % – по відношенню до чистопородного поєднання (велика біла × велика біла). Відповідно достовірну різницю встановлено і за віком досягнення маси 100 кг (за всіма поєднаннями $p \leq 0,001$).

За показниками витрати кормів на одиницю приросту живої маси різниця між групами була менш вираженою і не перевищувала 0,2 корм. од.

2. Відгодівельні та м'ясні якості різних поєднань ($\bar{X} \pm S_x$)

Група	Поєднання	n	Оцінка відгодівельних якостей					Товщина шпику, мм	Комплексна оцінка	
			Вік досягнення маси 100 кг, днів	Середньодобовий приріст на відгодівлі, г	Витрати кормів, корм. од.	Індекс відгодівельних якостей	± у % до ВБ		Індекс Тайлера	± у % до ВБ
I	ВБ×ВБ	40	192,0±0,96	679,9±6,08	3,72±0,024	12,60	0	25,1±0,24	161,3	0
II	ВБ×Л	40	183,2±0,68***	741,3±6,35***	3,51±0,019***	14,56	+15,6	22,6±0,50***	184,3	+14,26
III	(ВБ×Л)хЛ	40	186,8±0,80***	704,8±6,10**	3,62±0,021**	13,27	+5,3	20,8±0,46***	186,9	+15,86
IV	ВБ×П	40	185,8±0,95***	717,1±7,35***	3,59±0,025***	13,56	+7,6	17,8±0,42***	199,2	+23,49
V	(ВБ×Л)хП	40	180,6±0,70***	730,6±5,82***	3,54±0,018***	13,74	+9,8	17,4±0,34***	206,7	+28,14
VI	ВБ×Терм	40	184,9±0,82***	711,7±6,87***	3,60±0,023**	13,26	+5,2	18,4±0,35***	189,7	+17,60
VII	(ВБ×Л)хТерм	40	180,5±0,56***	734,8±4,85***	3,52±0,015***	13,92	+10,5	18,6±0,33***	199,4	+23,62

Примітки: різниця з контрольною групою достовірні при ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Водночас перевага за витратами кормів усіх дослідних груп над контрольною була достовірною.

Комплексну характеристику відгодівельних якостей дає відповідний індекс, який був більшим відносно чистопорідної групи на 5,3–15,6 %. При цьому, як і за середньодобовими приростами, найкращі результати були отримані у II, V і VII групах, вони перевершували чистопорідних тварин відповідно на 15,6; 9,8 та 10,5 %.

За товщиною шпику всі дослідні групи переважали контрольну, а отримана різниця характеризувалась високим рівнем значущості ($p < 0,001$). Слід відзначити, що товщина шпику відіграє важливу роль у величині комплексного індексу. Особливо велика різниця за величиною індексу зафіксована між чистопородними тваринами та гібридами від кнурів породи п'єстрен та термінальними (на 23,62–28,14 %), що свідчить про їх високу м'ясність.

У межах кожної піддослідної групи визначали рівень мінливості ознак відгодівельних якостей і товщини шпику (табл. 3).

За деякими ознаками, наприклад, віком досягнення маси 100 кг і витратами кормів, цей показник у чистопородної групи був дещо вищим, ніж у інших груп, що, очевидно, пояснюється недостатньо високим рівнем препотентності кнурів-плідників великої білої породи.

Іншим імовірним поясненням меншої мінливості у дослідних групах порівняно із контролем може бути високий рівень одноманітності першого покоління потомків, що узгоджується з першим законом Менделя [14].

3. Рівень мінливості відгодівельних якостей та товщини шпику

Група	Поєднання	n	Коефіцієнт варіації (Cv) за ознакою			
			Вік досягнення маси 100 кг	Середньодобовий приріст на відгодівлі	Витрати кормів	Товщина шпику
I	ВБ×ВБ	40	3.16	5.65	4.09	6.15
II	ВБ×Л	40	2.36	5.42	3.51	14.13
III	(ВБ×Л)хЛ	40	2.72	5.48	3.67	13.95
IV	ВБ×П	40	3.22	6.48	4.46	14.81
V	(ВБ×Л)хП	40	2.44	5.04	3.24	12.35
VI	ВБ×Терм	40	2.82	6.11	4.07	12.06
VII	(ВБ×Л)хТерм	40	1.96	4.17	2.64	11.23

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

За товщиною шпику велика біла порода відрізняється значно нижчою мінливістю порівняно із гібридами.

Наскільки пов'язані між собою показники відгодівельних якостей та товщина шпику, показано в таблиці 4.

4. Кореляція між ознаками відгодівельних якостей та товщиною шпику гібридного молодняка, $r \pm S_r$

r	Середньодобовий приріст на відгодівлі	Витрати кормів	Товщина шпику над 6–7 грудними хребцями
Вік досягнення маси 100 кг	-0,93±0,008***	0,94±0,007***	0,20±0,058***
Середньодобовий приріст на відгодівлі		-0,99±0,001***	-0,05±0,060
Витрати кормів			0,06±0,060

Примітки *** – r достовірно при $p < 0,001$.

Найбільш високі коефіцієнти кореляції були встановлені між різними показниками відгодівельних якостей (r наближається до одиниці), тобто при застосуванні відбору або підбору навіть за однією з цих ознак, ми будемо поліпшувати й інші. Це важливо насамперед у селекційній роботі. Що ж стосується зв'язку відгодівельних якостей з товщиною шпику, то кореляція була вірогідною лише з віком досягнення маси 100 кг.

У дослідженнях у разі використання однофакторного дисперсійного аналізу було вивчено, наскільки генетичний фактор впливає на різні показники продуктивності (табл. 5).

5. Вірогідність та сила впливу фактору походження при поєднанні свиней різних генотипів

Ознака	n	Критерій Фішера (F)	p	Сила впливу організованого фактора, %
Вік досягнення маси 100 кг	40	25,3	<0,001	35,7±1,41
Середньодобовий приріст	40	11,3	<0,001	19,9±1,76
Витрати корму	40	11,8	<0,001	20,6±1,75
Товщина шпику	40	55,5	<0,001	55,0±0,99

Встановлено, що фактор походження (генетичний) має суттєвий рівень впливу при високій вірогідності на всі показники відгодівельних якостей і особливо на товщину шпику, тому його необхідно враховувати при виборі схеми схрещування.

Висновки

1. Одержані результати науково–виробничого дослідження дають підстави стверджувати, що в умовах фермерського господарства є можливим одержувати термінальних кнурів і успішно використовувати їх у системі гібридизації.

2. При використанні термінальних кнурів власного відтворення у схрещуванні з двохпородними свинками ВБ×Л можна досягти суттєвого зниження товщини шпику і отримати дещо більші прирости, ніж при поєднанні з кнурами породи п'єтрен. Отже, термінальних кнурів власного відтворення доцільно використовувати при створенні високопродуктивного кросу.

Перспективи подальших досліджень: доцільно продовжити пошук інших варіантів отримання термінальних кнурів та вивчити їх у системах гібридизації.

References

- Arsenakis, I., Appeltant, R., Sarrazin, S., Rijsselaere, T., Van Soom, A., & Maes, D. (2017). Relationship between semen quality and meat quality traits in Belgian Piétrain boars. *Livestock Science*, 205, 36–42. doi: 10.1016/j.livsci.2017.09.009
- Bereskin, B., & Steele, N. C. (1986). Performance of Duroc and Yorkshire boars and gilts and reciprocal breed crosses1. *Journal of Animal Science*, 62 (4), 918–926. doi: 10.2527/jas1986.624918x
- Franco, D., Vazquez, J. A., & Lorenzo, J. M. (2014). Growth performance, carcass and meat quality of the Celta pig crossbred with Duroc and Landrace genotypes. *Meat Science*, 96 (1), 195–202. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.06.024

4. Djurkin Kušec, I., Cimerman, E., Škrlep, M., Karolyi, D., Gvozdanović, K., Komlenić, M., Radišić, Ž & Kušec, G. (2021). Influence of immunocastration on slaughter traits and boar taint compounds in pigs originating from three different terminal sire lines. *Animals*, 11 (1), 228. doi: 10.3390/ani11010228
5. Suzuki, K., Irie, M., Kadowaki, H., Shibata, T., Kumagai, M., & Nishida, A. (2005). Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. *Journal of Animal Science*, 83 (9), 2058–2065. doi: 10.2527/2005.8392058x
6. Khalak, V. I., Gut'ya, B. V., & Stadnits'ka, O. I. (2019). Feeding and meat qualities of young pigs of different origin and intensity of formation in early ontogenesis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (91), 10–15. doi: 10.32718/nvlvet-a9102
7. Khrankova, O. M. (2019). Reproductive performance of sows depending on different combinations of breeds and types. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7 (2), 115–119. doi: 10.32819/2019.71021
8. Kosko, I. S., & Sheyko, I. P. (2016). Effect of hybrid boars of import selection on meat performance of pigs. *Animal Breeding and Genetics*, 52, 36–41. doi: 10.31073/abg.52.06
9. Ruusunen, M., Puolanne, E., Sevón-Aimonen, M.-L., Partanen, K., Voutilainen, L., & Niemi, J. (2012). Carcass and meat quality traits of four different pig crosses. *Meat Science*, 90 (3), 543–547. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.09.010
10. Pelyh, V., & Ushakova, S. (2016). Effect of compatibility of mixed parent pairs on heightening productivity of pigs. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (1), 49–51. doi: 10.31073/agrovisnyk201601-10
11. Perevoyko, Z. A. (2015). Comparative evaluation of fattening, slaughter and meat qualities of purebred and hybrid swine. *Modern Applied Science*, 9(8). doi:10.5539/mas.v9n8p344
12. Pöldvere, A., Tänavots, A., Saar, R., Torga, T., Kaart, T., Soidla, R., Mahla, T., Andreson, H., & Lepasalu, L. (2015). Effect of imported Duroc boars on meat quality of finishing pigs in Estonia. *Agronomy Research*, 13, 1040–1052.
13. Reyer, H., Shirali, M., Ponsuksili, S., Murani, E., Varley, P. F., Jensen, J., & Wimmers, K. (2017). Exploring the genetics of feed efficiency and feeding behaviour traits in a pig line highly selected for performance characteristics. *Molecular Genetics and Genomics*, 292 (5), 1001–1011. doi: 10.1007/s00438-017-1325-1
14. Samokhina, E. A., & Myhalko, O.G. (2018). Morfolohichniy sklad tush svynei – finalnykh hibrydiv henotypu yorkshyr × landras × makshro v zalezhnosti vid vahovykh kondytsii. *Animal Breeding and Genetics*, 55, 124–130. doi: 10.31073/abg.55.17 [In Ukrainian].
15. Ushakova, S. (2016). Influence of boars of different breeds on reproductive qualities of sows in multipedigree cross-breeding. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (2), 68–69. doi: 10.31073/agrovisnyk201602-15
16. Van Wagenberg, C. P. A., Snoek, H. M., van der Fels, J. B., van der Peet-Schwering, C. M. C., Vermeer, H. M., & Heres, L. (2013). Farm and management characteristics associated with boar taint. *Animal*, 7 (11), 1841–1848. doi: 10.1017/s1751731113001328
17. Voloshchuk, A. V. (2018). Osoblyvosti rostu chystoporodnykh i pomisnykh svynei z riznoiui intensyvniosti formuvannia. *Animal Breeding and Genetics*, 55, 31–38. doi: 10.31073/abg.55.04 [In Ukrainian].
18. Berezovskyi, M., Naryzhna, O., Vashchenko, P., & Odariuk, M. (2020). Reproductive qualities of purebred and crossbred sows in combination with terminal boars of their own reproduction and other paternal forms. *Pig Breeding the Interdepartmental Subject Scientific Digest*, (74), 26–34. doi: 10.37143/0371-4365-2020-74-03
19. Hryshyna, L., & Krasnoshchok, O. (2019). Meat quality of purebred, crossbred and hybrid young pigs of varying growth rates. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 103 (3), 98–106. doi: 10.31521/2313-092x/2019-3(103)-12
20. Hryshyna, L. P., & Krasnoshchok, O. O. (2017). Osoblyvosti rostu svynei riznykh henotypiv. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya: Tvarynnyctvo*, 5 (1), 63–67. [In Ukrainian].
21. Kodak, T. S. (2014). Vidhodivelni yakosti hibrydnoho molodniaku, otrymanoho pry riznykh variantakh poiednan materynskykh i bilkivskykh form. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk ISv i APV NAAN*, 64, 169–173. [In Ukrainian].
22. Naryzhnaya, O. L. (2013). Vosproizvoditelnye kachestva svinomatok krupnoj beloij porody pri sochetanii s terminalnymi i chystoporodnymi hryakami razlichnykh genotipov. *Sbornik nauchnykh trudov XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii po svinovodstvu*. Cheboksary [In Russian].

23. Nikitchenko, I. N. (1987). *Geterozis v svinovodstve*. Leningrad: Agropromizdat [In Russian].
24. Pozniakova, T. S. (2011) Reproduktyvni yakosti chystoporodnykh i pomisnykh svynomatok pry skhreshchuvanni z knuramy vitchyznianoї ta zarubizhnoi selektsii. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 180–183. [In Ukrainian].
25. Voloshchuk, V. M. (red.). (2014). *Svynarstvo: monohrafiia*. Ahrarna nauka [In Ukrainian].
26. Shaferivskyi, B. S. (2014) Zalezhnist tovshchyny shpyku hibrydnogo molodniaka vid viku dosiahnennia zhyvoi masy 100 kh. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2, 111–114. [In Ukrainian].
27. Shcherban, T. V., & Vashchenko, P. A. (2015). Vidhodivelni, zabiini i miaso-salni yakosti svynei myrhorodskoi porody ta yii pomisei. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 2 ((84) 2), 112–119. [In Ukrainian].
28. Shcherban, T. V. (2014). Reproduktyvni yakosti svynomatok myrhorodskoi porody za skhreshchuvannia z knuramy miasnoho napriamu produktyvnosti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 125–129. doi: 10.31210/visnyk2014.01.30 [In Ukrainian].





Стаття надійшла до редакції: 12.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Березовський М. Д., Нарижна О. Л., Ващенко П. А., Шостя А. М., Усенко С. О., Кузьменко Л. М., Слинко В. Г. Термінальні кнури та інші батьківські форми в системі гібридизації. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 135–141.

© Березовський Микола Давидович, Нарижна Ольга Леонідівна, Ващенко Павло Анатолійович, Шостя Анатолій Михайлович, Усенко Світлана Олексіївна, Кузьменко Лариса Михайлівна, Слинко Віктор Григорович, 2021


review article | UDC 636.3(477)(091) | doi: 10.31210/visnyk2021.03.17

GENERAL GLOBAL TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF GOAT BREEDING FIELD AND MAIN FACTORS OF GOAT MILK QUALITY FORMATION
O. I. Kravchenko*
ORCID  [0000-0001-8076-6070](https://orcid.org/0000-0001-8076-6070)
Y. V. Karban
ORCID  [0000-0003-3384-9927](https://orcid.org/0000-0003-3384-9927)
S. O. Usenko
ORCID  [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625)
O. O. Vasiliva
ORCID  [000-0002-8085-9880](https://orcid.org/000-0002-8085-9880)
V. G. Slynko
ORCID  [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840)
V. M. Yukhno
ORCID  [0000-0002-3628-1305](https://orcid.org/0000-0002-3628-1305)
 Poltava State Agrarian University Academy
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: oksanakravchenko@ukr.net

How to Cite

 Kravchenko, O. I., Karban, Y. V., Usenko, S. O., Vasiliva, O. O., Slynko, V. G., & Yuhno, V. M. (2021). General global trends in the development of goat breeding field and main factors of goat milk quality formation. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 142–149. doi: 10.31210/visnyk2021.03.17

The aim of our study was to research of the current state of goat milk production in Ukraine and the world and outlined the main factors, including genetic, that determine its quality and, accordingly, the quality of cheese. It has been established that the general global trends in the development of goat breeding indicate the growing role of this field in the nutrition of the population. Thus, according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), there is a steady increase in both the number and gross goat milk production. According to the research conducted from 2015 to 2019, the number of dairy goats in the world increased by 6.8 % – to more than 215 million heads. The stable growth of them took place in Europe (+ 30.0 %) and Africa (+ 10.3%). The largest number of dairy goats was kept in 2019 in Asia (50.8 %) and Africa (40.0 %). Gross production of goat milk in the world by 4.9 % from 2015 to 2019 increased. In Ukraine, the situation in dairy goat breeding is still significantly different from global trends – during the period under study, the number of goats decreased by 6.8 %, gross milk production decreased by 14.5 %. The analytical material has been presented as to the dependence of the chemical composition of goat milk on genotypic and paratypic factors, such as: breed, age, year season, lactation stages, duration of dry period and pregnancy, feeding, housing conditions, influence of the environment (temperature, humidity), body weight and etc. It has been noted that European breeds of dairy goats tend to have much greater potential for milk production than the local breeds that have not undergone selection changes. At the same time, many indigenous breeds of goats have higher dry matter content in milk and are better adapted to local housing and feeding conditions, especially under climate change. The global demand on goat milk products is predicted to increase as consumers become more demanding as to the quality of animal products, which are important in the daily diet owing to the optimal content of macro- and micronutrients.

Key words: goats, goat breeding, goat milk, goat milk production technology, goat housing, goat milk quality, cheese production.

ЗАГАЛЬНОСВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ КОЗІВНИЦТВА ТА ОСНОВНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ КОЗЯЧОГО МОЛОКА

О. І. Кравченко, Ю. В. Карбан, С. О. Усенко, О. О. Васильєва, В. Г. Слинко, В. М. Юхно
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Метою наших досліджень було дослідити сучасний стан виробництва козиного молока в Україні і світі та окреслити основні фактори, зокрема генетичні, що обумовлюють його якість та, відповідно, якість сиру. Встановлено, що загальносвітові тенденції розвитку козівництва свідчать про зростання ролі цієї галузі у харчуванні населення. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) спостерігається стабільне зростання як чисельності поголів'я, так і валового виробництва козиного молока. Згідно з проведеними дослідженнями з 2015 по 2019 рік чисельність поголів'я молочних кіз у світі зросла на 6,8 % – до понад 215 мільйонів голів. Стабільне зростання поголів'я відбувалось у країнах Європи (+ 30,0 %) та Африки (+ 10,3 %). Найбільша чисельність молочних кіз утримувалась 2019 року у країнах Азії (50,8 %) та Африки (40,0 %). Валове виробництво козячого молока у світі з 2015 по 2019 рік зросло на 4,9 %. В Україні до цього часу ситуація в молочному козівництві суттєво відрізняється від загальносвітових тенденцій – за досліджуваній період поголів'я кіз зменшилось на 6,8 %, валове виробництво молока знизилось на 14,5 %. Представлено аналітичний матеріал залежності хімічного складу козячого молока від генотипових та паратипових факторів, таких як: порода, вік, сезон окоту, стадії лактації, тривалість сухостійного періоду та вагітності, годівля, умови утримання, вплив навколишнього середовища (температура, вологість), маси тіла та ін. Зазначається, що європейські породи молочних кіз, як правило, мають набагато більший потенціал для виробництва молока, ніж аборигенні породи, які не піддавались селекційним змінам. Водночас багато корінних порід кіз мають більш високий вміст сухих речовин у молоці та більш пристосовані до місцевих умов утримання і годівлі, особливо в умовах змін клімату. Прогнозується зростання світового попиту на молочні продукти з козиного молока, оскільки споживачі стають більш вимогливими до якості продуктів тваринного походження, які мають важливе значення у щоденному раціоні людини завдяки оптимальному вмісту макро- та мікронутриєнтів.

Ключові слова: кози, козівництво, козине молоко, технологія виробництва козиного молока, утримання кіз, якість козиного молока, виробництво сиру.

Молоко, яке має важливе значення у повноцінному харчуванні людини, отримують від самок різних видів тварин – великої та малої рогатої худоби, буфало, коней, верблюдів та ін. Завдяки зростанню попиту споживачів, виробництво такого молока стає дедалі вигіднішим та популярним як альтернатива коров'ячому молоку та продуктам з нього.

Козяче молоко у світі використовують за такими призначеннями: для домашнього споживання, виробництва продуктів для гурманів та для медичних потреб [1].

Козяче молоко є альтернативним поживним джерелом у тих місцевостях, де молочна худоба не виживає з кліматичних чи геологічних причин, або коров'яче молоко є занадто дорогим.

Козяче молоко вживають маленькі діти, люди похилого віку, хворі або люди, які мають алергію на коров'яче молоко. Деякі дослідження показали, що гіпоалергенність та темпи росту дітей були кращими у разі використання замість коров'ячого, козячого молока [2, 3].

Коза є найбільш універсальною одомашненою твариною і була першою домашньою худобою, молоко якої використовували для харчування людей. Завдяки вмісту небілкового азоту та олігосахаридів, козяче молоко за своїм складом ближче до людського молока, ніж молоко корів. Однак у складі молока можуть спостерігатися значні відмінності залежно від різних факторів, таких як порода, раціон годівлі, стадія лактації, навколишнє середовище та інші паратипові фактори [1, 4–8].

Популяція кіз у світі почала різко зростати з 1960-х років минулого століття через зміну доходів та харчових уподобань населення різних країн, початку глобальних кліматичних змін, що призвело до зменшення зон для вирощування великої рогатої худоби.

2019 року загальна кількість молочних кіз у світі становила понад 215 мільйонів голів (табл. 1). У період з 2015 по 2019 рік чисельність поголів'я загалом зросла на 6,8 %. Стабільне зростання поголів'я відбувалось у країнах Європи та Африки, 30,0 % та 10,3 %, відповідно.

Найбільшу чисельність молочних кіз утримували 2019 року у країнах Азії (50,8 %) та Африки (40,0 %).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Динаміка поголів'я молочних кіз у світі, голів [9]

Показники	Роки					2019 до 2015, %
	2015	2016	2017	2018	2019	
Загалом у світі	201525493	205919485	209733366	215579667	215316393	106,8
Африка	78086087	80242384	81996711	83417775	86101304	110,3
Америка	7915572	8114165	8332659	8471227	8684616	109,7
Азія	106983457	108723738	110554342	112254152	109428777	102,3
Європа	8539046	8837852	8848317	11435174	11100356	130,0
Океанія	1131	1346	1337	1339	1340	118,5

Валове виробництво козячого молока у світі з 2015 по 2019 рік зросло на 4,9 % або 929,737 тис. т. (табл. 2). Водночас навіть при зростанні чисельності поголів'я відбулося зменшення на 0,4 % виробництва молока у країнах Африки, що, можливо, пов'язано зі збільшенням кіз місцевих порід з низькою продуктивністю.

2. Динаміка виробництва козячого молока у світі, т [9]

Показники	Роки					2019 до 2015, %
	2015	2016	2017	2018	2019	
Загалом у світі	18980642	19636527	20074070	20357736	19910379	104,9
Африка	4368051	4538529	4358866	4311823	4352719	99,6
Америка	755762	770212	782813	787462	800164	105,9
Азія	11197624	11639200	12175773	12242577	11682193	104,3
Європа	2659162	2688547	2756574	3015835	3075264	115,6
Океанія	43	39	44	39	39	90,7

В Україні ситуація в молочному козівництві суттєво відрізняється від загальносвітових тенденцій (табл. 3). У період з 2015 по 2019 рік поголів'я кіз зменшилось на 6,8 %, валове виробництво молока знизилось на 14,5 %.

3. Динаміка поголів'я кіз та виробництва козячого молока в Україні [9]

Показники	Роки					2019 до 2015, %
	2015	2016	2017	2018	2019	
Поголів'я, гол.	453300	455600	446600	437100	422600	93,2
Кількість молока, т	234530	227700	222500	220495	200500	85,5

У багатьох країнах світу офіційна статистика не охоплює домашнє споживання або продажі козячого молока та продуктів із нього на ринку, тому важко оцінити загальний обсяг виробництва цієї продукції для харчування населення. Переважно козяче молоко у світі виробляється та споживається в Індії, Бангладеші, Пакистані та Туреччині. Козяче молоко також має важливе значення у країнах Середземномор'я, Близького Сходу, Східної Європи та частині Південної Америки [10].

Більшість кіз утримуються дрібними товаровиробниками, тому може бути важко оцінити загальну кількість виробленого молока та молочних продуктів. Кози продукують молоко та м'ясо, але також є важливими тваринами у місцевостях, де вони відіграють історичну культурну роль як подарунки, обмін живими тваринами, при споживанні козячого м'яса під час релігійних свят або ритуалів, а також використання їхніх шкір, шерсті та гною.

Прогнозується продовження зростання світового попиту на всі молочні продукти, оскільки споживачі стають більш заможними та збільшують споживання продуктів тваринного походження, які мають важливе значення у щоденному раціоні людини [11].

Китай, що є найбільшим імпортером усіх категорій молочних продуктів, імпортує також і козяче молоко та сироватку, особливо для виробництва дитячих сумішей. Більша частина козячої продукції Китаю імпортується з країн Європейського Союзу [12].

Найбільш організований ринок козячого молока знаходиться в Європі, особливо у Франції, а також в Іспанії, Греції та Нідерландах [13]. У США виробництво продуктів з козячого молока, особливо сиру, почало зростати, починаючи з 1980-х років [14].

Головними перевагами козячого молока для харчування людини є вміст кальцію і фосфору – козяче молоко містить приблизно 1,2 г кальцію і 1 г фосфору на літр (подібно до концентрації у коров'ячому молоці) [15], людське молоко містить набагато менше цих мінералів.

М'який сир з козячого молока є корисним для дорослих людей, які страждають на шлунково-кишкові розлади та виразки [16]. Висока буферна здатність козячого молока є корисною при лікуванні виразки шлунку [17]. Козяче молоко рекомендується як замітник пацієнтам з алергією на коров'яче молоко – від 40 до 100 % пацієнтів з алергією на білки коров'ячого молока краще засвоюють козяче молоко [8]. Жирні кислоти із середнім ланцюгом або тригліцериди середнього ланцюга, яких більше у козячому молоці, визнані ліпідами з унікальними перевагами для здоров'я при синдромах неправильного всмоктування, хілурії, стеатореї, гіперліпопротеїнемії, а у разі резекції кишковика – коронарного шунтування та ін. [18].

Хімічний склад козячого молока кращий, ніж коров'ячого, за винятком меншого вмісту лактози. Жирові кулі менші і це, ймовірно, одна з причин легкого перетравлення козячого молока. Продукція з козячого молока має високий вміст білка, жиру, фосфатів та кальцію. Склад козячого молока змінюється залежно від генотипових та паратипових факторів, таких як порода, годівля, стадія лактації, сезон окоту, вік, навколишнє середовище (температура, вологість) тривалість сухостійного періоду та вагітності, маси тіла та ін. [19].

Склад козячого молока може мати великі відмінності залежно від породи [20]. Наприклад, вміст молочного жиру може варіювати від 2,3 % до 6,9 % (в середньому 3,3 %); молочного білка від – 2,2 % до 5,1 % (в середньому 3,4 %). Однак існує негативний кореляційний зв'язок між кількістю молока та його структурним складом (тобто при високому рівні надою – низький вміст білка і жиру). Іноді козяче молоко може мати низький вміст казеїну та незадовільну коагуляційну здатність, що впливає на вихід сиру [21].

Європейські породи молочних кіз, як правило, мають набагато більший потенціал для виробництва молока, ніж аборигенні породи, які не піддавались селекційним змінам. Водночас багато корінних порід кіз мають більш високий вміст сухих речовин у молоці та більш пристосовані до місцевих умов утримання і годівлі [22].

Для поліпшення порід кіз у козівництві застосовуються чистопородне розведення і різні види схрещування. Інбридинг зазвичай використовують для підвищення життєздатності та репродуктивної здатності кіз [23, 24].

Натепер для кіз створена технологія штучного запліднення, яка ефективно застосовується для генетичного вдосконалення, контрольованого розведення, інтродукції нових порід та збереження корінних порід. У дослідженнях [25] рівень запліднення замороженою спермою був на рівні 45 % та 44–64 % [26, 27].

Стадія лактації кіз впливає на компонентний склад молока незалежно від породи. Найбільша концентрація компонентів козячого молока, особливо жиру та білка, спостерігається на початку лактації у молозивний період, потім їх концентрація зменшується, поки їх вміст не підвищується в кінці лактації, коли значно знижується надій [28].

Компонентний склад молока може змінюватися між ранковим та вечірнім доїнням. Наприклад, вміст жиру у вечірньому козячому молоці становив у середньому 5,1 % – через 14 годин у ранковому молоці його містилося 5,3%; вміст білку 3,54 % та 3,58 %, відповідно [29].

Існують також чіткі сезонні відмінності у компонентному складі молока кіз, але на них додатково впливають і інші чинники, зокрема кліматичні умови, спосіб утримання кіз і годівля. Взимку кози залежно від кліматичних умов, можуть мати доступ до пасовищ, або утримуватись у приміщеннях і отримувати комбіновану годівлю із сіна, силосу та інших домішок, які значно впливають на склад молока [30].

У депресивних і гірських районах для кіз використовується пасовищна система виробництва. У таких типах систем виробництво молока є дуже сезонним, а на якість молока позитивно впливають раціони на основі свіжої трави. Випасання тварин покращує якісні характеристики молока, а саме підвищує концентрацію поліненасичених жирних кислот (наприклад, омега-3 ФА та кон'югованої лінолевої кислоти), які, як відомо, позитивно впливають на здоров'я людини [31–33].

Омега-3 жирні кислоти беруть участь у розвитку тканин мозку та сітківки, а також у профілактиці людських патологій, включаючи хвороби серця та деякі види онкологічних захворювань [34]. Повідомляється, що кон'югована лінолева кислота знижує ризик розвитку онкологічних, серцево-судинних захворювань, діабету та ожиріння, а також сприяє зміцненню імунної системи [35, 36].

Підвищена якість молока при природньому випасанні цікава також з економічної точки зору, оскільки сучасний ринок орієнтований на продукти, що мають користь для здоров'я людини [37].

Незалежно від генетики склад щоденного раціону та його кількість відповідно до виробничих потреб можуть спричинити значні зміни у складі козячого молока [38–40].

Широко застосовуванним швидким моніторингом стану вимені є кількість соматичних клітин у молоці. Однак виділення молока у кіз проходить по апокринному типу секреції, тоді як у корів – по мерокриновому, що пояснює наявність у козячому молоці дуже великої кількості соматичних клітин, особливо в молоці на пізніх стадіях лактації або в останніх порціях молока, що не свідчить про захворювання на мастит [41, 42].

Обробка козиного молока також змінює його склад. При виробництві сиру різні способи первинної обробки: нагрівання та охолодження, можуть глибоко вплинути на склад молока. Нагрівання застосовується під час пастеризації, ультрапастеризації, конденсації, що різною мірою денатурує білки молока та впливає на його смак [43].

На компонентний склад молока можуть впливати багато фізіологічних факторів, зокрема вік тварини, сезон року та багатоплідність

Вік тварини тісно пов'язаний з розмірами тіла та кількістю лактації, що суттєво впливає на кількість надоеного молока. Маса тіла може збільшуватися до шестирічного віку, згодом зменшуватися, і надой коливаються так само. Пікові надой припадають на віковий період від чотирьох до восьми років. До того ж у дослідженні, проведеному на альпійських козах, було встановлено, що найвищий надій (960 кг) був отриманий у кіз за період другої лактації, а найменший (634 кг) – за період сьомої лактації [44, 45].

Сезон окоту кіз може вплинути на виробництво молока, і це часто помилково вважають віковими наслідками. Надзвичайно холодна погода може зменшити продукування молока [46]. Також кози сприйнятливі до теплового стресу, незважаючи на термостійкі характеристики [47].

На збільшення молочних залоз під час вагітності впливає кількість ягнят, і це також пов'язано з майбутньою молочною продуктивністю незалежно від віку, маси тіла та сезону року. Виробництво молока також може бути збільшено внаслідок природнього вигодовування ягнят, але це не є вирішальним фактором при промисловому виробництві козячого молока [48, 49].

Висновки

Отже, проаналізований сучасний стан виробництва козиного молока у світі та зокрема Україні свідчить про зростання ролі цієї галузі у харчуванні населення. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) спостерігається стабільне зростання як чисельності поголів'я, так і валового виробництва козиного молока. Однак встановлено, що в Україні галузь козівництва ще не набула важливого значення і, навпаки, спостерігається спад виробництва козиного молока. Прогнозується зростання світового попиту на молочні продукти з козиного молока, оскільки споживачі стають більш вимогливими до якості продуктів тваринного походження, що мають важливе значення у щоденному раціоні людини завдяки оптимальному вмісту макро- та мікронутрієнтів. Проведено аналіз основних елементів, що впливають на якість козиного молока та виробів з нього, та визначено, що головними з них є генотипові (порода) та паратипові (вік, сезон окоту, стадія лактації, тривалість сухостійного періоду та вагітності, умови годівлі та утримання, вплив навколишнього середовища, маса тіла та ін.) фактори.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вивчення впливу різноманітних факторів на якісні показники молока та сиру зааненської породи кіз у різних регіонах України.

References

1. Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (n.d.). Goat Milk, Its Products and Nutrition. *Handbook of Food Products Manufacturing*, 449–488. doi: 10.1002/9780470113554.ch69
2. Selvaggi, M., Laudadio, V., Dario, C., & Tufarelli, V. (2014). Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability. *Molecular Biology Reports*, 41 (2), 1035–1048. doi: 10.1007/s11033-013-2949-9
3. Alférez, M., Rivas, E., Díaz-Castro, J., Hijano, S., Nestares, T., Moreno, M., & López-Aliaga, I. (2015). Folic acid supplemented goat milk has beneficial effects on hepatic physiology, haematological

- status and antioxidant defence during chronic Fe repletion. *Journal of Dairy Research*, 82 (1), 86–94. doi: 10.1017/S0022029914000624
4. Park, Y. W. (1990). Nutrient profiles of commercial goat milk cheeses manufactured in the United States. *Journal of Dairy Science*, 73, 3059–3067. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78993-X
5. Jenness, R. (1980). Composition and characteristics of Goat Milk: A Review. *Journal of Dairy Science*, 63, 1968–1979. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(80)83125-0
6. Haenlein, G. F. W., & Caccese, R. (1984) Goat milk versus cow milk. In: Haenlein, G. F. W., & Ace, D. L. (eds.) *Extension Goat Handbook*. (pp. 1:1–4). USDA Publ. Washington DC.
7. Prosser, C. G. (2021). Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal of Food Science*, 86, 257–265. doi: 10.1111/1750-3841.15574
8. Fernández, A. B. (2019). Chemical Composition of Goat Milk: Revisión Bibliográfica. *Archives of Veterinary and Animal Sciences*, 1 (1). Retrived from: <https://escientificpublishers.com/chemical-composition-of-goat-milk-revision-bibliografica-AVAS-01-0007>
9. FAO 2021. FAOSTAT. Retrived from: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/>
10. Ribeiro, A. C., & Ribeiro, S. D. A. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89, 225–33. doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.048
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. Dairy and dairy products. 2019*. Retrived from: http://www.fao.org/3/CA4076EN/CA4076EN_Chapter7_Dairy.pdf.
12. Li, L. (2019). Price of goat whey soars as Chinese milk powder makers seek new areas of growth. *Yicai Global*. Retrived from: <https://www.yicai.com/news/china-goat-milk-price-nearly-doubles-puts-squeeze-on-formula-processors>
13. Dubeuf, J-P, Morand-Fehr, P., & Rubino, R. (2004). Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*, 51, 165–173. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.007
14. Bredesen, S. T. (2018). All joking aside goats step from comic relief to dairy spotlight. *Progressive Dairyman*. Retrived from: <https://www.progressivedairy.com/topics/management/all-joking-aside-goats-step-from-comic-relief-to-dairy-spotlight>
15. Park, Y. W. (2004). Goat Milk: Composition, Characteristics. *Encyclopedia of Animal Science*, 474–477. doi: 10.1201/9781482276664-14
16. Haenlein, G. F. W. (2001). Past, Present, and Future Perspectives of Small Ruminant Dairy Research. *Journal of Dairy Science*, 84 (9), 2097–2115. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(01)74655-3
17. Park, Y. W. (1994). Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research*, 14 (2), 151–159. doi: 10.1016/0921-4488(94)90105-8
18. Malau-Aduli, B. S., Eduvie, L. O., Lakpini, C. A. M., & Malau-Aduli, A.E.O. (2001). Effect of supplementation on the milk yield and composition of Red Sokoto does. *Proceedings of the 26th Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production*.
19. Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (n.d.). Therapeutic and Hypoallergenic Values of Goat Milk and Implication of Food Allergy. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 121–135. doi: 10.1002/9780470999738.ch6
20. Montaldo, H. H., & Manfredi, E. (2002). Organizations of selection programs for dairy goats. *Proc. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Montpellier, France.
21. Thompson, J. R., Everett, R. W., & Hammerschmidt, N. L. (2000). Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83, 1856–1864. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75057-0
22. Bernabuc, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronch, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4, 1167–1183. doi: 10.1017/S175173111000090X
23. Thompson, J. R., Everett, R. W., & Hammerschmidt, N. L. (2000). Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83, 1856–1864. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75057-0
24. Barillet, F. (2007). Genetic improvement for diary production in sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 70, 60–75. doi: 10.1016/j.smallrumres.2007.01.004
25. Andrabi, S., Lal, C., Haider, M., Khan, A., & Ghaffar, A. (2018). Artificial Insemination in Goat Artificial Insemination in Beetal and Jattal Goats: Preliminary Results. In book: *Sustainable goat farming for livelihood improvement in South Asia* (pp. 177–180). Publisher: SAARC Agriculture Centre (SAC), South Asian Association for Regional Cooperation

26. Batista, M., Nino, T., Alamo, D., Castro, N., Santana, M., Gonzalez, F., Cabrera, F., & Gracia, A. (2009). Successful artificial insemination using semen frozen and stored by an ultra freezer in the Majorera goat breed. *Theriogenology*, 71 (8),1307–1315. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.12.024
27. Khariche, S. D., Jindal, S. K., Priyadharsini, R., Kumar, S. A. T. I. S. H., Goel, A. K., Ramachandran, N., & Rout, P. K. (2013) . Fertility following frozen semen artificial insemination in Jamunapari goats. *Indian Journal Animal Science*, 83,1071–1073.
28. Kandarakis, I., Moatsou, G., Georgala, A., Kaminarides, S., & Anifantakis, E. (2001). Effect of draining temperature on the biochemical characteristics of feta cheese. *Food Chemistry*, 72, 369–378. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00245-4
29. Simos, E., Voutsinas, L. P., & Pappas, C. P. (1991). Composition of milk of native Greek goats in the region of Metsovo. *Small Ruminant Research*, 4, 47–60. doi: 10.1016/0921-4488(91)90052-R
30. Malau-Aduli, B. S., Eduvie, I. O., Lakpini, C. A. M., & Malau-Aduli, A. E. O. (2001). Effects of supplementation on the milk yield of Red Sokoto does. *Proceedings of the 26th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production, March 2001*. Zaria, Nigeria: ABU.
31. Biondi, L., Valvo, M. A., Di Gloria, M., Scinaro Tenghi, E., Galofaro, V., & Priolo, A. (2008). Changes in ewe milk fatty acids following turning out to pasture. *Small Ruminant Research*, 75, 17–23. doi: 10.1016/j.smallrumres.2007.07.004
32. Renna, M., Lussiana, C., Cornale, P., Fortina, R., & Mimosi, A. (2012). Changes in goat milk fatty acids during abrupt transition from indoor to pasture diet. *Small Ruminant Research*, 108, 12–21. doi: 10.1016/j.smallrumres.2012.06.007
33. Albenzio, M., Santillo, A., Avondo, M., Nudda, A., Chessa, S., Pirisi, A., & Banni, S. (2016). Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health. *Small Ruminant Research*, 135, 3–12. doi: 10.1016/j.smallrumres.2015.12.016
34. Blondeau, N. (2016). The nutraceutical potential of omega-3 alpha-linolenic acid in reducing the consequences of stroke. *Biochimie*, 120, 49–55. doi: 10.1016/j.biochi.2015.06.005
35. Wang, T., & Lee, H. J. (2015). Advances in research on cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid: a major functional conjugated linoleic acid isomer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 720–731. doi: 10.1080/10408398.2012.674071
36. Hennessy, A. A., Ross, P. R., Fitzgerald, G. F., & Stanton, C. (2016). Sources and bioactive properties of conjugated dietary fatty acids. *Lipids*, 51 (4), 377–397. doi: 10.1007/s11745-016-4135-z
37. Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronch, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4 (7), 1167–1183. doi: 10.1017/S175173111000090X
38. Haenlein, G. F. W. (1995). Topics of profitable feeding and milking of dairy goats. *Department of Animal Science and Agricultural Biochemistry, University of Delaware, Bulletin*.
39. Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., & Lamberet, G. (2003). A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86, 1751–1770. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8
40. Zheng, L., Wu, S., Shen, J., Han, X., Jin, C., Chen, X., Zhao, S., Cao, Y., & Yao, J. (2020). High rumen degradable starch decreased goat milk fat via trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid-mediated downregulation of lipogenesis genes, particularly, INSIG1. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11 (1). doi: 10.1186/s40104-020-00436-3
41. Haenlein, G. F. W. (1993). Producing quality goat milk. *Journal of Animal Science*, 8, 79–84.
42. Kifaro, G. C., Moshi, N. G., & Minga, U. M. (2009). Effect of sub-clinical mastitis on milk yield and composition of dairy goats in Tanzania. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9 (1), 623–634. doi: 10.4314/ajfand.v9i1.19217
43. O'Connor, D. L. (1994). Folate in goat milk products with reference to other vitamins and minerals: A review. *Small Ruminant Research*, 14, 143–149. doi: 10.1016/0921-4488(94)90104-x
44. Browning, J. R., Leite-Browning, M. L., & Sahlu, T. (1995). Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. *Small Ruminant Research*, 18, 173–178. doi: 10.1016/0921-4488(95)00719-2
45. Ciappesoni, G., JPrıbyl, M. M., & Mareš, V. (2018). Factors affecting. doi: 10.17221/4333-CJAS
46. Lu, C. D. (1989). Effects of heat stress on goat production. *Small Ruminant Research*, 2, 151–162. doi: 10.1016/0921-4488(89)90040-0

47. Sejian, V., Silpa, M. ., Reshma Nair, M. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., Chauhan, S. S., Suganthi, R. U., Fonseca, V. F. C., König, S., Gaughan, J. B, Dunshea, F. R., & Bhatta, R. (2021) Heat Stress and Goat Welfare: Adaptation and Production Considerations. *Animals*, 11, 1021. doi: 10.3390/ani11041021

48. Mourad, M. (1992). Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield of Alpine goats in Egypt. *Small Ruminant Research*, 8, 41–46. doi: 10.1016/0921-4488(92)90005-O

49. Zamuner, F., DiGiacomo, K., Cameron, A. W. N., & Leury, B. J. (2019). Effects of month of kidding, parity number, and litter size on milk yield of commercial dairy goats in Australia. *Journal of Dairy Science*, 103 (1), 954–964. doi.: 10.3168/jds.2019-17051

Стаття надійшла до редакції: 21.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кравченко О. І., Карбан Ю. В., Усенко С. О., Васильєва О. О., Слинко В. Г., Юхно В. М. Загальносвітові тенденції розвитку галузі козівництва та основні фактори формування якості козячого молока. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 142–149.

© Кравченко Оксана Іванівна, Карбан Юлія Василівна, Усенко Світлана Олексіївна, Васильєва Ольга Олександрівна, Слинко Віктор Григорович, Юхно Віктор Миколайович, 2021


original article | UDC 636.52/58:636.083:591.044:591.111 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.18

HENS' ORGANISM RESPONSE TO THE CHANGE OF THE HEIGHT OF CAGE BATTERY LOCATION
Yu. V. Osadcha

 ORCID  [0000-0003-4126-2456](https://orcid.org/0000-0003-4126-2456)

 National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
15 Heroes Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine
E-mail: seledat@ukr.net

How to Cite

Osadcha, Yu. V. (2021). Hens' organism response to the change of the height of cage battery location. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 150–156. doi: 10.31210/visnyk2021.03.18

Increasing the tier structure of cage equipment to 12–15 tiers is one of the modern ways of resource conservation in poultry farming and is often used by producers to obtain more products from 1 m² of premise space. However, there are no data on the impact of such housing on the physiological state of hens, and the current rules of VNTP-APK-04.05. for keeping hens in cages are designed for 1–3-tier cage batteries. The aim of this work was to study the physiological state of hens based on the analysis of changes in their blood picture indicators depending on the height of cage batteries' location. For this purpose, in the conditions of a modern complex for the production of food eggs in one poultry house, 4 groups of hens were formed, each of which was kept on a separate floor-analogue in terms of area and cage equipment. Each floor was equipped with "Big Dutchman" 3-tier cage batteries (Germany), consisting of 1,176 cages with an area of 40,544 cm². The cages batteries of each floor were separated from each other by a grate-type floor so that tiers 1–3 were included to the 1st floor, tiers 4–6 – to the 2nd, tiers 7–9 – to the 3rd, and tiers 10–12 – to the 4th floor of the cage equipment. The laying hens' blood picture was determined on Micros 60 hematology analyzer, for which 30 whole blood samples were taken from laying hens of each group at the age of 52 weeks. It was found that the increase in the height of cage batteries location was not reflected in the hemograms of hens, which may indicate the absence of a negative impact of increasing the tier structure of cage equipment. Whereas, keeping hens in cages of a multi-tiered cage battery on the first floor (1–3 tier) was accompanied by changes in hemogram parameters characteristic of the stressful state of the body, namely an increase in the number of leukocytes in the blood by 29.0–73.2 % (3.5 > normal), erythrocytes – by 14.3–18.5 %, ESR – by 26.0–46.5 % and a decrease in thrombocytes concentration by 12.8–14.8%, as well as the upsetting of the ratio of different leukocytes' forms – an increase in the concentration heterophils by 6.8–13.5 % (4.5 % > normal) against the background of a decrease in monocytes by 1.8–2.5 % (1.2 % < normal), lymphocytes – by 1.7–8.4 %, eosinophils – by 1.7–1.9 % and basophils by 0.9–1.4 %. The obtained results are the basis for finding the causes of stress development in hens at their keeping on the low floor of the cage equipment.

Key words: hens, cage battery, hemogram (blood picture), leukocytes, heterophils, stress.

РЕАКЦІЯ ОРГАНІЗМУ КУРЕЙ НА ЗМІНУ ВИСОТИ РОЗТАШУВАННЯ КЛІТКОВОЇ БАТАРЕЇ
Ю. В. Осадча

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Збільшення ярусності кліткового устаткування до 12–15 ярусів є одним із сучасних способів ресурсозбереження у птахівництві і часто застосовується виробниками для отримання більшої

кількості продукції з 1 м² площі приміщення. Однак будь-які дані щодо впливу такого утримання на фізіологічний стан курей відсутні, а чинні норми ВНТП-АПК-04.05. щодо утримання курей у клітках розроблені для 1–3-ярусних кліткових батареї. Метою цієї роботи було дослідження фізіологічного стану курей на основі аналізу змін показників їхніх гемограм залежно від висоти розташування кліткових батареї. Для цього в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць в одному пташнику сформували 4 групи курей, кожну з яких утримували на окремому поверху-аналогі за площею та клітковим устаткуванням. Кожен поверх був обладнаний 3-ярусними клітковими батареями «Big Dutchman» (Німеччина), що склалися з 1176 кліток площею 40544 см². Кліткові батареї кожного поверху були відмежовані одна від одної решітчастою підлогою так, що 1–3 яруси входили до 1-го поверху, 4–6 яруси – до 2-го, 7–9 яруси – до 3-го, а 10–12 яруси – до 4-го поверху кліткового устаткування. Гемограму курей-несучок визначали на гематологічному аналізаторі Micros 60, для чого відбирали по 30 проб цільної крові у несучок кожної групи віком 52 тижні. Виявлено, що підвищення висоти розташування кліткових батареї не відобразилось у показниках гемограм курей, що може свідчити про відсутність негативного впливу збільшення ярусності кліткового устаткування. Тоді як утримання курей у клітках багатоярусної кліткової батареї першого поверху (1–3 ярус) супроводжувалось змінами показників гемограми, характерними для стресового стану організму, а саме підвищення у крові кількості лейкоцитів на 29,0–73,2 % (3,5 > норми), еритроцитів – на 14,3–18,5 %, ШОЕ – на 26,0–46,5 % та зниження концентрації тромбоцитів на 12,8–14,8 %, а також порушення співвідношення різних форм лейкоцитів – підвищення концентрації гетерофілів на 6,8–13,5 % (4,5 % > норми) на тлі зменшення моноцитів на 1,8–2,5 % (1,2 % < норми), лімфоцитів на 1,7–8,4 %, еозинофілів на 1,7–1,9 % та базофілів на 0,9–1,4 %. Отримані результати є основою для пошуку причин розвитку стресового стану в курей за умови їхнього утримання на нижньому поверху кліткового устаткування.

Ключові слова: кури, кліткова батарея, гемограма, лейкоцити, гетерофіли, стрес.

Вступ

Інтенсивне ведення галузі птахівництва включає низку технологічних операцій, що спричиняють надмірне напруження пристосувальних систем організму курей та розвиток у них стресу [2, 22]. Відомо, що дія технологічних стресорів, таких як висока щільність утримання, зміна мікроклімату виробничих приміщень та складу раціону, вакцинації, транспортування і переміщення знижують рівень імунологічної реактивності організму птиці [8, 25], що зумовлює зменшення її продуктивності [1, 13]. Однак до цього переліку вивчених технологічних стресорів не входить збільшення ярусності кліткового устаткування, яке є одним із способів ресурсозбереження у птахівництві і застосовується виробничниками для отримання більшої кількості продукції з 1 м² площі приміщення. Адже все частіше постачальники обладнання пропонують кліткове устаткування, яке розташовують у 12 і, навіть, 15 ярусів, що утворюють 4–5 поверхів. Це дає змогу підвищити концентрацію поголів'я птиці у пташнику в 4–5 разів порівняно з 3-ярусними клітковими батареями, та у 8–10 разів порівняно з підлоговим способом утримання. За такого розміщення птиця верхнього поверху перебуває на висоті понад 12 метрів над землею, а поголів'я в одному пташнику може досягати 590 тис. голів. Тому актуальним питанням є вивчення впливу на організм птиці висоти розташування кліткових батареї.

Для діагностики загального фізіологічного стану організму тварин чи птиці найчастіше використовують загальний клінічний аналіз крові або гемограму. Вперше зміни в гемограмі у відповідь на дію стресорів, такі як лімфопенія, еозинопенія та нейтрофілоз були описані Гансом Сельє 1936 року [24]. Сучасні дослідження показали, що гострий стрес насамперед викликає у курей значні зміни кількісного та якісного складу лейкоцитів [17, 18, 23]. Лейкемоїдна реакція крові курей була описана за умови дії таких стресорів, як голодування [16], температура [19], світло [9], контамінація мікроорганізмами [20], транспортування [3, 15], обмеження руху [4] і ін. Тому метою роботи було вивчення реакції організму курей на основі показників гемограми за умови впливу висоти розташування кліткових батареї.

Матеріали і методи досліджень

Як об'єкт досліджень використовували яєчних курей промислового стада «Hy-Line W-36». Досліди з експериментальними тваринами проводили відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Офіційний вісник Європейського Союзу L276/33, 2010).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

В умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташнику площею 2915 м² сформували 4 групи курей, кожну з яких утримували на окремому поверху-аналогу за площею та клітковим устаткуванням. Кожен поверх був обладнаний 3-ярусними клітковими батареями «Big Dutchman» (Німеччина), що склалися з 1176 кліток площею 40544 см² (362 × 112 см). Кліткові батареї кожного поверху були відмежовані одна від одної решітчастою підлогою. Таким чином, 1–3 яруси входили до 1-го поверху, 4–6 яруси – до 2-го, 7–9 яруси – до 3-го, а 10–12 яруси – до 4-го поверху кліткового устаткування (табл. 1).

Упродовж дослідів курей забезпечували питною водою, повнораціонними комбікормами однакового складу та утримували згідно з вимогами (ВНТП-АПК-04.05.).

1. Схема дослідів

Характеристика	Група курей			
	1	2	3	4
Поверх розташування кліткової батареї	1	2	3	4
Ярус кліткової батареї у пташнику	1–3	4–6	7–9	10–12
Кількість кліток на поверсі	1176			
Кількість голів у клітці	101			
Кількість голів у групі	118776			
Щільність посадки, гол./м ²	401,4			
Фронт годівлі, см	7,8			

Гемограму курей-несучок визначали на гематологічному аналізаторі Micros 60 (Horiba Ltd.) у лабораторії «Бальд» (сертифікат № LB/02/2016). Для цього відбирали по 30 проб цільної крові у несучок кожної групи віком 52 тижні. Відбирали по 1,0–1,5 мл крові з підкрильцевої вени у пробірку з EDTA. Визначали такі показники: вміст еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, гемоглобіну, гематокрит, середній об'єм еритроцитів, середній вміст гемоглобіну в 1-му еритроциті, концентрацію гемоглобіну в еритроцитах, ширину розподілу еритроцитів, середній об'єм тромбоцитів, швидкість осідання еритроцитів, лейкограму (вміст моноцитів, лімфоцитів, еозинофілів, базофілів та гетерофілів).

Отримані цифрові результати опрацьовували методами варіаційної статистики. Достовірність відмінностей між середніми величинами визначали за t-критерієм Ст'юдента, різниці вважали достовірними за $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень показали, що незалежно від поверху розташування кліткової батареї, вміст гемоглобіну, еритроцитів, гематокриту та тромбоцитів у крові курей перебував у межах фізіологічної норми (табл. 2).

2. Гемограма курей залежно від висоти розташування кліткової батареї, ($M \pm m$, $n=30$ /група)

Показник	Група				Референтні значення [10]
	1 (1–3 ярус)	2 (4–6 ярус)	3 (7–9 ярус)	4 (10–12 ярус)	
Лейкоцити, тис./мкл	41,4±0,43	32,1±1,39***	24,2±0,72****°°°	23,9±0,44****°°°	20–40
Гемоглобін, г/дл	11,7±0,21	11,1±0,20*	11,3±0,25	11,4±0,07	7–13
Гематокрит, %	32,2±0,73	29,5±0,71**	29,6±0,51**	28,4±0,26****	22–35
Еритроцити, млн./мм ³	3,2±0,06	2,7±0,05***	2,9±0,06****°	2,8±0,02***	2,5–3,5
Тромбоцити, тис/мм ³	55,3±0,15	55,7±0,69	63,5±0,90****°°°	68,1±0,51****°°°°°	32–100
ШОЕ, мм/год	6,3±0,15	5,0±0,16***	4,5±0,16****°	4,3±0,15****°°	4,0–6,5

Примітки: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; ° $p < 0,05$, °° $p < 0,01$, °°° $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; ° $p < 0,01$, °° $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Водночас спостерігалось підвищення вмісту лейкоцитів у крові курей зі зниженням поверху розташування кліткової батареї, а саме було виявлено вищий вміст лейкоцитів у крові курей 1–2 поверху, тобто шести нижніх ярусів, ніж у курей 3–4 поверхів – відповідно шести верхніх ярусів. За таких умов у курей 2–4 груп вміст лейкоцитів підвищувався в межах фізіологічної норми, а у курей 1-ї групи – перевищував її на 3,5 %. Так, у курей 1-ї групи вміст лейкоцитів був вищим на 29,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 71,1 % ($p < 0,001$) і 73,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи вміст лейкоцитів був вищим на 32,6 % ($p < 0,001$), ніж у 3-ї групи та на 34,3 % ($p < 0,001$), ніж у 4-ї групи. Підвищення вмісту лейкоцитів є характерною відповіддю імунотропних тканин на дію глюкокортикоїдів і катехоламінів, концентрація яких у крові птиці підвищується під дією різних стрес-факторів [11, 21].

У разі зниження поверху розташування кліткової батареї спостерігалось підвищення вмісту еритроцитів та гематокриту у крові курей у межах фізіологічної норми. Зокрема, у крові курей 1-ї групи вміст еритроцитів був вищим на 18,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 10,3 % ($p < 0,001$) і 14,3 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Пропорційно збільшенню концентрації еритроцитів спостерігалось і підвищення гематокриту, який був вищим у курей 1-ї групи на 2,7 % ($p < 0,01$) порівняно з 1-ю та на 2,6 % ($p < 0,01$) і 3,8 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

Вміст гемоглобіну у крові курей майже не змінювався залежно від поверху кліткової батареї. Незначна різниця – 5,4 % ($p < 0,001$) була відзначена лише між 1-ю та 2-ю групами.

Зі зниженням поверху розташування кліткової батареї спостерігалось зменшення концентрації тромбоцитів у крові курей у межах фізіологічної норми. Так, вміст тромбоцитів у курей 1-ї та 2-ї групи перебував на одному рівні, у курей 3-ї групи був вищим на 14,8 % ($p < 0,001$), а у 4-ї групи – на 23,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю групою. Водночас кури 2-ї групи характеризувались нижчим вмістом тромбоцитів на 12,3 % ($p < 0,001$) та 18,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами, а кури 3-ї групи – на 6,8 % ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою.

Параметри швидкості осідання еритроцитів у крові курей усіх груп перебували в межах фізіологічної норми. Простежувалось підвищення ШОЕ зі зниженням поверху розташування кліткової батареї. Так, у курей 1-ї групи ШОЕ була вищою на 26,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 40,0 % ($p < 0,001$) і 46,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно. Водночас ШОЕ у курей 2-ї групи була вищою на 11,1 % ($p < 0,05$) порівняно з 3-ю групою та на 16,3 % ($p < 0,01$) порівняно з 4-ю групою. Відмінності між 3-ю та 4-ю групами склали лише 4,7 % і статистично не підтвердились.

Еритроцитарні та тромбоцитарні індекси крові перебували в межах фізіологічної норми у курей усіх груп (табл. 3) без видимої залежності від поверху розташування кліткової батареї.

3. Еритроцитарні та тромбоцитарні індекси курей залежно від висоти розташування кліткової батареї ($M \pm m$, $n=30$ /група)

Показник	Група				Референтні значення [10]
	1 (1–3 ярус)	2 (4–6 ярус)	3 (7–9 ярус)	4 (10–12 ярус)	
Середній об'єм еритроцитів, $\mu\text{м}^3$	101,8±0,43	107,3±0,67**	103,8±0,58***°	102,0±0,56°°'	90–140
Середній вміст гемоглобіну в 1-му еритроциті, пкг	37,1±0,22	40,4±0,41**	39,4±0,24***°	37,2±0,16°°°'	33–47
Концентрація гемоглобіну в еритроцитах, г/дл	32,8±0,22	31,4±0,24**	34,0±0,28***°	34,8±0,17***°°'	26–35
Ширина розподілу еритроцитів, %	10,1±0,26	10,7±0,08*	10,0±0,32	10,6±0,14	10–15
Середній об'єм тромбоцитів, $\mu\text{м}^3$	7,3±0,08	7,0±0,10*	8,4±0,13***°	8,5±0,15***°	7–10

Примітки: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; ° $p < 0,05$, °° $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; °' $p < 0,01$, °°' $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою.

Зміни поверху утримання курей відображались у співвідношенні лейкоцитів їх крові (табл. 4), а саме зниження поверху утримання курей супроводжувалось підвищенням кількості гетерофілів. Найбільша кіль-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

кiсть гетерофiлiв була зафiксована у курей 1-ї групи з перевищенням фiзiологiчної норми на 4,5 %. Водночас концентрацiя гетерофiлiв у курей 1-ї групи була вищою на 6,8 % ($p < 0,001$) порiвняно з 2-ю групою та на 13,2 % ($p < 0,001$) i 13,5 % ($p < 0,001$) порiвняно з 3-ю та 4-ю групами вiдповiдно. Вмiст гетерофiлiв у курей 2–4 груп пiдвищувався в межах фiзiологiчної норми. Зокрема, у курей 2-ї групи їх виявилось бiльше на 6,4 % ($p < 0,001$) та 6,7 % ($p < 0,001$) нiж у 3-ї та 4-ї групах вiдповiдно. Вiдмiнностi мiж 3-ю та 4-ю групами склали лише 0,3 % i статистично не пiдтвердились. Пiдвищення вмiсту лейкоцитiв за рахунок саме гетерофiлiв виникає через гiперкортизолемию i гiперкатехоламанемiю, обумовленi стресом, якi i призводять до збiльшення числа та мобiлiзацiї їх у кровi [5–7]. Збiльшення пулу циркулюючих гетерофiлiв є результатом пiдготовки органiзму до захисної реакцiї у вiдповiдь на можливі пошкодження [12, 14, 26].

4. Лейкограма курей-несучок залежно вiд висоти розташування клiткової батареї, % ($M \pm m$, $n=30$ /група)

Показник	Група				Референтнi значення [10]
	1 (1–3 ярус)	2 (4–6 ярус)	3 (7–9 ярус)	4 (10–12 ярус)	
Моноцити	3,8±0,33	5,6±0,53**	6,2±0,43***	6,3±0,36***	5–10
Лiмфоцити	58,6±0,73	60,3±0,35*	66,3±0,95***°	67,0±0,54***°	45–70
Еозинофiли	1,8±0,25	3,7±0,19***	3,6±0,44***	3,5±0,28***	1,5–6,0
Базофiли	1,3±0,08	2,7±0,09***	2,6±0,15***	2,2±0,15***°	1–3
Гетерофiли	34,5±0,63	27,7±0,64***	21,3±0,11***°	21,0±0,68***°	15–30

Примiтки: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – порiвняно з першою групою; ° $p < 0,01$; °° $p < 0,001$ – порiвняно з другою групою; °°° $p < 0,05$ – порiвняно з третьою групою.

Пiдвищення рiвня гетерофiлiв вiдбувалося на тлi зменшення кiлькостi iнших форм лейкоцитiв, зокрема моноцитiв. Найнижча кiлькiсть моноцитiв вiдмiчена у курей 1-ї групи – на 1,2 % нижче фiзiологiчної норми i, водночас, на 1,8 % ($p < 0,01$) порiвняно з 2-ю групою та на 2,4 % ($p < 0,001$) i 2,5 % ($p < 0,001$) порiвняно з 3-ю та 4-ю групами вiдповiдно. Слiд вiдмiтити, що у кровi курей 2–4 груп кiлькiсть моноцитiв перебувала в межах фiзiологiчної норми з рiзницею 0,1–0,7 % i статистично не вiдрiзнялась.

Кiлькiсть лiмфоцитiв у кровi курей також зменшувалась зi зниженням поверху клiткової батареї, однак у межах фiзiологiчної норми. Найменше їх виявлено у кровi курей 1-ї групи – 58,6±0,73 %, що нижче на 1,7 % ($p < 0,05$) порiвняно з 2-ю групою та на 7,7 % ($p < 0,001$) i 8,4 % ($p < 0,001$) порiвняно з 3-ю та 4-ю групами вiдповiдно. Водночас у курей 2-ї групи кiлькiсть лiмфоцитiв була нижчою на 6,0 % ($p < 0,001$) та 6,7 % ($p < 0,001$) порiвняно з 3-ю та 4-ю групами вiдповiдно. Вiдмiнностi мiж 3-ю та 4-ю групами склали лише 0,7 % i статистично не пiдтвердились.

Спостерiгалось зменшення вмiсту еозинофiлiв на першому поверсi клiткової батареї з наближенням нижньої межi фiзiологiчної норми. Так, у курей 2–4 груп концентрацiя еозинофiлiв перебувала на одному рiвнi, а у 1-ї групи була нижчою на 1,9 % ($p < 0,001$), 1,8 % ($p < 0,001$) та 1,7 % ($p < 0,001$) порiвняно з 2-ю, 3-ю та 4-ю групами вiдповiдно. Вiдмiнностi мiж 2-4-ю групами склали лише 0,1–0,2% та статистично не пiдтвердились.

Кiлькiсть базофiлiв у курей всiх груп перебували в межах фiзiологiчної норми, однак спостерiгалось пiдвищення їхньої концентрацiї на середнiх поверхах клiткової батареї. Зокрема у курей 1-ї групи вмiст базофiлiв був нижчим на 1,4 % ($p < 0,001$) порiвняно з 2-ю групою та на 1,3 % ($p < 0,001$) та 0,9 % ($p < 0,001$) порiвняно з 3-ю та 4-ю групами вiдповiдно. Водночас у курей 4-ї групи вмiст базофiлiв був нижчим на 0,5 % ($p < 0,01$) та 0,4 % ($p < 0,05$), нiж у курей 2-ї та 3-ї груп вiдповiдно.

Висновки

Пiдвищення висоти розташування клiткових батарей не вiдобразилось у показниках гемограм курей, якi перебували в межах фiзiологiчної норми, що може вказувати на вiдсутнiсть негативного впливу збiльшення ярусностi клiткового устаткування. Тодi як утримання курей у клiтках багатоярусної клiткової батареї першого поверху (1–3 ярус) супроводжувалось змiнами показникiв гемограми, характерними для стресового стану органiзму, а саме пiдвищення у кровi кiлькостi лейкоцитiв на 29,0–73,2 % (3,5 > норми), еритроцитiв – на 14,3–18,5 %, ШОЕ – на 26,0–46,5 % та зниження концентрацiї тромбоцитiв на 12,8–14,8 %, а також порушення спiввiдношення рiзних форм лейкоцитiв – пiдвищення концентрацiї гетерофiлiв на 6,8–13,5 % (4,5 % > норми) на тлi зменшення моноцитiв на 1,8–

2,5 % (1,2 % < норми), лімфоцитів на 1,7–8,4 %, еозинофілів на 1,7–1,9 % та базофілів на 0,9–1,4 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у пошуку причин зміни показників гемограми курей за умови їхнього утримання у кліткових батареях нижнього поверху.

References

1. Stoianovskyi, V. H., Kolomiets, I. A., Harmata, L. S., & Kamratska, O. I. (2018). Zminy morfofunktsionalnoho stanu orhaniv endokrynnoi ta imunnoi system perepeliv promyslovoho vyroshchuvannia za dii stresu. *Fiziolohichni Zhurnal*, 64 (1), 25–33. doi: 10.15407/fz64.01.025 [In Ukrainian].
2. Zhuchayev, K. V., Sulimova, L. I., Kochneva, M. L., Savelev, A. A., Novikov, E. A., Kondratyuk, E. Yu., & Lisunova, L. I. (2019). Reaktsiya kur-nesushek yaichnogo krossa na hronicheskiy i uboyniy stress. *Uchenyie Zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoy Akademii Veterinarnoy Meditsiny im. N. E. Baumana*, 2 (238), 76–81. doi: 10.31588 / 2413-4201-1883-238-2-76-82 [In Russian].
3. Al-Murrani, W. K., Kassab, A., Al-Sam, H. Z., & Al-Athari, A. M. (1997). Heterophil/lymphocyte ratio as a selection criterion for heat resistance in domestic fowls. *British Poultry Science*, 38, 159–163. doi: 10.1080/00071669708417962
4. Bedanova, I., Voslarova, E., Chloupek, P., Pistekova, V., Suchy, P., Blahova, J., Dobsikova, R., & Vecerek, V. (2007). Stress in broilers resulting from shackling. *Poultry Science*, 86 (6), 1065–1069. doi: 10.1093/ps/86.6.1065
5. Christopher, M. J., & Link, D. C. (2007). Regulation of neutrophil homeostasis. *Current Opinion in Hematology*, 14 (1), 3–8. doi: 10.1097/00062752-200701000-00003
6. Dhabhar, F. S., Malarkey, W. B., Neri, E., & McEwen, B. S. (2012). Stress-induced redistribution of immune cells from barracks to boulevards to battlefields: a tale of three hormones. *Curt Richter Award winner. Psychoneuroendocrinology*, 37 (9), 1345–1368. doi: 10.1016/j.psyneuen.2012.05.008
7. Dhabhar, F. S., Miller, A. H., Stein, M., McEwen, B. S., & Spencer, R. L. (1994). Diurnal and acute stress-induced changes in distribution of peripheral blood leukocyte subpopulations. *Brain, Behavior, and Immunity*, 8 (1), 66–79. doi: 10.1006/brbi.1994.1006.
8. Hall, J. M., Witter, A. R., Racine, R. R., Berg, R. E., Podawiltz, A., Jones, H., & Mummert, M. E. (2014). Chronic psychological stress suppresses contact hypersensitivity: Potential roles of dysregulated cell trafficking and decreased IFN- γ production. *Brain, Behavior, and Immunity*, 36, 156–164. doi: 10.1016/j.bbi.2013.10.027
9. Huth, J. C., & Archer, G. S. (2015). Comparison of two LED light bulbs to a dimmable CFL and their effects on broiler chicken growth, stress, and fear. *Poultry Science*, 94, 2027–2036. doi: 0.3382/ps/pev215
10. Jain, N. C. (1993). *Essential of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger.
11. Jiang, W., Li, Y., Sun, J., Li, L., Li, J. W., Zhang, C., Huang, C., Yang, J., Kong, G. Y., & Li, Z. F. (2017). Spleen contributes to restraint stress induced changes in blood leukocytes distribution. *Scientific Reports*, 27 (1), 6501. doi: 10.1038/s41598-017-06956-9
12. Kubes, P. (2018). The enigmatic neutrophil: what we do not know. *Cell and Tissue Research*, 371 (3), 399–406. doi: 10.1007/s00441-018-2790-5
13. Lara, L. J., & Rostagno, M. H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals (Basel)*, 3 (2), 356–369. doi: 10.3390/ani3020356
14. Liew, P. X., & Kubes, P. (2019). The neutrophil's role during health and disease. *Physiological Reviews*, 99 (2), 1223–1248. doi: 10.1152/physrev.00012.2018
15. Maxwell, M. H. (1993). Avian blood leukocyte responses to stress. *World's Poultry Science Journal*, 49, 34–43.
16. Najafi, P., Zulkifli, I., Soleimani, A. F., & Kashiani, P. (2015). The effect of different degrees of feed restriction on heat shock protein 70, acute phase proteins, and other blood parameters in female broiler breeders. *Poultry Science*, 94, 2322–2329. doi: 10.3382/ps/pev246
17. Nicol, C. J., Brown, S. N., Glen, E., Pope, S. J., Short, F. J., Warriss, P. D., Zimmerman, P. H., & Wilkins, L. J. (2006). Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science*, 47 (2), 135–146. doi: 10.1080/00071660600610609
18. Nwaigwe, C. U., Ihedioha, J. I., Shoyinka, S. V., & Nwaigwe, C. O. (2020). Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*, 13 (10), 2294–2300. doi: 10.14202/vetworld.2020.2294-2300

19. Prieto, M. T., & Campo, J. L. (2010). Effect of heat and several additives related to stress levels on fluctuating asymmetry, heterophil:lymphocyte ratio, and tonic immobility duration in White Leghorn chicks. *Poultry Science*, 89, 2071–2077. doi: 10.3382/ps.2010-00716
20. Redmond, S. B., Chuammitri, P., Andreasen, C. B., Palic, D., & Lamont, S. J. (2011). Proportion of circulating chicken heterophils and CXCLi2 expression in response to *Salmonella enteritidis* are affected by genetic line and immune modulating diet. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 140, 323–328. doi: 10.1016/j.vetimm.2011.01.006
21. Sapolsky, R. M. (2000). Stress hormones: good and bad. *Neurobiology of Disease*, 7 (5), 540–542. doi: 10.1006/nbdi.2000.0350
22. Scanes, C. G. (2016). Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. *Poultry Science*, 95 (9), 2208–2215. doi: 10.3382/ps/pew137
23. Sekeroglu, A., Sarica, M., Gulay, M. S., & Duman, M. (2011). Effect of stocking density on chick performance, internal organ weights and blood parameters in broilers. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 246–250. doi: 10.3923/javaa.2011.246.250
24. Selye, H. (1936). Syndrome-produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138 (3479), 32.
25. Sloan, E. K., Priceman, S. J., Cox, B. F., Yu, S., Pimentel, M. A., Tangkanangnukul, V., Arevalo, J. M., Morizono, K., Karanikolas, B. D., Wu, L., Sood, A. K., & Cole, S. W. (2010). The sympathetic nervous system induces a metastatic switch in primary breast cancer. *Cancer Research*, 70 (18), 7042–7052. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-10-0522
26. Zieziulewicz, T. J., Mondal, T. K., Gao, D., & Lawrence, D. A. (2013). Stress-induced effects, which inhibit host defenses, alter leukocyte trafficking. *Cell Stress Chaperones*, 18 (3), 279–291. doi: 10.1007/s12192-012-0380-0

Стаття надійшла до редакції: 23.07.2021 р.


Бібліографічний опис для цитування:


Осадча Ю. В. Реакція організму курей на зміну висоти розташування кліткової батареї. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 150–156.

© Осадча Юлія Василівна, 2021


SCIENTIFIC BASES FOR THE USE OF PHYTOGENIC SUPPLEMENTS IN PIG FATTENING
N. V. Chyzhanska*
L. M. Kuzmenko
A. A. Polishchuk

 ORCID  [0000-0002-9398-4859](https://orcid.org/0000-0002-9398-4859)

 ORCID  [0000-0002-1776-0714](https://orcid.org/0000-0002-1776-0714)

 ORCID  [0000-0003-3572-8491](https://orcid.org/0000-0003-3572-8491)

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

*Corresponding author

E-mail: nataliia.chyzhanska@pdaa.edu.ua

How to Cite

 Chyzhanska, N. V., Kuzmenko, L. M., & Polishchuk, A. A. (2021). Scientific bases for the use of phytogenic supplements in pig fattening. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 157–161. doi: 10.31210/visnyk2021.03.19

The analysis of scientific papers of Ukrainian and foreign researchers on the use of phytogenic supplements for livestock feeding has been conducted. In fact, modern intensification of manufacturing food products of animal origin makes serious demands as to the quality of feed for all kinds of animals and poultry. Various feed supplements together with the main raw product components affect the quality of feeds. This is why the researches are currently being conducted to determine the impact of bioactive substances and feed supplements in premixes and combined feed on the quality of livestock products. Biosecurity of manufacturing organic competitive livestock products with the preservation of the physiological normality of farm animals and humans who consume the products is an extremely urgent problem for Ukraine. For this reason, natural, plant-based supplements have become widely used in recent years. Phytobiotics in animal and poultry feeding have been actively used since banning feed antibiotics in the European Union countries as the excessive use of antibiotics has a negative effect on the animal body. For this reason, a new concept of feeding animals with phytobiotics was developed. Phytogenic compounds contribute to all systems of the organism and have no side effects, even with long-term use. The systemic effect of phytobiotics on the organism of farm animals is not only related to their antimicrobial action but also to their positive effect on digestive processes. They make it possible not only to add biologically active substances to the ration, but also they contain a wide range of essential nutrients for the functioning of the farm animal organism. Phytogenic feed supplements are used as an alternative to antibiotics to stimulate growth and increase animal productivity, and herbal immunomodulatory feed supplements improve immune system functions in young farm animals. The use of plant polyphenols to deal with oxidative stress and inflammatory processes in farm animals has also been considered. Due to the use of phenolic substances and essential oil contained in phytobiotics, the quality of animal products is improved. By adding them into the diet compositions, it is possible to ensure increased productivity and normalize animal homeostasis indicators under the conditions of industrial technologies.

Key words: antibiotics, biologically active substances, animal resistance, essential oils, feed supplements, phytogenic supplements.

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ФІТОГЕННИХ ДОБАВОК ДЛЯ ВІДГОДІВЛІ СВИНЕЙ
Н. В. Чижанська, Л. М. Кузьменко, А. А. Поліщук

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У цій розвідці проведено аналіз наукових праць вітчизняних та зарубіжних дослідників щодо використання фітогенних добавок для годівлі сільськогосподарських тварин та птиці. Адже сучасна

інтенсифікація виробництва продуктів тваринного походження ставить серйозні вимоги до якості корму для усіх видів тварин і птиці. Спільно з основними сировинними компонентами на якість кормів впливають різні кормові добавки. І тому на сьогодні активно проводять дослідження з визначення впливу біологічно активних речовин і кормових добавок, що входять до складу преміксів і комбікормів, на якість продукції сільськогосподарських тварин. Біобезпека виробництва екологічно чистої, конкурентоздатної на світовому ринку продукції тваринництва зі збереженням нормального фізіологічного стану сільськогосподарських тварин та людини, яка споживає вироблену продукцію, є надзвичайно актуальною проблемою для України. Тому останніми роками широкого використання набувають натуральні добавки на рослинній основі. Фітобіотики в годівлі тварин та птиці активно почали використовувати після заборони у країнах Європейського союзу застосовувати кормові антибіотики. Адже надмірне використання антибіотичних засобів негативно впливає на організм тварин. Тому була розроблена нова концепція годівлі тварин із застосуванням фітобіотиків. Фітогенні кормові добавки використовують як альтернативу антибіотикам для стимуляції росту та підвищення продуктивності тварин. Вони дозволяють не лише збагатити раціон біологічно активними речовинами, але і містять широкий спектр необхідних поживних речовин для функціонування організму сільськогосподарських тварин. Відмічено, що рослинні імунomodельючі кормові добавки покращують функції імунної системи у молодняку сільськогосподарських тварин. За рахунок їхнього введення до складу раціонів можна забезпечити підвищення продуктивності та нормалізацію показників гомеостазу тварин в умовах промислових технологій.

Ключові слова: антибіотики, біологічно активні речовини, резистентність тварин, ефірні масла, фітогенні добавки.

Сучасний рівень ефективного ведення тваринництва вимагає зважати на виклики сьогодення і тому питання розвитку науки та інновацій у цій галузі, проблем ефективної взаємодії і поєднання інтересів виробників продуктів харчування та споживача набувають особливо актуального змісту в сучасних умовах [23].

Інтенсивне виробництво продукції тваринництва без широкого використання біологічно активних та натуральних добавок на рослинній основі є неможливим [8, 24, 29]. Асортимент біологічно активних кормових добавок, що використовують у годівлі сільськогосподарських тварин і птиці стає дедалі ширшим. За рахунок їхнього введення до складу раціонів можна забезпечити підвищення продуктивності та нормалізацію показників гомеостазу тварин в умовах промислових технологій [3, 7, 14–16, 22, 25].

Раніше з такою метою у тваринництві широко використовували кормові антибіотики [6, 20]. Нині доведено, що використання в комбікормах антибіотичних засобів має негативний вплив на організм тварин і птиці та якість їхньої продукції, оскільки мікроорганізми, мутуючи, набувають стійкості до антибіотиків [4, 27]. У результаті цього позитивний ефект препарату зменшується, а саме втрачається антимікробна чутливість мікроорганізмів та збудників основних зоонозних інфекцій, що призводить до передачі антибіотикорезистентних штамів бактерій чи детермінантів резистентності від тварин до людини через харчовий ланцюг [12, 20, 27, 31].

Унаслідок збільшення проблем, які виникли в результаті використання антибіотиків у виробництві продукції тваринництва та їх повної заборони в Європейському Союзі 2006 року, науковці і практики, що працюють у галузі годівлі тварин більше уваги спрямували на вивчення ролі фітогенних сполук, антиоксидантів, ферментів у складі кормових добавок та їхнього впливу на нормалізацію і активізацію обмінних процесів, підвищення біоконверсії кормів, збільшення продуктивності і покращення фізико-хімічних властивостей м'яса [17, 21, 31]. За даними дослідників, використання фітобіотиків є альтернативою антибіотикам [6]. У результаті застосування фітогенних добавок отримані аналогічні результати, як і при використанні антибіотичних препаратів [31].

Фітогенні сполуки включають широкий спектр рослинних, природних біологічно активних сполук та ефірних масел. Численні дослідження вітчизняних та зарубіжних дослідників показали, що фітогенні сполуки мають різні функції, включаючи антиоксидантні, антимікробні, протівірусні, та протизапальні ефекти [1, 2, 9, 28, 30]. Антиоксидантний ефект фітобіотиків характеризується наявністю різних форм природних речовин і їх комбінованою дією, що сприяє формуванню ефективних окислювально-відновних систем [1, 17]. Очевидно, що фітогенні сполуки мають хороший потенціал, як альтернатива антибіотикам. А за рахунок комплексного використання різних фітогенних сполук можна досягти підвищення ефективності та безпеки їх у застосуванні для годівлі тварин.

На відміну від синтетичних антибіотиків-стимуляторів росту вони є безпечними для використання як інгредієнт у комбікормовій промисловості, так і в раціонах тварин [3, 18, 29, 31].

Фітогенні кормові добавки містять широкий спектр трав, спецій та їх виготовлених продуктів, і є переважно ефірними маслами [30]. Вони позитивно впливають на обмін речовин в організмі сільськогосподарських тварин, не дають побічного ефекту навіть при тривалому використанні [3, 5]. Екстракти рослин включають різні біологічно активні інгредієнти, такі як флавоноїди, гіркоти, сапоніни, поліфеноли, фенольні дубильні речовини, поліпептиди, тимол, капсаїцин та піперин, мають смакові, ароматичні і лікувальні властивості [2, 11, 18, 33].

Загальновідомо, що інтенсивний ріст і правильне формування травної системи для молодняку свиней є запорукою майбутньої продуктивності. У зв'язку з цим для підтримки шлунково-кишкової мікрофлори та засвоєння поживних речовин кормів науковці рекомендують використовувати препарати різної біологічної природи [13, 19, 24, 32].

Одержані результати проведених досліджень науковців [19] показали ефективну дію лікарської рослини розторопші плямистої як цінної натуральної імуномодельючої добавки для молодняку свиней, що позитивно впливає на підвищення продуктивності та збереженості тварин. Використання БВМД «Ефіпрот» з ефірними оліями в раціонах молодняку свиней сприяло кращому поїданню корму, збільшенню середньодобових приростів, кінцевої живої маси, забійної маси та забійного виходу, вплинуло на кількісні показники складових частин туші [29].

Дослідники зазначили, що результатом дії таких кормових добавок є збільшення корисної кишкової мікрофлори шляхом контролю потенційних збудників, оскільки фітобіотикам притаманні антибактеріальні, протигрибкові, противірусні та антикоксидіальні властивості [5, 11, 18, 28, 30, 32].

А також їхнє використання стимулює секрецію травних соків, має позитивний вплив на морфофункціональні характеристики слизової оболонки шлунково-кишкового тракту, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин у тонкому кишечнику, а у товстому – знижується ризик розвитку небажаної мікрофлори [3]. Тому після їх використання відмічається підвищення загального продуктивного потенціалу через оздоровлення тварин.

Варто відмітити, що зважаючи на використання рослинних добавок, можна збалансувати раціони сільськогосподарських тварин та птиці по основних поживних та біологічно активних речовинах (білок, вуглеводи, клітковина та вітаміни).

Застосування фітобіотиків сприяють повільному біологічному ефекту підвищення росту та продуктивності тварин, який не супроводжується різкими змінами гомеостазу та побічними ефектами, характерними для більшості фармакологічних препаратів [3, 16, 29, 33].

Також учені зазначають, що використання ефірних олій для поліпшення якості м'яса є більш перспективним, ніж синтетичні консерванти. Якість м'яса можна поліпшити через дієтичні добавки ефірних олій шляхом їх додавання до м'яса для зміни профілю жирної кислоти м'яса або для зміни окислювальної стійкості м'яса та м'ясних продуктів [10, 13, 26].

Висновки

Огляд літературних джерел вітчизняних і зарубіжних дослідників проведений з метою вивчення сучасного стану застосування фітобіотиків у годівлі сільськогосподарських тварин і висвітлення перспектив використання їх у складі комбікормів, або як кормової добавки до корму для відгодівлі свиней, як активаторів природних захисних реакцій організму. Виконаний аналіз літератури свідчить, що збагачення раціонів свиней фітогенними кормовими добавками сприяє підвищенню резистентності молодняку свиней, профілактиці шлунково-кишкових захворювань, активізації обмінних процесів та збільшенню продуктивності свиней. Використання фітобіотиків у раціонах тварин є перспективним напрямом інтенсифікації підвищення продуктивності молодняку та відгодівельного поголів'я свиней.

Перспективи подальших досліджень: подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення досвіду вітчизняних та іноземних учених та практиків щодо впливу фітогенних добавок на якісні характеристики продукції свинарства.

References

1. Abe, T., Hisama, M., Tanimoto, S., Shibayama, H., Mihara, Y., & Nomura, M. (2008). Antioxidant Effects and Antimicrobial Activities of Phytoncide. *Biocontrol Science*, 13 (1), 23–27. doi: 10.4265/bio.13.23

2. Alam, M J., Mamuad, L. L., Kim, S. H., Jeong, C. D., Sung, H G., Cho, S. B., Jeon, C. O., Lee, K., & Lee, S. S. (2013). Effect of Phytogenic Feed Additives in Soybean Meal on *In vitro* Swine Fermentation for Odor Reduction and Bacterial Community Comparison. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26 (2), 266–274. doi: 10.5713/ajas.2012.12511
3. Bagno, O. A., Prohorov, O. N., Shevchenko, S. A., Shevchenko, A. I., & Dyadichkina, T. V. (2018). Fitobiotiki v kormlenii selskokhozyaystvennykh zhyvotnykh, *Selskokhozyaystvennaya Biologiya*, 53 (4), 687–697. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.687 [In Russian].
4. Baumgartner, A., Kueffer, M., & Rohner, P. (2001). Occurrence and antibiotic resistance of enterococci in various ready-to-eat foods. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 52, 1–24.
5. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223–253. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022
6. Castillo-Lypez, R. I., Gutiérrez-Grijalva, E. P., Leyva-López, N., López-Martínez, L. X., & Heredia, J. B. (2017). Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27 (2), 349–359.
7. Chudak, R. A., Melnykova, T. V., & Ohorodnichuk, H. M. (2004). Produktyvnist, zabiini ta miasni yakosti broileriv, vyroshchenykh na ratsionakh iz dobavkoiu polynu hirkoho. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni Nauky*, 3, 62–68. [In Ukrainian].
8. Chyzhanska, N. V., & Berehova, T. V. (2009). Vplyv melaninu z antarktychnykh dzherel na zberezhnist poholivia porosiat pry vidluchenni. *Ukrainskyi Antarktychnyi Zhurnal*, 8, 377–381. [In Ukrainian].
9. Le Coz, J., Ilic, S., Fibi-Smetana, S., Schatzmayr, G., Zaunschirm, M., & Grenier, B. (2021). Exploring with transcriptomic approaches the underlying mechanisms of an essential oil-based phytogenic in the small intestine and liver of pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. doi: 10.3389/fvets.2021.650732
10. Draskovic, V., Bosnjak-Neumuller, J., Vasiljevic, M., Petrujkic, B., Aleksic, N., Kukolj, V., & Stanimirovic, Z. (2018). Influence of phytogenic feed additive on *Lawsonia intracellularis* infection in pigs. *Preventive Veterinary Medicine*, 151, 46–51. doi: 10.1016/j.prevetmed.2018.01.002
11. Faehnrich, B., Lukas, B., Humer, E., & Zebeli, Q. (2015). Phytogenic pigments in animal nutrition: potentials and risks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (5), 1420–1430. doi: 10.1002/jsfa.7478
12. Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal Health Research Reviews*, 18 (01), 26–45. doi: 10.1017/s1466252316000207
13. Gheisar, M., & Kim, I. H. (2017). Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review. *Italian Journal of Animal Science*, 1, 92–99. doi: 10.1080/1828051x.2017.135012
14. Hassan, F., Arshad, M. A., Ebeid, H. M., Rehman, M. S., Khan, M. S., Shahid, S., & Yang, C. (2020). Phytogenic additives can modulate rumen microbiome to mediate fermentation kinetics and methanogenesis through exploiting diet–microbe interaction. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. doi: 10.3389/fvets.2020.575801
15. Huang, C. M., & Lee, T. T. (2018). Immunomodulatory effects of phytogenics in chickens and pigs – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31, 617–627. doi: 10.5713/ajas.17.0657
16. Hunchak, A. V., Hunchak, V. M., & Ratyck, I. B. (2015). Biologichnyi efekt roslynnykh ekstraktiv v orhanizmi ptytsi. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni Nauky*, 3, 19–31. [In Ukrainian].
17. Kaschubek, T., Mayer, E., Rzesnik, S., Grenier, B., Bachinger, D., Schieder, C., & Teichmann, K. (2018). Effects of phytogenic feed additives on cellular oxidative stress and inflammatory reactions in intestinal porcine epithelial cells. *Journal of Animal Science*, 96 (9), 3657–3669. doi: 10.1093/jas/sky263
18. Kholif, A. E., Hassan, A. A., El Ashry, G. M., Bakr, M. H., El-Zaiat, H. M., Olafadehan, O. A., & Sallam, S. M. A. (2020). Phytogenic feed additives mixture enhances the lactational performance, feed utilization and ruminal fermentation of Friesian cows. *Animal Biotechnology*, 1–11. doi: 10.1080/10495398.2020.1746322.
19. Kolesnyk, M., & Bankovska, I. (2009) Vykorystannia roztropshi pliamystoi porosiatam-sysunam. *Efektivne Tvarynnytstvo*, 3, 36–37. [In Ukrainian].

20. Kotsiumbas, I. Ya., Hunchak, V. M., & Stetsko, T. I. (2013). Problemy vykorystannia antymikrobnnykh preparativ dlia stymuliuвання rostu produktyvnykh tvaryn ta alternatyvy yikh zastosuvannia. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuletен Instytutu Biologii Tvaryn i Derzhavnoho Naukovo-Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Vetpreparativ ta Kormovykh Dobavok*, 14, 381–389. [In Ukrainian].
21. Li, H. L., Zhao, P. Y., Lei, Y., Hossain, M. M., Kang, J., & Kim, I. H. (2015). Dietary Phytoncide Supplementation Improved Growth Performance and Meat Quality of Finishing Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29, 1314–1321. doi: 10.5713/ajas.15.0309
22. Maass, N., Bauer, J., Paulicks, B. R., Böhmer, B. M., & Roth-Maier, D. A. (2005). Efficiency of Echinacea purpurea on performance and immune status in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89, 244–252.
23. Nedosiekov, V. V., Blakha, T., Sytiuk, M. P., Martyniuk, O. H., Melnyk, V. V., & Yustyniuk, V. Ye. (2021). *Osnovy biobezpeky ta blahopoluchchia tvaryn*. Nizhyn [In Ukrainian].
24. Podobed, L. I. (2007). Fitobiotiki - mesto i rol' v sisteme effektivnogo kormleniya zhivotnykh i ptitsy: nauchnoye izdaniye. *Yefektivni Kormi ta Godivlya*, 3, 15–18. [In Ukrainian].
25. Saliu, E.-M., Ren, H., Boroojeni, F. G., Zentek, J., & Vahjen, W. (2020). The Impact of Direct-Fed Microbials and Phytogenic Feed Additives on Prevalence and Transfer of Extended-Spectrum Beta-Lactamase Genes in Broiler Chicken. *Microorganisms*, 8 (3), 322. doi: 10.3390/microorganisms803
26. Shili, C. N., Habibi, M., Sutton, J., Barnes, J., Burch-Konda, J., & Pezeshki, A. (2021). Effect of a phytogenic water additive on growth performance, blood metabolites and gene expression of amino acid transporters in nursery pigs fed with low-protein/high-carbohydrate diets. *Animals*, 11 (2), 555. doi: 10.3390/ani11020555
27. Teuber, M. (2001). Veterinary use and antibiotic resistance. *Current Opinion in Microbiology*, 4, 493–499. doi: 10.1016/s1369-5274(00)00241-1
28. Van Krimpen, M. M., Binnendijk, G. P., Borgsteede, F. H. M., & Gaasenbeek, C. P. H. (2010). Anthelmintic effects of phytogenic feed additives in *Ascaris suum* inoculated pigs. *Veterinary Parasitology*, 168 (3-4), 269–277. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.11.004
29. Vuhliar, V. S. (2020). Indicators of pork quality while feeding with “Efiprot” PVMS. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 143–148. doi: 10.31210/visnyk2020.02.17
30. Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86, 140–148. doi: 10.2527/jas.2007-0459
31. Yang, C., Chowdhury, M. A., Huo, Y., & Gong, J. (2015). Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. *Pathogens*, 4 (1), 137–156. doi: 10.3390/pathogens4010137
32. Zhang, S., Jung, J. H., Kim, H. S., Kim, B. Y., & Kim, I. H. (2012). Influences of phytoncide supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, diarrhea scores and fecal microflora shedding in weaning pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (9), 1309–1315. doi: 10.5713/ajas.2012.12170
33. Zeng, Z., Xu, X., Zhang, Q., Li, P., Zhao, P., & Li, Q. (2015). Effects of essential oil supplementation of a low-energy diet on performance, intestinal morphology and microflora, immune properties and antioxidant activities in weaned pigs. *Animal Science Journal*, 86, 279–285. doi: 10.1111/asj.12277.

Стаття надійшла до редакції: 23.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування


Чижанська Н. В., Кузьменко Л. М., Поліщук А. А. Наукові основи застосування фітогенних добавок для відгодівлі свиней. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 157–161.


© *Чижанська Наталія Василівна, Кузьменко Лариса Михайлівна, Поліщук Анатолій Анатолійович, 2021*


original article | UDC 636.4.082 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.20

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL APPROACHES TO PIG FARMING AT RECEIVING AND REARING PIGLETS
T. V. Sukhno¹
A. M. Shostya²
P. A. Vashchenko^{2*}

 ORCID  [0000-0002-9084-8878](https://orcid.org/0000-0002-9084-8878)

 ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)

 ORCID  [0000-0002-9287-819X](https://orcid.org/0000-0002-9287-819X)
¹Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

1, Shvedska Mohyla str., Poltava, 36013, Ukraine

²Poltava State Agrarian University Academy

1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: p.a.vashchenko@gmail.com

How to Cite

 Sukhno, T. V., Shostya, A. M., & Vashchenko, P. A. (2021). Development of technological approaches to pig farming at receiving and rearing piglets. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 162–168. doi: 10.31210/visnyk2021.03.20

The aim of this article is to develop technological methods of pig breeding intensification, increase the productive ability of sows, increase the number of piglets per year and preserve the survival rate of piglets at all stages of growing. The combination of classical methods of selecting parent pairs and evaluating productive properties by BLUP method allowed not only to assess reproductive and productive properties, but also to determine and remove unproductive sows from the herd, control and correct the reproductive ability of the herd and ensure effective “organism – environment” interaction. This approach enabled to increase the annual number of born piglets by 1,664 and weaned piglets by 1,464 without increasing the number of animals in the breeding herd, without changing the rhythm of the production cycle and the number of farrows. The increase in the percentage of animals with high reproductive properties in the herd provided 467 newborn piglets and 415 weaned piglets from 32 sows (one step of production cycle group), which make additional 32 and 28 heads relative to the number of piglets before correcting the herd productivity. It has been established that the farm has a well-established system of feeding, watering and caring for livestock, which ensures the realization of the genetic potential. Increasing the herd productivity is possible only by intensifying the use of sows, diligent replacement of low-productive animals and effective selection of parent pairs in order to obtain the maximum effect of heterosis (hybrid vigor). The use of F1 hybrid sows along with purebred animals as well as hydride boars provides the maximum effect of heterosis, high productivity of livestock of all technological groups and high reproductive ability of sows at the level of 14.6 piglets per farrowing. Vertical graphical reflecting the displacement of technological groups enables to get visual information about conducting technological operations during each week (rhythm step), which greatly simplifies the control over the movement of livestock. When conducting the research on the development of technological approaches, it is necessary to take into account the relationship between production indicators, as well as pay attention to the development of technological schemes that would maximize the automation of calculations by using modern computers.

Key words: flow technology, rhythm step, technological groups, reproductive ability, piglets, weaning, rearing.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ВЕДЕННЯ СВИНАРСТВА ПРИ ОТРИМАННІ ТА ДОРОЩУВАННІ ПРИПЛОДУ

Сухно Т. В.¹, Шостя А. М.², Ващенко П. А.²

¹ Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Стаття присвячена розробці технологічних прийомів інтенсифікації свинарства, підвищення продуктивної здатності свиноматок, збільшення кількості річного приплоду, збереженості поросят на всіх етапах вирощування. Поєднання класичних методів підбору батьківських пар та оцінки продуктивних властивостей методом BLUP дало змогу не лише оцінити відтворювальні та продуктивні властивості, а і шляхом ранжування визначити та вивести зі стада малопродуктивних свиноматок, контролювати та корегувати відтворювальну здатність стада і забезпечити ефективну взаємодію «організм – середовище». Такий підхід уможливив без збільшення кількості поголів'я в маточному стаді, без зміни крокового ритму та кількості отриманих опоросів збільшити річну кількість отриманого приплоду на 1664 голови та на 1464 голови кількість відлученого поголів'я. Підвищення відсотку тварин у стаді з високими репродуктивними властивостями забезпечило отримання від 32 свиноматок однієї крокової групи по 467 новонароджених поросят та 415 відлучених поросят, що додатково становить 32 та 28 голів відносно кількості поросят до проведення корегування продуктивності стада. Встановлено, що у господарстві добре налагоджена система годівлі, водонапування та утримання поголів'я, що забезпечує реалізацію генетичного потенціалу. Підвищення продуктивності стада можливе лише шляхом інтенсифікації використання свиноматок, ретельного заміщення низькопродуктивних тварин та ефективного підбору батьківських пар з метою отримання максимального ефекту гетерозису. Використання гібридних свиноматок F1 поряд із чистопородним поголів'ям, а також гібридних кнурів забезпечує максимальний прояв гетерозису, високі продуктивні якості поголів'я усіх технологічних груп та високу репродуктивну здатність свиноматок на рівні 14,6 поросят за один опорос. Вертикальне графічне відображення зміщення технологічних груп дає змогу отримати наочну інформацію про проведення технологічних операцій за кожен тиждень (крок ритму), що значно полегшує контроль за переміщенням поголів'я. При виконанні досліджень з формування технологічних підходів необхідно максимально зважати на взаємозв'язки між виробничими показниками, а також приділяти увагу розробці технологічних схем, які би дозволяли максимально автоматизувати проведення розрахунків за допомогою сучасної комп'ютерної техніки.

Ключові слова: потокова технологія, крок ритму, технологічні групи, відтворювальна здатність, поросята, відлучення, дорощування.

Вступ

За всіх часів у разі збільшення потреби у продуктах харчування тваринного походження насамперед активуються господарства, які займаються виробництвом свинини. Свинарство завжди має змогу швидко нарощувати чисельність поголів'я та збільшувати виробництво і забезпечувати населення продуктами харчування. Висока багатоплідність свиноматок та інтенсивність росту на всіх етапах вирощування, висока конверсія корму і всеїдність та відносна невибагливість до корму забезпечує свиням перевагу над іншими видами сільськогосподарських тварин [9, 17].

Останнім часом все більше уваги надають промисловому інтенсивному веденню свинарства, а зважаючи на складну епізоотичну ситуацію, виробництво свинини розподіляється на кілька виробничих спеціалізованих площадок [20].

Запровадження потокової системи отримання опоросів з територіальним рознесенням та спеціалізацією виробничих площадок дало змогу зменшити технологічний відхід поголів'я, підвищити багатоплідність свиноматок та інтенсивність росту поросят у підсисний період і на дорощуванні, а також зменшити рівень поширення захворювань у стаді [8, 17].

У сучасних умовах нестабільної цінової політики та диспаритету цін на корми і вироблену продукцію підвищення продуктивних властивостей свинопоголів'я, м'ясності їх туш, підвищення середньодобових приростів є запорукою високої прибутковості виробництва свинини [13].

Успішний підбір батьківських пар та використання гібридних свиноматок забезпечує високу відтворювальну здатність, великоплідність та збереженість приплоду у підсисний період, коли поросята

найбільш вразливі до умов утримання та годівлі не лише їх, а й лактуючих свиноматок [18, 6, 19]. Від вищенаведених показників значною мірою залежить інтенсивність використання свиноматок, кількість річного приплоду та прибутковість виробленої продукції. Висока відтворювальна здатність свиноматок залежить від багатьох факторів, як то: генетичні (спадкові) задатки, умови утримання, годівлі, догляду та мікроклімату у приміщеннях [1, 4, 11, 15].

Метою досліджень було розробити основні технологічні підходи до ведення свинарства на виробничій площадці, яка спеціалізується на отриманні опоросів та проведенні дорошування відлучених поросят.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі *завдання*. Дослідити зв'язок:

- між кількістю основних свиноматок, їхньою здатністю до запліднення та кількістю секцій для розміщення тварин різних технологічних груп;
- між рівнем перегулів і зриву поросності та кількістю свиноматок у крокових та технологічних групах;
- між рівнем багатоплідності свиноматок, збереженістю поросят у підсисний період і кількістю поросят, переведених на дорошування та секцій для їхнього розміщення;
- між інтенсивністю росту поросят та тривалістю їхнього перебування на дорошуванні.

Новизною цієї роботи є розробка засобів контролю за репродуктивною здатністю свиноматок шляхом поєднання аналізу репродуктивних та продуктивних властивостей стада при застосуванні методу BLUP з одночасним контролем продуктивної здатності тварин шляхом створення їм належних умов утримання і годівлі та постійним корегуванням відтворювальної здатності стада шляхом виведення зі стада низькопродуктивних свиноматок, поєднання батьківських пар і забезпечення ефективної взаємодії «організм – середовище».

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах господарства ТОВ «Максі 2010» Полтавського району, Полтавської області 2019–2021 рр.

Розробку нових технологічних підходів до проведення робіт з налагодження ритмічного руху поголів'я, отримання і дорошування приплоду проводили, зважаючи на наявну кількість маточного поголів'я, його біологічний потенціал (запліднюваність маток – 85 %, багатоплідність – 13–15 поросят на опорос, збереженість приплоду – 88 %, інтенсивність його росту у підсисний період – 260 г/добу та на дорошуванні – 500 г/добу).

За основу забезпечення стабільної роботи комплексу було взято:

- крок ритму – 7 днів;
- тривалість холостого періоду – 7–14 днів;
- утримання свиноматок у індивідуальних станках після осіменіння – 28 днів;
- утримання явно порослих свиноматок у групових станках 84 дні;
- підсисний період – 28 днів;

Дослідження з визначення параметрів стабільної прибуткової роботи проводили, застосовуючи зоотехнічні, розрахунково-аналітичні та математичні методи. При проведенні необхідних розрахунків поголів'я в кожній кроковій та технологічній групі, чисельності отриманого приплоду, потреби в секціях та станках було використано формули та довідковий матеріал [3, 5, 10, 16].

У господарстві проводиться штучне осіменіння. Ремонтне поголів'я починають осіменяти при досягненні свинками маси 120 кг. Свиноматки, які не прийшли в охоту, або не були запліднені після осіменіння вибраковуються зі стада і передаються на реалізацію. Вибувше маточне поголів'я заміщається ремонтним поголів'ям, яке після карантину і досягнення маси осіменіння переводиться до основного стада.

На початку введення комплексу у стабільну циклову роботу було використано свиноматок породи велика біла, ландрас та їх помісі F1 і кнурів РІС 337. Репродуктивні властивості свиноматок визначали згідно з чинною Інструкцією з бонітування свиней та довідковим матеріалом, наведеним у додатках до Інструкції [10]. Умови годівлі та утримання поголів'я на комплексі були незмінними впродовж усього періоду проведення досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення

У ТОВ «Максі 2010» після виходу на повну виробничу потужність, дотримуючись 7-денного кроку ритму, кожен тиждень виявляють в охоті, відбирають та осіменяють по 36 свиноматок. Через

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

причини прохолосту впродовж 28 днів із кожної крокової групи вибраковують по 2–3 свиноматки і у групу з визначеною поросністю переходить по 33–34 свиноматки, а до переведення у станки для опоросу їх залишається у середньому по 32 голови. Після опоросу через малоплідність та низьку молочність у групу холостих переводять по 30 голів, а дві свиноматки відправляють на товарну реалізацію. Таким чином із кожної крокової групи за 1 цикл «осіменіння-опорос» технологічний відхід становить 6 гол., яке заміщається ремонтним поголів'ям.

Після виходу на ритмічну роботу у групі холостих свиноматок постійно перебуває 40 гол., умовно порослих свиноматок після осіменіння, яких утримують у індивідуальних станках – 140 гол., у групі зі встановленою поросністю – 420 гол., у станках для опоросу на різних етапах підсисного періоду – 128 свиноматок, а в секторі дорощування постійно знаходилося 2896 голів.

Для забезпечення плідного осіменіння при правильній організації процесу взяття сперми, оцінки її якості, розрідження та проведення штучного осіменіння у господарстві утримують 5 кнурів.

Кількість вибракуваних свиноматок прямо залежить від фізіологічного стану свиноматок, комфортних умов утримання, мікроклімату, доступу до корму та чистої питної води, рівня кваліфікації техніків зі штучного осіменіння і кваліфікації операторів.

Під час проведення досліджень по впливу зоотехнічних показників на обсяги виробленої продукції було проаналізовано дані репродуктивної здатності свиноматок та продуктивних властивостей отриманого приплоду і поросят на дорощуванні впродовж тривалого періоду роботи маточника.

Встановлено, що утримання та годівля тварин є повністю задовільними для повної реалізації генетичного потенціалу репродуктивної здатності свиноматок та продуктивних властивостей поросят-сисунів і поросят на дорощуванні.

Свиноматки мали середню багатоплідність по стаду на рівні 13,4 поросят на опорос. Аналіз даних отриманого приплоду показав, що 64% свиноматок мали багатоплідність 14–15 поросят, тоді як решта свиноматок за один опорос давали по 11–13 поросят.

Під час виконання досліджень було проаналізовано відтворювальну здатність свиноматок та їхню продуктивність при поєднанні з різними кнурами. Аналізуючи дані інших господарств з промисловою технологією виробництва продукції свинарства [12] і порівнюючи їх з результатами опоросів свиноматок цього господарства, для підвищення багатоплідності свиноматок та великоплідності отриманого приплоду було вирішено рекомендувати провести часткову заміну свиноматок і кнурів, а також ранжувати за відтворювальною здатністю і провести вибракування свиноматок, які мають багатоплідність менше 13 поросят.

Використання гібридних свиноматок F1 поряд з чистопородним поголів'ям, а також гідридних кнурів забезпечує максимальний прояв гетерозису, високу репродуктивну здатність свиноматок та високі продуктивні якості поголів'я усіх технологічних груп. Таке поголів'я більше пристосоване до умов промислового вирощування, має вищі відгодівельні та м'ясні якості, вищу конверсію корму, а свиноматки кращі материнські властивості [2].

Відбір свиноматок за продуктивними якостями та ефективне поєднання батьківських пар має велике значення для підвищення економічної ефективності виробництва продукції свинарства, бо забезпечує тваринами з визначеною продуктивністю.

Проаналізувавши методом BLUP багатоплідність свиноматок та великоплідність приплоду, за отриманими результатами проведено вибракування частини маточного поголів'я з уведенням до стада ремонтних свинок, отриманих від високопродуктивних батьківських пар. Також проведено зміну порядку закріплення кнурів за свиноматками.

Якщо до проведених змін породного складу маса гнізда при народженні становила не більше 14 кг, то після них маса гнізда була на рівні 15–16 кг, а середня багатоплідність зросла на 0,5–2 поросят на опорос.

При дотриманні заданого крокового ритму від 32 свиноматок із зазначеною багатоплідністю кожні 7 днів господарство отримувало по 435 новонароджених поросят, а зважаючи на технологічний відхід за підсисний період, на дорощування передавали по 387 гол. За рік проходило 52 поросні тури та 1664 опороси, при яких свиноматки приводили 22630 поросят. З огляду на збереженість поросят під маткою до відлучення залишалось 20141 гол., яких переводили на дорощування.

Підвищення багатоплідності свиноматок дає змогу не лише збільшити кількість отриманого приплоду, а й зменшити його собівартість, тобто підвищити рентабельність виробництва продукції свинарства, тому було виконано низку заходів, які забезпечили збільшення отриманого приплоду.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Для підвищення рівня продуктивності стада, опираючись на дані аналізу та ранжування, було проведено часткове вибракування із заміщенням вибулих свиноматок ремонтним поголів'ям і проведено закріплення кнурів за свиноматками.

Після виведення зі стада свиноматок з низькою репродуктивною здатністю вдалося досягнути підвищення багатоплідності до 14,6 поросят на опорос по стаду загалом і при тій же кількості опоросів за рік було отримано 24294 поросят, що додатково становить до вихідного варіанту +1664 голів додаткового приплоду. До відлучення ж упродовж року залишається 21605 гол., що більше вихідної кількості на 1464 голови. Проведені зміни у стаді дозволили підвищити збереженість приплоду у підсисний період і під час дорошування, збільшити вихід приплоду на одну основну свиноматку та загалом по стаду. За один крок виробничого ритму господарство отримує по 467 поросят (+32 голови) і до відлучення має 415 поросят (+28 голів) відносно попередніх значень роботи комплексу. Збільшення отриманого приплоду зменшує собівартість виробленої продукції та підвищує економічну ефективність ведення свинарства.

Щоб можна було не лише забезпечити стабільний кроковий рух поголів'я, а й контролювати переміщення окремих технологічних груп було виконано новий підхід до формування циклограми. У посібниках із розрахунку циклограми руху поголів'я залежно від кроку ритму, тривалості утримання свиноматок у індивідуальних станках та підсисного періоду пропонується горизонтальне зміщення груп та їх перехід із однієї технологічної групи до іншої [16]. Під час проведених досліджень встановлено, що вертикальне зміщення технологічних груп дає змогу більш наочно зазначити переміщення груп за тижнями року і повній відповідності до кроку обраного виробничого ритму. Нижче наводимо зразок формування циклограми при вході у ритмічну роботу комплексу (табл. 1).

1. Циклограма потокового виробництва продукції свинарства при 7-денному кроку ритму. Переміщення груп свиноматок відповідно до фаз репродуктивного циклу

Тиждень року	Осіменіння, № групи	Свиноматки зі встановленою поросністю	Постановка на опорос	Відлучення / Переведення поросят на дорошування, а свиноматок у групу холостих	Переведення поросят на відгодівлю
1-й	1-а				
4-й	4-а				
5-й	5-а	1-а			
6-й	6-а	2-а			
16-й	16-а	12-а	1-а		
20-й	20-а	16-а	5-а	1-а	
27-й	27-а	23-а	12-а	8-а	1-а
28-й	28-а	24-а	13-а	9-а	2-а

Перші чотири тижні виявляють свиноматок в охоті та осіменяють і розміщують їх у індивідуальних станках. П'ятий тиждень (п'ятий крок виробничого ритму при 7-денному кроку ритму) на осіменіння надходить п'ята група, а перша група переводиться у групу свиноматок з визначеною поросністю.

На 16-й тиждень у групу умовно порослих свиноматок уже переходять свиноматки сформованої 16-ї групи, у групу зі встановленою поросністю надходить 12 група, а у групу свиноматок, яких переводять у станки для опоросу, переходить перша група. На 20-й тиждень відповідно у групу умовно порослих надходить уже 20-а група, у групу свиноматок з визначеною поросністю надходить 16-а, у групу свиноматок, які поросяться і лактують, переходить 5-а група, а від першої групи проводять відлучення. Відлучених свиноматок передають у групу холостих, а поросят передають у цех дорошування.

На дорошуванні поросята знаходяться 7 крокових періодів і за цей час досягають маси 28–30 кг. На 27-й тиждень від початку входження в ритм у групу умовно порослих надходить 27-а група, 23-я група передається у групу свиноматок з визначеною поросністю, 12-а група надходить у сектор опоросу, від 8-ї групи проводять відлучення поросят та передають до групи холостих, а поросят передають на дорошування. Поросят, отриманих від першої групи знімають з дорошування та передають на відгодівлю.

Для визначення, яка група, у якому тижні має підлягати переміщенню у наступну технологічну секцію, потрібно враховувати тривалість перебування тварин у групі умовно порослих, з визначеною

поросністю, тривалість підсисного періоду. Для поросят на дорощуванні та відгодівлі основними критеріями є маса переведення та рівень середньодобових приростів, які визначають час перебування у відповідному секторі.

Таким чином заповнення такої циклограми значно спрощується і наочно відображає, які групи необхідно переводити у наступні технологічні секції.

Якщо крок виробничого ритму становить 14 днів, то циклограма заповнюється через два тижні (2-й, 4-й, 6-й ...).

Налагодження стабільного циклового руху поголів'я з 7-денним кроковим ритмом було проведено завдяки урахуванню вищезазначених зоотехнічних та виробничих показників, повній реалізації біологічного потенціалу тварин, створенню за нормами технологічного проектування умов утримання та годівлі тварин усіх технологічних груп та використанню рекомендацій [3, 7, 16].

Знаючи кількість постійного поголів'я у кожній технологічній групі, можна легко розрахувати, або перевірити, щоденні (1) та місячні (2) витрати корму, потребу у воді, витрати на ветсанобробку поголів'я і т.ін.

$$\text{КД} = \text{гол} * \text{кг}; \quad (1)$$

$$\text{КМ} = \text{гол} * \text{кг} * 30(31); \quad (2)$$

де – КД – потреба корму на 1 день, КМ – потреба корму на 1 місяць;

гол. – голів у групі;

кг – добова потреба корму;

30(31) – кількість днів у місяці.

Щоб поросята за період дорощування досягали запланованої маси, необхідно контролювати якість комбікорму, постійну його наявність у годівницях, вільний цілодобовий доступ до годівниць і чистої питної води, що забезпечить високий рівень середньодобових приростів. Тоді тварин не потрібно буде перетримувати у станках для дорощування, а планово передавати на іншу площадку для проведення відгодівлі до маси реалізації.

Кількість виробленої впродовж року продукції свинарства залежить від інтенсивності використання свиноматок (кількості опоросів за 1 рік), їх багатоплідності, збереженості приплоду на всіх етапах вирощування та м'ясність туш відгодівельного поголів'я. При розрахунку виробничої потужності комплексу на вищенаведені показники необхідно звертати особливу увагу. Водночас рівень середньодобових приростів має значний вплив лише на оборот станків, тривалість дорощування та відгодівлі, кількість спожитого корму, а на річну кількість реалізованої продукції впливу практично не має.

Висновки

Проведення оцінки відтворювальних та продуктивних якостей свиноматок методом BLUP дає змогу свиноматок усього стада ранжувати за цими ознаками і рекомендувати вивести зі стада, або залишити у стаді.

1. Проведення заміни низькопродуктивного поголів'я і ретельний підбір батьківських пар уможливило підвищення багатоплідності свиноматок та збереженість приплоду.

2. Підвищення репродуктивної здатності свиноматок сприяло збільшенню кількості отриманого приплоду на 1664 голови та на 1464 голови кількість відлученого поголів'я.

3. Використання вертикального графічного відображення зміщення технологічних груп дає змогу отримати наочну інформацію про проведення технологічних операцій за кожен тиждень (крок ритму).

Перспективи подальших досліджень. Дослідження з питань розробки та впровадження нових технологічних прийомів будуть спрямовані на вивчення взаємозв'язку між зоотехнічними показниками та розмірами крокових і технологічних груп, добою, місячною та річною потребою у кормах, воді і енергоносіях. Особливу увагу потрібно приділяти взаємозв'язку усіх параметрів, підбору батьківських пар та відбору ремонтного поголів'я для заміщення вибувшого маточного стада. Також потрібно приділяти увагу розробці технологічних схем, які би дали змогу максимально автоматизувати проведення розрахунків за допомогою сучасної комп'ютерної техніки.

References

1. Voloshchuk, V., & Huk, M. (2020). Vidtvoriuvalni funktsii svynomatok riznykh henotypiv ta yikh nashchadkiv. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, (1 (40)), 43–48. doi: 10.32845/bsnau.lvst.2020.1.7 [In Ukrainian].

2. Berezovskij, N. D. (2014) Vliyanie materinskih form na uroven produktivnosti gibridnogo pogolovya svinej. *Svinarstvo*, 65, 48–52. [In Russian].
3. Vasilenko, V. N., Tretyakova, O. L., & Mihajlov, N. V. (2003). *Metodika raschetov osnovnyh proizvodstvennyh pokazatelej pri potочноj i ciklichno-turovoj sisteme oporosov*. Novocherkassk [In Russian].
4. Vdovychenko, Y. V., Iovenko, V. M., Kudryk, N. A., Kononenko, V. H., Zharuk, P. H., Zharuk, L. V., Pysarenko, A. V., Hratylo, O. D., & Svistula, M. M. (2019). The stock breeding and fodder production in the south of Ukraine under the conditions of heat load. *The Scientific and Theoretical Professional Journal "Scientific Herald "Askania Nova"*, 1 (12), 6–23. doi: 10.33694/2617-0787-2019-1-12-6-23
5. *Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Svinarski pidpriemstva (kompleksy, fermy, mali fermy): VNTP-APK-02.05. Zatverdzeni Minahropolityky Ukrainy vid 15 veresnia 2005 r. Minahropolityky Ukrainy* [In Russian].
6. Berezovskiy, M. D., Popova, V. M., Tsyryk, K. O., & Ohurenko, V. S. (2012). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok v systemi hibrydzatsii. *Svinarstvo*, 60, 21–24. [In Ukrainian].
7. Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., & Pidtereba, O. I. (2016). Potokova systema otrymannia oporosiv. *Ahrarnyi Tyzhden*, 4(307), 62–63. [In Ukrainian].
8. Voloshchuk, V. M., Smyslov, S. Yu., & Smyslov, S. Yu. (2012). Proektno-tekhnolohichni rishennia rekonstruktsii svynarskykh plemninnykh ferm. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 4 (2 (2)), 34–38. [In Ukrainian].
9. Hehamian, N. (2004). Aktualnye problemy promyshlennoho svynovodstva y nauchnye osnovy ykh resheniy. *Svynovodstvo*, 4, 22–23. [In Russian].
10. *Instruktsiia z bonituvannia svynei; Instruktsiia z vedennia plemynnoho obliku u svynarstvi* (2003). Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiy universytet» [In Ukrainian].
11. Kozyr, V. S., & Maystrenko, A. N. (2019). Prospects for development of animals husbandry in conditions of State enterprise «Experimental farm «Krasnogradsk'e». *The Scientific Journal Grain Crops*, 3 (1), 133–138. doi: 10.31867/2523-4544/0070
12. Lyamar, V. O., Voloshchuk, V. M., Khatko, I. V., & Pidtereba, O. I. (2012). Prohresyvni tekhnolohii u svynarstvi ta yikh perevahy. *Svinarstvo*, 60, 8–11. [In Ukrainian].
13. Nadvynychnyi, S. A. (2018). Ekonomichnyi rozvytok ahrarnoi sfery Ukrainy na innovatsiyni osnovi. *Ekonomichnyi analiz*, 28 (4), 31–35. [In Ukrainian].
14. Onyshchenko, L. V. (2018). Vidtvoriuvalni ta vidhodivelni yakosti svynomatok pry riznykh poiednaniakh. *Naukovyi Visnyk Askaniia-Nova*, 11, 197–204. [In Ukrainian].
15. Pankeev, S. P. (2020). Productive characteristics of pigs of foreign gene pool depending on different exterior types. *Taurian Scientific Herald*, 115. doi: 10.32851/2226-0099.2020.115.28
16. Herasymova, V. I. (red.). (2003). *Praktykum iz svynarstva i tekhnolohii vyrobnytstva svynyny navchalnyi posibnyk. 2-e vydannia pereroblene ta dopovne*. Kharkiv: Espada [In Ukrainian].
17. Smyslov, S. Yu. (2012). Perekhid vid sezonno-turovoho vyroshchuvannia plemynnoho molodniaku svynei na potokovu tekhnolohiiu vyrobnytstva. *Svinarstvo*, 61, 9–15. [In Ukrainian].
18. Susol, R. L., & Ilieva, K. V. (2017). Vidtvoriuvalni oznaky svynei zalezho vid pokhodzhennia ta poiednannia v umovakh pivdnia Ukrainy. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria*, 84 (1), 81–86. [In Ukrainian].
19. Fediaieva, A. S. (2017). Otsinka vidtvoriuvalnykh yakosteiv svynomatok pry vykorystanni riznykh henotypiv. *Ahrarna nauka ta Kharchovi Tekhnolohii*, 2, 242–248. [In Ukrainian].
20. Cibenko, V. G., Voloshuk, V. M., Podtereba, A. I., & Smyslov, S. Yu. (2018). Preimushstva ispolzovaniya dvoploshadnoj tehnologii v svynovodstve // *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Perspektivy razvitiya svynovodstva stran SNG»*. g. Zhodino, 23-24 avgusta. Zhodino [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 29.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сухно Т. В., Шостя А. М., Ващенко П. А. Розробка технологічних підходів щодо ведення свинарства при отриманні та дорощуванні приплоду. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 162–168.

© Сухно Тарас Вікторович, Шостя Анатолій Михайлович, Ващенко Павло Анатолійович, 2021




original article | UDC 637.045:[637.12+637.352]:636.27 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.21

BIOLOGICAL VALUE OF COW MILK AND COTTAGE CHEESE OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY BREED WITH DIFFERENT GENOTYPES OF KAPPA-CASEIN (CSN3)


I. O. Polieva^{1*}

ORCID  [0000-0003-3112-8077](https://orcid.org/0000-0003-3112-8077)


I. V. Korh¹

ORCID  [0000-0002-8077-895X](https://orcid.org/0000-0002-8077-895X)


T. I. Karunna²

ORCID  [0000-0001-9290-8961](https://orcid.org/0000-0001-9290-8961)

V. S. Tenditnyk²

ORCID  [0000-0001-8451-0232](https://orcid.org/0000-0001-8451-0232)

T. S. Kodak²

ORCID  [0000-0001-7051-1971](https://orcid.org/0000-0001-7051-1971)

¹ Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1-A, Tvarynnykiv str., Kharkiv, 61026, Ukraine

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

*Corresponding author

E-mail: ir.polevaia@gmail.com

How to Cite

Polieva, I. O., Korh, I. V., Karunna, T. I., Tenditnyk, V. S., & Kodak, T. S. (2021). Biological value of cow milk and cottage cheese of Ukrainian Black-and-White dairy breed cows with different genotypes of kappa-casein (CSN3). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 169–177. doi: 10.31210/visnyk2021.03.21

The article presents experimental data on the study of amino acid composition and amino acid score of milk of Ukrainian Black-and-White dairy cows with different genotypes of kappa-casein. The aim of the study was to identify the link between the kappa-casein gene (CSN3) and the biological value of milk and cottage cheese of the Ukrainian Black-and-White dairy cows breed. The research was conducted at “Profintern” branch of the breeding plant for breeding the Ukrainian Black-and-White dairy breed of the state enterprise “Hontarivka” of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The processing of the obtained results and the analytical part were carried out on the research base of the Testing Center of the Institute of Animal Science of NAAS. To conduct the scientific and economic experiment, a group of dairy cows of the Ukrainian Black-and-White breed was formed – 95 heads. Gene polymorphism analysis was conducted by PCR – RFLP method. According to the results of DNA testing for the kappa-casein gene (CSN3), the selected herd was divided into three groups of cows with genotypes: AA; AB and BB. The identification of milk and sour milk cheese amino acid spectrum was performed in five dried out samples from each subgroup of cows on the basis of RUE “The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry”, by the method of liquid chromatography using the automatic amino acid analyzer of Hitachi-8900 brand, according to ISO 13903 requirements. Quantitative assessment of the amino acid composition of milk and cottage cheese was given by the total amount of essential and replaceable amino acids in 1 g of protein. The amino acid index was calculated by the ratio of essential to replaceable amino acids. As a result of the conducted researches, it has been established that the cows with the genotype of CSN3^{BB} of kappa-casein there had the tendency to increase the ratio of essential amino acids to replaceable ones in comparison with AA and AB animal genotypes by 9.0 and 5.9 %, respectively. When assessing the compliance of milk biological value of the experimental cows with the preferable protein according to the FAO/WHO scale, it should be noted that it was of better quality in animals with CSN3^{BB} genotype. The protein of cottage cheese made from cow milk, regardless of the genotype, was poor in essential amino acids. The scores of all essential amino acids ranged from 47.1 % to 124.9 %. It has been found that the milk of BB cow genotype as to the amino acid index and the score of

ideal protein was characterized as a product of high biological value. It has been revealed that due to the balanced concentration of essential and non-essential amino acids in the protein of sour milk cheese made from milk of cows with AB and BB genotypes, its nutritional and biological value increased in comparison with animals with AA genotype.

Key words: milk, cottage cheese, amino acids, amino acid score, biological value, kappa-casein genotype (CSN3).

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ІЗ РІЗНИМИ ГЕНОТИПАМИ КАПА-КАЗЕЇНУ (CSN3) ТА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО

I. O. Poleva¹, I. V. Korh¹, T. I. Karunna², V. S. Tenditnik², T. S. Kodak²

¹ Інститут тваринництва НААН, м. Харків, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті викладено експериментальні дані з дослідження амінокислотного складу та амінокислотного скору молока корів української чорно-рябої молочної породи з різними генотипами капа-казеїну. Мета дослідження полягала у виявленні зв'язку гену капа-казеїну (CSN3) з біологічною цінністю молока корів української чорно-рябої молочної породи та сиру кисломолочного. Дослідження виконували в умовах племінного заводу з розведення української чорно-рябої молочної породи відділення «Профінтерн» ДП ДГ «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН. Опрацювання одержаних результатів та аналітичну частину проводили на дослідній базі Випробувального центру Інституту тваринництва НААН. Для проведення науково-господарського дослідження сформувавши групу дійних корів української чорно-рябої молочної породи – 95 голів. Аналіз поліморфізму генів виконували методом PCR–RFLP. За результатами ДНК-тестування за геном капа-казеїну (CSN3) відібране поголів'я розподілили на три групи корів із генотипами: AA; AB і BB. Ідентифікацію амінокислотного спектра молока та кисломолочного сиру проводили у п'яти висушених зразках із кожної підгрупи корів на базі РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з тваринництва» методом рідинної хроматографії за умови використання автоматичного аналізатора амінокислот марки Hitachi–8900, згідно з вимогами ISO 13903. Кількісну оцінку амінокислотного складу молока і кисломолочного сиру давали за загальною сумою незамінних і замінних амінокислот в 1 г білка. Амінокислотний індекс розраховували за співвідношенням незамінних до замінних амінокислот. У результаті проведених досліджень встановлено, що у корів із генотипом капа-казеїну CSN3^{BB} була наявна тенденція до підвищення у ньому на 9,0 і 5,9 % співвідношення незамінних амінокислот до замінних порівняно з тваринами із генотипами AA і AB. За оцінки відповідності біологічної цінності молока піддослідних корів ідеальному білку за шкалою ФАО/ВОЗ варто зауважити, що у тварин із генотипом CSN3^{BB} воно мало вищу якість. Білок сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів незалежно від їхнього генотипу, був бідний на есенціальні амінокислоти. Скори всіх незамінних амінокислот перебували в діапазоні значень від 47,1 % до 124,9 %. Встановлено, що молоко корів із генотипом BB за амінокислотним індексом та скором ідеального білка характеризується як продукт високої біологічної цінності. Виявлено, що завдяки збалансованій концентрації замінних і незамінних амінокислот у білку сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із генотипами AB і BB, його харчова та біологічна цінність підвищилися проти продуктів тварин із генотипом AA.

Ключові слова: молоко, сир кисломолочний, амінокислоти, амінокислотний скор, біологічна цінність, генотип капа-казеїну (CSN3).

Вступ

На сьогодні молочне скотарство дуже потребує покращення якісних складників молока, такі умови встановлюють молокопереробні підприємства для забезпечення населення необхідним обсягом молочної продукції. Іноземні науковці у своїх дослідженнях вказують на те, що завдяки наполегливій селекції з'явилася можливість підвищити кількість надоїв у господарствах. Проте це не єдина проблема для сучасної молочної промисловості, бо не тільки кількість, але і якість молока також є основною задачею для подальшого розв'язання [1, 2]. Відомо, що породна належність безпосередньо впливає на кількість надоїв, фізико-хімічний склад, технологічні властивості молока. Ці

складники тісно пов'язані з результатами, які отримані нашими науковцями [3, 4]. Зарубіжні вчені також виявили безпосередній вплив породи та генотипу на вміст у ньому поживних речовин [5–7]. Утім [8–10] дійшли висновку, що використання молока різних порід не однаково є придатним для виробництва того чи того молочного продукту.

Біологічна та харчова цінність молока корів повністю залежить від його якісних компонентів, тоді як склад масової частки білка визначається наявністю в ньому замінних та незамінних амінокислот. На вміст амінокислот у молоці корів впливає низка чинників: порода, технологія годівлі і утримання, сезон року, генетичні особливості, хімічний склад молока тощо [11]. Оскільки амінокислотний склад молока повністю обумовлюється кількісним вмістом у ньому масової частки білка, то цей компонент є сезонозалежним. Зокрема [12, 13] у своїх дослідженнях дійшли висновку, що коливання якісних складників молока тісно пов'язані зі змінами сезону року, утім масові частки білка і жиру змінювалися залежно від сезону найсуттєвіше. Ці автори наголошують на щодо більш тривалому часі зсідання весняного молока під дією сичужного ферменту, ніж зимового. Погіршення якості весняного молока автори безпосередньо пов'язують зі зменшенням у ньому вмісту кальцію, вільних амінокислот і вітамінів, як наслідок, зниження повноцінності кормів та принципових розмаїть перетворень в обміні поживних речовин в організмі корів. Крім того, ця концепція ґрунтується на гіршому розвитку молочнокислих бактерій у молоці та слабкій енергії кислото утворення.

На сьогодні відомо, що поліморфізм гену капа-казеїну (CSN3) є маркерною ознакою, яка пов'язана з білковомолочністю. Виявлено, що найчастіше стрівальними алелями є А і В, які різняться заміною двох амінокислот у позиції поліпептидного ланцюга: 136 треоніну (Thr) на ізолейцин (Iso) і 148 аспарагінової кислоти (Asp) на аланін (Ala) та спричинені точковими мутаціями в позиціях 5309 (С/Т) і 5345 (А/С) нуклеотидної послідовності четвертого екзону капа-казеїну, інші алелі є рідкісними для більшості порід великої рогатої худоби [14–18].

У розвинених європейських країнах ведеться постійна селекційна робота щодо ідентифікації та накопичення у стаді корів бажаного генотипу, який асоціюється з підвищенням білковомолочності і технологічних властивостей молока [19, 20]. У своїх дослідженнях [21] виявили тенденцію до впливу генотипів капа-казеїну (CSN3) на амінокислотний склад молочного білка у корів білоруської чорно-рябої породи. Автори стверджують, що тварини, які мають у своєму геномі генотип CSN3^{BB} характеризуються вищими перевагами порівняно з генотипами CSN3^{AA} і CSN3^{AB} за сумарним амінокислотним складом молочного білка на 1,68–2,14 %, зокрема за вмістом лізину – на 0,7 % і 0,74 %, аргініну – на 0,8 і 1 %; треоніну – на 0,24 і 0,4 %. Проаналізувавши наукові здобутки науковців щодо впливу генотипу капа-казеїну (CSN3) на амінокислотний склад молока корів, виявлено суперечливість одержаних результатів, що і стало підставою для проведення досліджень.

Мета дослідження: виявити зв'язок гену капа-казеїну (CSN3) з біологічною цінністю молока корів української чорно-рябої молочної породи та сиру кисломолочного.

Матеріали і методи досліджень

Експериментальну частину роботи виконували в умовах племінного заводу з розведення української чорно-рябої молочної породи відділення «Профінтерн» ДП ДГ «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН Вовчанського району Харківської області. Опрацювання одержаних результатів та аналітичну частину проводили на дослідній базі Випробувального центру Інституту тваринництва НААН, акредитованого Національним агентством з акредитації України, відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006.

Для проведення науково-господарського досліду сформували групу дійних корів української чорно-рябої молочної породи – 95 голів. Аналіз поліморфізму генів виконували методом PCR–RFLP. Геномну ДНК виділяли з індивідуальних зразків біологічного матеріалу (волосяні цибулини), відібраного від піддослідних корів з використанням комерційного набору реагентів «ДНК–сорб В» (AmpliSens, Росія). За результатами ДНК-тестування за геном капа-казеїну відібране поголів'я розподілили на три групи корів із генотипами: АА; АВ і ВВ. Групи комплектували за принципом пар-аналогів за породною належністю, живою масою та часом останнього отелення.

Дослідження амінокислотного складу молока корів та виготовленого з нього сиру кисломолочного проводили у період роздою (на 60–70-у доби лактації). Ідентифікацію амінокислотного спектра молока та кисломолочного сиру проводили у п'яти висушених зразках із кожної підгрупи корів на базі РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі по тваринництву» методом рідинної хроматографії за умови використання автоматичного аналізатора амінокислот марки

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Hitachi-8900, згідно з вимогами ISO-13903. Висушені зразки до лабораторного аналізу зберігали в холодильнику за температури +4 °C протягом одного місяця. Кількісну оцінку амінокислотного складу молока і кисломолочного сиру давали за загальною сумою незамінних і замінних амінокислот в 1 г білка. Амінокислотний індекс розраховували за співвідношенням незамінних до замінних амінокислот.

Амінокислотний скор молока та сиру кисломолочного визначали на підставі розрахунку співвідношення кожної незамінної амінокислоти в білку молока до її вмісту в «ідеальному» білку і виражали у відсотках.

Для математичного опрацювання результатів використовували ліцензійне програмне забезпечення Microsoft Office Excel 2007 із вбудованими статистичними функціями.

Результати досліджень та їх обговорення

Порівнюючи одержані результати досліджень, прослідковувалась чітка закономірність: зі збільшенням вмісту масових часток білка і сухого знежиреного залишку в молоці корів із генотипом ВВ як загальна сума амінокислот, так і амінокислотний індекс, зростали (табл. 1).

Лабораторні дослідження свідчать, що зростання загальної суми амінокислот у молоці корів із генотипом ВВ проти тварин із генотипом АА на 9,2 % відбувалося як наслідок помітного накопичення в їхньому складі незамінних – на 14,9 % та замінних – на 5,5 % амінокислот. Наразі основний внесок у формування загальної суми незамінних амінокислот у білках молока корів із генотипом ВВ був забезпечений підвищеним вмістом лізину на 14,2 % ($p < 0,05$), метіоніну – на 17,9 % ($p < 0,05$), гістидину – на 27,1 % ($p < 0,05$) та ізолейцину – на 12,9 % ($p < 0,05$). Примітно, що виявлена залежність характерна і стосовно решти амінокислот, серед яких за вмістом треоніну, ізолейцину, лейцину і фенілаланіну відмінність між цими групами залишалася досить високою і коливалася від 12,9 % до 14,6 %, рівень різниці статистично позначився як тенденція.

1. Амінокислотний склад білків молока корів із різними генотипами капа-казеїну, г/кг, (M±m, n = по 5 голів у кожній групі)

Найменування амінокислоти	Генотип капа-казеїну		
	АА	АВ	ВВ
Лізін	2,25±0,10	2,28±0,07	2,57±0,09 ^{#/0}
Метіонін	0,67±0,03	0,70±0,04	0,79±0,04 [#]
Гістидин	0,70±0,04	0,79±0,07	0,89±0,06 [#]
Треонін	1,23±0,08	1,25±0,08	1,39±0,08
Ізолейцин	1,40±0,08	1,42±0,06	1,58±0,02 [#]
Лейцин	2,68±0,11	2,72±0,12	3,07±0,13
Фенілаланін	1,48±0,12	1,50±0,10	1,68±0,05
Сума незамінних амінокислот	10,42	10,66	11,97
Серин	1,58±0,06	1,58±0,06	1,78±0,09
Глутамінова кислота	5,83±0,12	6,05±0,15	6,83±0,18 ^{##/0}
Пролін	3,17±0,18*	2,86±0,09	2,67±0,11
Гліцин	0,79±0,13	0,75±0,09	0,63±0,07
Аланін	0,99±0,08	0,88±0,01	0,83±0,03
Сума цистину і цистеїну	0,20±0,02	0,20±0,01	0,18±0,01
Аргінін	0,88±0,09	0,92±0,01	0,99±0,03 [#]
Аспарагінова кислота	2,08±0,09	2,19±0,02	2,48±0,17
Тирозин	1,14±0,07	1,17±0,08	1,29±0,09
Сума замінних амінокислот	16,66	16,60	17,58
Загальна сума амінокислот	27,08	27,26	29,55
у т.ч. незамінних, %	38,48	39,10	40,51
замінних, %	61,52	60,90	59,49
Амінокислотний індекс	62,5	64,3	68,1

Примітки: * $p < 0,05$ – вірогідність різниці розраховано щодо корів із генотипом ВВ; [#] $p < 0,05$; ^{##} $p < 0,01$ – щодо корів із генотипом АА; ⁰ $p < 0,05$ – щодо корів із генотипом АВ.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Свою чергою домінуючими незамінними амінокислотами у складі білків молока корів із генотипом АВ щодо представниць із генотипом АА були метіонін на 4,5 % та гістидин – на 12,9 %. До речі на тлі перевищення за вмістом цих амінокислот різниця щодо останніх за кількістю лізину, треоніну, ізолейцину, лейцину та фенілаланіну виявилась менш виразною і становила лише 1,7–1,4 % на їх користь.

Подібні зміни щодо переваги цих генотипів набули місце й у разі оцінки амінокислотного складу молока за сумарним вмістом замісних амінокислот. Зокрема генотип корів ВВ на відміну від генотипу АА вирізнявся найбільшим у структурі білків молока рівнем глутамінової кислоти на 17,2 % ($p < 0,01$) та аргініну – на 12,5 % ($p < 0,05$). З іншого боку, молоку корів цієї групи також властивий вищий вміст серину на 12,7 %, аспарагінової кислоти – на 19,2 % та тирозину – на 13,2 %, хоча ця розбіжність виявилась досить суттєвою, результат є статистично невірогідним.

Покращення якісного складу молока корів із генотипом АВ проти особин із генотипом АА супроводжувалось кількісним зростанням вмісту глутамінової кислоти на 3,8 %, аргініну – на 4,6 %, аспарагінової кислоти – на 5,3 % та тирозину – на 2,6 %. Тоді як вміст у білках молока корів із генотипом АА і АВ таких амінокислот як пролін, гліцин, аланін та сумарної кількості цистину і цистеїну перебував у більшій кількості проти представниць із генотипом ВВ відповідно на – 25,4–11,3 % та 19,1–6,1 % на фоні кількісної відповідності (1,58 і 0,20 %) за вмістом у них серину, цистину і цистеїну разом взятих, що безперечно свідчило про гіршу харчову цінність продукту.

Особливістю складу молока корів із генотипом ВВ є тенденція щодо підвищення в ньому на 9,0 і 5,9 % співвідношення незамінних амінокислот до замісних порівняно з тваринами із генотипами АА і АВ. Поступаючись тваринам із генотипом ВВ, корови з генотипом АВ перевищували середні значення відповідного показника у представниць із генотипом АА на 2,9 %. Це збільшення відбувалося, переважно, за рахунок вмісту незамінних амінокислот на 1,7 і 5,3 % проти останніх. Отже, зростання величин амінокислотного індексу у тварин із генотипами АВ і ВВ ймовірно може свідчити про те, що, незважаючи на нижчий рівень молочної продуктивності, прояв амінокислотних затрат на синтез білків молока у них є меншим.

За оцінки відповідності біологічної цінності молока піддослідних корів ідеальному білку за шкалою ФАО/ВОЗ варто зауважити, що у тварин із генотипом ВВ воно мало вищу якість. Результати розрахунку амінокислотного скору наведено в табл. 2.

2. Амінокислотний скор молока корів із різними генотипами капа-казеїну, % ($n = \text{по } 5 \text{ голів у кожній групі}$)

Найменування амінокислоти	Вміст незамінних амінокислот у еталонному білку за шкалою ФАО/ВОЗ, г/100 г білка	Генотип капа-казеїну		
		АА	АВ	ВВ
		Амінокислотний скор		
Лізин	5,5	40,9	41,5	46,7
Метіонін	3,3	20,3	21,2	23,9
Треонін	4,0	30,8	31,3	34,8
Ізолейцин	4,0	35,0	35,5	39,5
Лейцин	7,0	38,3	38,9	43,9
Фенілаланін	5,8	25,7	25,9	29,0
Загальна сума скору		191,0	194,3	217,8

Із цифрових даних таблиці видно, що за загальною сумою складників амінокислотного скору корови з генотипами ВВ перевершували особин із генотипом АА і АВ на 26,8 і 23,5 % на фоні майже однакових, що наближалися до чотирьох відсотків, кількісних відмін між останніми. Понад це, виявлені розбіжності насамперед відслідковуються з боку здебільшого накопичення двох амінокислот (лізину і лейцину) відповідно на 5,8 і 5,2 %. За кількістю решти амінокислот відмінності варіювали в діапазоні від 2,7 % до 5,6 %. Лімітуючими амінокислотами, незважаючи на генотип корів, були метіонін та фенілаланін.

Оскільки вміст масової частки білка сам собою не є критерієм поживної цінності сиру кисломолочного, а біологічна цінність продукту залежить насамперед від амінокислотного складу білка та від

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

його споживчих характеристик, то особливого значення набувають додаткові дослідження з вивчення цього питання. До того ж дані про мінливість замінних і незамінних амінокислот у білку сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів з різними генотипами капа-казеїну є суперечливими.

Результати проведених досліджень (табл. 3) свідчать про те, що білок сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів, незалежно від їхнього генотипу, бідний на есенціальні амінокислоти, такі як гістидин (6,9–7,7 % до загальної абсолютної їх кількості) і треонін (8,9–9,4 %). Утім здебільшого біологічна цінність білка сиру кисломолочного досягалася завдяки домінуванню за вмістом лейцину як основним компонентом казеїнового комплексу (22,5–24,5 %), і лізину (19,0–20,7 %). Крім цього, у достатній кількості він містив метіонін (15,7–17,2 %), фенілаланін (12,3–13,0 %) та ізолейцин (11,0–12,0 %).

3. Амінокислотний профіль сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із різними генотипами капа-казеїну, г/кг, (M±m, n = по 5 голів у кожній групі)

Найменування амінокислоти	Генотип капа-казеїну		
	АА	АВ	ВВ
Лізін	4,03±0,27	4,78±0,21	4,85±0,17 [#]
Метіонін	3,33±0,26	3,97±0,50	4,12±0,22 [#]
Гістидин	1,54±0,12	1,58±0,16	1,93±0,11 [#]
Треонін	1,98±0,21	2,05±0,34	2,37±0,26
Ізолейцин	2,43±0,16	2,53±0,29	3,02±0,20 [#]
Лейцин	5,20±0,93	5,31±0,62	5,67±0,38
Фенілаланін	2,73±0,44	2,84±0,14	3,28±0,45
Сума незамінних амінокислот	21,24	23,06	25,24
Серин	2,72±0,36	2,89±0,62	3,20±0,47
Глутамінова кислота	11,70±0,35	12,07±0,74	12,86±0,30 [#]
Пролін	4,70±0,63	4,87±0,75	5,16±0,72
Гліцин	0,86±0,11	0,93±0,05	1,07±0,13
Аланін	1,45±0,19	1,56±0,11	1,75±0,30
Сума цистину і цистеїну	0,21±0,03	0,26±0,01	0,26±0,02
Аргінін	1,67±0,10	1,83±0,32	2,08±0,08 [#]
Аспарагінова кислота	2,19±0,27	2,26±0,35	2,58±0,39
Тирозин	2,14±0,51	2,39±0,26	2,55±0,36
Сума замінних амінокислот	27,64	29,06	31,51
Загальна сума амінокислот	48,88	52,12	56,75
у т.ч. незамінних, %	43,45	44,24	44,48
замінних, %	56,55	55,76	55,52
Амінокислотний індекс	76,83	79,34	80,12

Примітки: [#]p<0,05 – вірогідність різниці розраховано щодо корів із генотипом АА.

Амплітуда коливань вмісту замінних амінокислот у сирі кисломолочному була не настільки суттєвою як незамінних, за винятком глутамінової кислоти, коли вона займала найбільшу питому частку у складі його білка (40,8–42,3 %), тоді як гліцин (3,1–3,4 %), цистин і цистеїн (0,76–0,90 %) – найменші. Досить рельєфні відмінності відзначалися за вмістом проліну (17,0–16,4 %). Вміст серину, аспарагінової кислоти та тирозину варіював меншою мірою: від 7,8–8,2 % – для тирозину до 9,8–10,2 % – для серину до загальної кількості замінних амінокислот. Проте стабільним і майже подібним білок сиру кисломолочного виявився за кількісним вмістом аланіну (5,3–5,6 %) та аргініну (6,1–6,6 %).

Аналіз даних таблиці дає підставу відмітити, що структура білка сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із генотипами АВ і ВВ, порівняно з тваринами генотипу АА була найбільш збалансованою за вмістом як незамінних відповідно на 8,7 і 18,8 %, так і замінних відповідно – на 5,1 і 14,0 % амінокислот, рівень яких передусім зумовлювався підвищеною масовою часткою білка в молоці цих тварин. За присутністю у складі незамінних амінокислот лізину вони також переважали відповідно на 18,6 і 20,4 % (p<0,05), метіоніну – на 19,2 і 23,7 % (p<0,05), гістидину – на 2,6 і 25,3 % (p<0,05) та ізолейцину – на 4,1 і 24,3 %. Тоді як у білку сиру кисломолочного корів із генотипами АВ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

і ВВ відмічалася чітка загальна тенденція щодо підвищеного накопичення треоніну на 3,5 і 19,7 % та фенілаланіну – на 4,0 і 20,2 %. Така ж міжгрупова тенденція, але менш виразна, спостерігалася і щодо збагачення білка сиру кисломолочного лейцином – на 2,1 і 9,0 %.

Наразі відміни за вмістом глютамінової кислоти та аргініну серед амінокислотного профілю заміних амінокислот між представницями з генотипами АВ та ВВ виявилися також вищими щодо особин із генотипом АА і у разі з генотипом ВВ проти останніх вони проявилися статистично вірогідною значущістю відповідно на 3,2 і 9,9 % ($p < 0,05$) та 3,6 і 9,8 % ($p < 0,05$). Більш помітні, але без статистично вірогідної різниці між групами, відзначалися розбіжності за відкладаннями цистину і цистеїну – на 23,8 % в обох випадках порівняння, тирозину – на 11,7 і 19,2 %, гліцину – на 8,1 і 24,4 %, аланіну – на 7,6 і 20,7 %, аспарагінової кислоти – на 3,2 і 17,8 %, серину – на 6,2 і 17,6 %. За нижчим рівнем щодо решти амінокислот у білку сиру кисломолочного тварин із генотипом АА синтезувався лише пролін, за яким вони поступалися на 3,5 і 8,9 % коровам із генотипами АВ і ВВ.

Установлено, що із 16 кількісно ідентифікованих в білку сиру кисломолочного амінокислот (ідентичних за вмістом у вихідних зразках молока) найвищу питому частку становили глютамінова кислота (22,7–23,9 %), лейцин (10,0–10,6 %), пролін (9,1–9,6 %) і лізин (8,3–9,2 %).

Загальна збалансованість білка сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із генотипом АВ і ВВ насамперед була забезпечена підвищеним вмістом незамінних амінокислот, за сумарними величинами якого вони переважали особин із генотипом АА відповідно на 5,1 і 14,0 %. Однак у структурі амінокислотного спектру білка вигідно вирізнялася питома частка заміних амінокислот, яка перебувала в межах від 55,52 % до 56,55 % з незначною перевагою за цим показником тварин із генотипом АА.

Відмінності між групами за вмістом заміних і незамінних амінокислот позначилися на підвищенні величин амінокислотного індексу, рівень якого у тварин із генотипами АВ і ВВ також був відносно вищим проти корів із генотипом АА відповідно на 3,2 і 2,5 %. Утім, зіставлення особин із генотипами АВ і ВВ за концентрацією амінокислот у білку сиру кисломолочного істотної і статистично вірогідної значущості не було доведено.

Задля глибшого вивчення біологічної цінності виготовленого сиру кисломолочного виконали розрахунки амінокислотного скору (табл. 4).

4. Амінокислотний скор сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із різними генотипами капа-казеїну, %, ($n = \text{по } 5 \text{ голів у кожній групі}$)

Найменування амінокислоти	Вміст незамінних амінокислот у еталонного білка за шкалою ФАО/ВОЗ, г/100 г білку	Генотип капа-казеїну		
		АА	АВ	ВВ
		Амінокислотний скор		
Лізин	5,5	73,3	86,9	88,2
Метіонін	3,3	100,9	120,3	124,9
Треонін	4,0	49,5	62,5	59,3
Ізолейцин	4,0	60,8	63,3	75,5
Лейцин	7,0	74,3	75,9	81,0
Фенілаланін	5,8	47,1	49,0	56,6
Загальна сума скору		405,9	457,9	485,5

Розглядаючи одержані розрахунки біологічної цінності харчового білка сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із різними генотипами капа-казеїну, варто зазначити, що скорі всіх незамінних амінокислот перебували в діапазоні значень від 47,1 % до 124,9 %. Найбільша величина скору для всіх зразків притаманна метіоніну, яка наближалася до еталонного білка і змінювалася від 100,9 % до 124,9 % залежно від генотипу. Годі як лімітуючими амінокислотами виявилися треонін та фенілаланін, амінокислотний скор яких перебував відповідно на рівні 49,5–59,3 % та 47,1–56,6 %. Характерною особливістю білка сиру кисломолочного корів із генотипами АВ і ВВ є вищі на 12,8 і 19,6 % величини загальної суми скорів амінокислот проти особин із генотипом АА, що зумовлювалися зростанням біологічної цінності білка завдяки вмісту лізину на 18,6 і 20,3 % та лейцину – на 2,1 і 9,0 %. Розбіжності за цими показниками між тваринами з генотипами АВ і ВВ були менш істотними і становили відповідно 6,0; 1,5 і 6,7 %.

Висновок

У результаті дослідження молока корів української чорно-рябої молочної породи із різними генотипами капа-казеїну (CSN3) виявлено, що молоко корів із генотипом ВВ за амінокислотним індексом та скором ідеального білка характеризується як продукт високої біологічної повноцінності. Виявлено, що завдяки збалансованій концентрації замісних і незамінних амінокислот у білку сиру кисломолочного, виготовленого з молока корів із генотипами АВ і ВВ, його харчова та біологічна цінність підвищилися проти тварин із генотипом АА.

Перспективи подальших досліджень. Подальша наукова робота буде спрямована на виявлення впливу генотипу капа-казеїну (CSN3) на вміст та співвідношення основних складників і енергетичну цінність молока корів української чорно-рябої молочної породи, а також вміст у ньому соматичних клітин.

References

1. Dobson, H., Smith, R., Royal, M., Knight, C., & Sheldon, I. (2007). The High-producing Dairy Cow and its Reproductive Performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 42 (2), 17–23. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x
2. Cherniavska, T. O., & Izmailova, O. (2019). Yakisnyi sklad moloka koriv ukraïnskoi chervono-riaboi molochnoi porody. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 111–116. doi: 10.31210/visnyk2019.03.14 [In Ukrainian].
3. Bratushka, R. V., Sklyarenko, Yu. I., & Chernyavska, T. O., 2007. Yakisnij sklad moloka koriv ukraïnskoyi buroyi mo-lochnoyi porody ta sumskogo vnutrishnoporodnogo tipu ukraïnskoyi chorno-ryaboyi molochnoi porody. *Problemi Zootsivnitsy Ta Veterinarnoi Medicini. Seriya: Silskogospodarski Nauki*, 22, 249–253. [In Ukrainian].
4. Sklyarenko, Yu. I., & Chernyavska, T. O., (2018). Zmini vmistu skladovih moloka pri zahvoryuvanni koriv na mastit. *Visnik Sumskogo Nacionalnogo Agrarnogo Universitetu*, 1(22), 66–68. [In Ukrainian].
5. Cheruiyot, E. K., Bett, R. C., Amimo, J. O., & Mujibi, F. D. N. (2018). Milk Composition for Admixed Dairy Cattle in Tanzania. *Frontiers in Genetics*. doi: 10.3389/fgene.2018.00142.
6. Mazhitova, A. T., & Kulmyrzaev, A. A. (2016). Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season. *Journal of Dairy Science*, 99 (4), 2480–2487. doi: 10.3168/jds.2015-9717
7. Mazhitovaa, A. T., Kulmyrzaeva, A. A., Ozbekovaa, Z. E., & Bodoshev, A. (2015). Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyр Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 195, 2683–2688. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.06.479
8. Ren, D. X. (2015). A Comparison of milk protein, amino acid and fatty acid profiles of river buffalo and their F₁ and F₂ hybrids with swamp buffalo in China. *Pakistan Journal of Zoology*, 47 (5), 1459–1465.
9. Stojanovska, S. (2018). Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 7 (4), 392–394. doi: 10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394
10. Sun, Q. (2014). Comparison of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds in China. *Dairy Science of Technology*, 94 (4), 387–395. doi: 10.1007/s13594-013-0159-9
11. Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Pirova, L. V., & Lastovska, I. O. (2019). Porivnialnyi analiz aminokyslotnoho skladu ta biolohichnoi tsinnosti bilkiv moloka koriv chystoporodnykh porid ta yikh pomisei. *Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produktsii Tvarynnystva*, 1, 43–49 [In Ukrainian].
12. Klimova, E. N. (2000). Sostav i tehnologicheskie svoystva moloka korov chernopetroj porody v Moskovskoj oblasti. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dubrovicy [In Russian].
13. Gorbatova, K. K. (2004). Biohimiya moloka i molochnyh produktov. Sankt-Peterburg: GIORD [In Russian].
14. Gallyamova, A. R. (2008). Polimorfizm kappa-kazeina v svyazi s produktivnostyu krupnogo rogatogo skota bestuzhevskoj i cherno-pestroj porod. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ufa [In Russian].

15. Tamarova, R. V., Yarlykov, N. G., & Korchagina, Yu. A. (2014). Selekcionnye metody povysheniya belkovomolochnosti korov s ispolzovaniem geneticheskikh markerov. Yaroslavl: FGBOU VPO [In Russian].
16. Beata, S., Wojciech, N., & Ewa, W. (2008). Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows. *Journal of Central European Agriculture*, 9, 641–644.
17. Bonfatti, V., Cecchinato, A., Di Martino, G., De Marchi, M., Gallo, L., & Carnier, P. (2011). Effect of κ -casein B relative content in bulk milk κ -casein on Montasio, Asiago, and Caciotta cheese yield using milk of similar protein composition. *Journal of Dairy Science*, 94 (2), 602–613.
18. Rosero, J. A., Álvarez, L. A., Muñoz, J. E., Durán, C. V., & Rodas, Á. G. (2012). Allelic frequency of the Kappa-Casein gene in Colombian and creole cattle breeds. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25 (2), 173–182.
19. Kalashnikova, L. A., Habibrahmanova, Ya. A., & Tinaev, A. Sh. (2009). Vliyanie polimorfizma genov molochnyh belkov i gormonov na molochnyuyu produktivnost korov chornopyostroj porody. *Doklady Rossijskoj akademii selskohozyajstvennyh nauk*, 4, 49–51 [In Russian].
20. Sulimova, G. E., Ahani Azari, M., Rostamzadeh, D., Mohammad Abadi, M. R., Lazebnyj, O. E. (2007). Allelnyj polimorfizm gena kappa-kazeina (CSN3) u rossijskih porod krupnogo rogatogo skota i ego informativnost kak geneticheskogo markera. *Genetics*, 43 (1), 88–95 [In Russian].
21. Yacyna, O. A., Smuneva, V. K., & Yacyna, V. V. (2011). Aminokislotnyj sostav moloka korov belorusskoj cherno-pestroj porody s raznymi genotipami po genu kappa-kazeina. *Aktualnye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva – Actual problems of intensive development of animal husbandry*, 14 (2), 50–55. [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 14.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Полева І. О., Корх І. В., Карунна Т. І., Тендітник В. С., Кодак Т. С. Біологічна цінність молока корів української чорно-рябої молочної породи із різними генотипами капа-казеїну (CSN3) та сиру кисломолочного. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 169–177.

© Полева Ірина Олександрівна, Корх Ігор Володимирович, Карунна Тетяна Іванівна, Тендітник Володимир Сергійович, Кодак Тетяна Степанівна, 2021



original article | UDC 502.175 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.22

INFLUENCE OF TECHNOGENIC POLLUTION ON BENZ(A)PYRENE CONTENT IN SILAGE


V. Yevstafieva

 ORCID  [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)


N. Shcherbakova

 ORCID  [0000-0002-3573-7673](https://orcid.org/0000-0002-3573-7673)


O. Kruchynenko

 ORCID  [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437)


V. Melnychuk*

 ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)


S. Mykhailiutenko

 ORCID  [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244)


L. Korchan

 ORCID  [0000-0002-6064-5922](https://orcid.org/0000-0002-6064-5922)

O. Dolhin

 ORCID  [0000-0003-0368-317X](https://orcid.org/0000-0003-0368-317X)

S. Peredera

 ORCID  [0000-0001-6363-878X](https://orcid.org/0000-0001-6363-878X)

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

*Corresponding author

 E-mail: melnychuk86@ukr.net

How to Cite

 Yevstafieva, V., Shcherbakova, N., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., Korchan, L., Dolhin, O., & Peredera, S. (2021). Influence of technogenic pollution on benz(a)pyrene content in silage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 178–185. doi: 10.31210/visnyk2021.03.22

The data concerning the possible ways of finding benz(a)pyrene, a harmful substance with the expressed carcinogenic and mutagenic properties, were presented in the work. The substance belongs to the first class of danger. Benz(a)pyrene is an indicator of the environmental state. As a result of migration, it gets into feeds of plant origin. According to the results of the conducted monitoring studies of feeds used for farm animals on private farms of Poltava region, the main source of contamination with PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons), namely benz(a)pyrene, was determined. Its eco-toxicity was investigated. In particular, it was detected in the experimental samples of silage at a concentration of $6.72 \pm 0.22 \mu\text{g/kg}$, fluctuating from 6.30 to $7.50 \mu\text{g/kg}$ in the studied feed. To determine possible ways of contaminating silage with benz(a)pyrene, the content of this dangerous carcinogenic substance in Sudan grass and sunflower at the beginning of flowering, as well as in corn green mass was studied. The choice of plants for the experiment was based on the fact that the majority of farmers use the green mass of corn and Sudan grass, which are sown at a distance of 50–1500 m away from the Kyiv-Kharkiv highway, to put in silo pits. Comparing the level of benz(a)pyrene accumulation in the experimental samples of plants grown on lands located at a distance of 500–300 m away from the highway, it was found that the super-toxin was accumulated most of all in Sudan grass (over $9.94 \mu\text{g/kg}$). The accumulation in sunflower was somewhat less than in Sudan grass at the beginning of flowering ($9.10 \mu\text{g/kg}$, $P < 0.01$) and in corn ($8.41 \mu\text{g/kg}$, $P < 0.05$). During the study of average samples of the above mentioned plants, which were taken at a distance of 400–900 m and 1,000–1,500 m away from Kyiv-Kharkiv highway, the tendency of decreasing the quantitative indicator of benz(a)pyrene was registered, which correlated with the distance to the highway. Thus, at a distance of 500–900 m, the average indicator in Sudan grass made $1.50 \mu\text{g/kg}$, and at a distance of 1,000–1,500 m it decreased to $0.30 \mu\text{g/kg}$. The obtained results are of important theoretical and practical significance, as they to some extent complement the already existing scientific data on the accumulation of the carcinogen in various plants, including crops. In addition, the obtained data allow farmers to plan sowing crops taking into account the safe distance to intensive-traffic highways.

Key words: carcinogen, benz(a)pyrene, feeds, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), silage.

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ВМІСТ БЕНЗ(А)ПІРЕНУ В СИЛОСІ

В. О. Євстаф'єва, Н. С. Щербакова, О. В. Кручиненко, В. В. Мельничук, С. М. Михайлютенко, Л. М. Корчан, О. С. Долгін, С. Б. Передера

Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

У роботі наведено дані щодо можливих шляхів потрапляння до навколишнього середовища бенз(а)пірену – шкідливої речовини з вираженими канцерогенними та мутагенними властивостями. Речовину відносять до першого класу небезпеки. Бенз(а)пірен – індикатор стану навколишнього середовища. В результаті міграції він потрапляє до кормів рослинного походження. За результатами проведених моніторингових досліджень кормів, що використовують для сільськогосподарських тварин в умовах приватних фермерських господарств Полтавської області, визначено основне джерело забруднення представниками ПАВ (поліциклічними ароматичними вуглеводнями), а саме бенз(а)піреном. Висвітлено його екотоксичність. Зокрема, виявлено наявність останнього у дослідних зразках силосу в концентрації $6,72 \pm 0,22$ мкг/кг за умови коливань від 6,30 до 7,50 мкг/кг досліджуваного корму. Для визначення можливих шляхів забруднення бенз(а)піреном силосу досліджено вміст небезпечної канцерогенної речовини в суданській траві, соняшнику в період початку цвітіння, а також у зеленій масі кукурудзи. Вибір рослин для дослідів базувався на тому, що більшість фермерів для закладки в силосні ями використовують зелену масу кукурудзи та суданської трави, якими засівають земельні угіддя на відстані 50–1500 м від автомагістралі Київ–Харків. Порівнюючи рівень накопичення бенз(а)пірену в дослідних зразках рослин, що вирощуються на угіддях, розташованих на відстані 500–300 м від автомагістралі, зафіксовано, що супертоксин найбільше акумулюється в суданській траві (понад 9,94 мкг/кг). Деяко менше порівняно з суданською травою відбувається накопичення в соняшнику на початку цвітіння 9,10 мкг/кг ($P < 0,01$), та в кукурудзі 8,41 мкг/кг ($P < 0,05$). Під час дослідження середніх проб вищезазначених рослин, які відібрано на відстані 400–900 м та 1000–1500 м від траси Київ–Харків зареєстровано тенденцію до зниження кількісного показника бенз(а)пірену, що корелює з віддаленням від траси. Наприклад, на відстані 500–900 м у суданській траві середній показник становив 1,50 мкг/кг, а на відстані 1000–1500 м він знизився до 0,30 мкг/кг. Отримані результати мають важливе теоретичне і практичне значення, оскільки певною мірою доповнюють вже наявні наукові дані щодо накопичення канцерогену в різних рослинах, зокрема й сільськогосподарських культурах. Окрім того ці дані дозволять фермерам планувати посіви сільськогосподарських культур, зважаючи на безпечну відстань до автомагістралей з інтенсивним трафіком.

Ключові слова: канцероген, бенз(а)пірен, корма, поліциклічні ароматичні вуглеводні, ПАВ, силос.

Вступ

Нині у світі особливої актуальності набувають проблеми онкоекології, де ведуться дослідження впливу онкогенних факторів на біоценози. Цей новий підхід припускає дослідження популяційних ефектів циркулюючих канцерогенних речовин з метою інтегральної оцінки стану різних екосистем, визначення організмів-індикаторів забрудненості навколишнього середовища канцерогенами та контролю за їх вмістом [1–5, 13–16, 19].

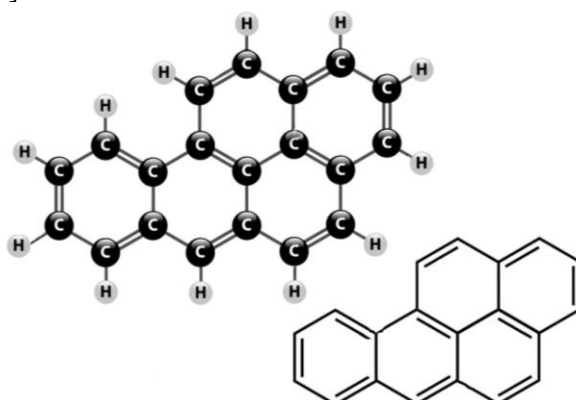
Бензопірен або бенз(а)пірен ($C_{20}H_{12}$) – ароматична сполука, представник родини поліциклічних вуглеводнів, речовина першого класу небезпеки канцерогенних речовин. Це п'ятикільцевий поліциклічний ароматичний вуглеводень (рис. 1), який у нормальних умовах має вигляд світло-жовтих кристалів із температурою плавлення 179 °С.

Цю речовину виявляють у тютюновому димі, забрудненому повітрі великих міст, особливо на великих магістралях і поблизу заправних станцій, у ґрунті, сирій нафті [19, 20, 21].

У світі щорічно до навколишнього середовища потрапляє близько 7 тис. т бенз(а)пірену – речовини, яка є вкрай стійкою. Її властива дуже висока здатність до акумуляції в організмі та навколишньому середовищі [7, 11–13].

У навколишньому середовищі канцероген накопичується переважно у ґрунті, іноді у воді. Ґрунти на територіях, прилеглих до автомагістралей, відчувають регулярне хімічне забруднення важкими металами, нафтопродуктами і поліциклічними ароматичними вуглеводнями (ПАВ), які містяться, головню, в газопилових викидах автотранспорту [9, 19, 20]. Ситуація ускладнюється тим, що дорожні

проїзди за межами бічних примігстральних газонів активно використовують як стоянки для автомобілів. Як відомо, вихлопні гази двигуна автомобіля більш збагачені токсичними речовинами, особливо ПАВ (зокрема бенз(а)піреном). Тому рівень хімічного забруднення цих ділянок є надзвичайно високим [11, 12].



Benzo(a)pyrene

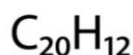


Рис. 1. Хімічна формула бенз(а)пірену

Варто зазначити, що з ґрунту бенз(а)пірен надходить до рослин, і продовжує свій рух далі у трофічному ланцюгу, при цьому на кожному етапі його вміст у природних об'єктах зростає в кілька разів [14–16, 19, 20].

Зважаючи на вищезазначене та введення системи НАССР, за якою проводиться аналіз ризиків на кожному етапі сільськогосподарського і промислового виробництва продовольчої сировини і продуктів, а також їх зберігання, пакування і маркування, – гарантування безпеки і якості продуктів та сировини є одним з основних завдань, і можна стверджувати, що встановлення вмісту бенз[а]пірену в кормах для тварин є актуальною науково-практичною задачею.

Метою проведеного дослідження було з'ясувати рівень накопичення бенз(а)пірену в зелених кормах, які використовують як сировину для закладання силосних ям залежно від відстані угідь, де їх вирощують, до дорожнього полотна автомагістралі Київ-Харків.

Матеріали і методи досліджень

Матеріалом дослідження слугували зразки суданської трави, зелена маса кукурудзи, соняшника та силос, якими годують сільськогосподарських тварин у фермерських господарствах передмістя Полтави. Зразки рослин для проведення досліджень відбирали з полів розташованих уздовж автомагістралі Київ-Харків на різній відстані від дорожнього полотна: 50–300, 400–900 та 1000–1500 м.

Кількісний показник бенз(а)пірену визначали згідно з ДСТУ 4689:2006 Продукти харчові. Методи визначення масової частки бенз(а)пірену [22].

Статистичні розрахунки проводили на персональному комп'ютері з використанням програмного забезпечення MedCalc Statistical Software version 19.1 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium). Враховували стандартну похибку (SE) і середні значення (M). Встановлення статистичної різниці між двома групами проводили за критерієм Манна-Уїтні. Рівень $P < 0,05$ вважали статистично значущим.

Результати досліджень та їх обговорення

Моніторингові дослідження кормів для тварин щодо їх забрудненості бенз(а)піреном визначають наявність вищенаведеної шкідливої речовини у дослідних зразках силосу. Зафіксовано, що вміст бенз(а)пірену в дослідних зразках силосу в середньому становив $6,72 \pm 0,22$ мкг/кг за умови коливань від 6,3 до 7,5 мкг/кг. Варто зазначити, що на сьогодні регламентом не встановлено граничних меж бенз(а)пірену в кормах для тварин, зокрема й силосі, проте для порівняння у продуктах харчування, зокрема в копченому м'ясі максимально допустимий вміст бенз(а)пірену 5 мкг/кг [17]. Отже, можна стверджувати, що в силосі вміст бенз(а)пірену перевищує понад 25,6 % від максимально допустимої

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

норми для харчових продуктів. Отож, варто було дізнатися можливі шляхи забруднення корму тварин бенз(а)піреном.

Встановлено, що фермерські господарства, в умовах яких були проведені дослідження для закладки у силосні ями, використовують зелену масу кукурудзи, соняшнику на початку цвітіння, а також суданську траву. Варто відмітити, що угіддя, де вирощується зелена маса цих рослин переважно розташовані вздовж автомагістралі Київ–Харків, на різній відстані від дорожнього полотна. Отже, було досліджено вміст бенз(а)пірену саме в цих рослинах.

Результати досліджень свідчать, що накопичення рослинами ПАВ прямо пропорційно залежить від відстані місця відбору зразків до автомагістралі (табл.).

Вміст бенз(а)пірену у відібраних зразках залежно від віддаленості угідь до автомагістралі Київ–Харків, мкг/кг, n=5, M±SE

Суданська трава	Соняшник на початку цвітіння	Зелена маса кукурудзи	ГДМ Бенз(а)пірену
1000–1500 м			
0,30±0,050	0,24±0,04	0,21±0,05	не нормується
500–900 м			
1,50±0,01**	1,10±0,05**	0,96±0,02**	не нормується
50–400 м			
9,94±0,14**	9,10±0,20**	8,41±0,51**	не нормується

Примітки: * – P<0,05, ** – P<0,01 – порівняно з показником на відстані 1000–1500 м; ГДМ – гранично допустимі межі.

Зафіксовано, що зразки рослин, відібрані на відстані 1000–1500 м від автомагістралі Київ–Харків виявилися найменше забрудненими бенз(а)піреном (від 0,21 до 0,30 мкг/кг). Зокрема, на вказаній відстані показник забрудненості суданської трави в середньому становив 0,30±0,050 мкг/кг, соняшнику та зеленої маси кукурудзи 0,24±0,04 та 0,21±0,05 мкг/кг відповідно. Зі скороченням відстані від угідь до автомагістралі до 500–900 м зафіксовано збільшення кількості ПАВ у зразках, в середньому від 0,96 до 1,50 мкг/кг. Наприклад, у суданській траві цей показник становив 1,50±0,01 мкг/кг, а в соняшнику та кукурудзі 1,10±0,05 та 0,96±0,02 мкг/кг відповідно. Порівняно з аналогічними показниками у рослин відібраних на відстані 1000–1500 м від дорожнього полотна автомагістралі, їх забрудненість зросла, а отримані значення набули вірогідної різниці. Зокрема в суданській траві збільшилася концентрація у 5,00 разів, у кукурудзі та соняху – майже однаково – 4,57 та 4,58 рази відповідно (P<0,01).

Досліджуючи зелену масу кормів, відібрану на відстані 50–400 м від автомагістралі, встановлено різке зростання ПАВ у відібраних зразках рослин (від 8,41 до 9,94 мкг/кг) порівняно з показниками, отриманими в рослин, відібраних на відстані 1000–1500 м від автомагістралі. У суданській траві концентрація бенз(а)пірену становила 9,94±0,14 мкг/кг, а в соняшнику та кукурудзі 9,1±0,20 та 8,41±0,51 мкг/кг відповідно. Отже, показники забрудненості цих рослин підвищилися у 33,13–40,04 разів (P<0,01) та набули вірогідних значень.

Можна дійти висновку, що наближеність угідь до автомагістралей сприяє забрудненню рослин бенз(а)піреном, а отже, й кормів, що в подальшому використовуються для годівлі продуктивних тварин.

Окрім того, за наслідками проведених досліджень з'ясовано, що використовувані в експерименті рослини мають різну здатність до акумулювання бенз(а)пірену. Зокрема, найбільшу здатність до накопичення шкідливої речовини має суданська трава, на другому місці виявився сонях, і, найменше накопичувала в собі ПАВ кукурудза (рис. 2–4).

При порівнянні рівня накопичення бенз(а)пірену в дослідних рослинах виявлено, що на відстані 50–300 м від автомагістралі ПАВ найбільше акумулюються в суданській траві 9,94 мкг/кг, за умови коливань від 9,70 до 10,50 мкг/кг (рис. 2). У соняшнику на початку цвітіння його кількість була дещо меншою порівняно з суданською травою у 1,09 рази (P<0,01), і становила в середньому 9,10 мкг/кг за коливань від 9,70 до 10,50 мкг/кг, і найменше – 8,41 мкг/кг за умови коливань від 9,12 до 9,43 мкг/кг у кукурудзі, що у 1,18 рази менше порівняно із показником суданської трави (P<0,05).

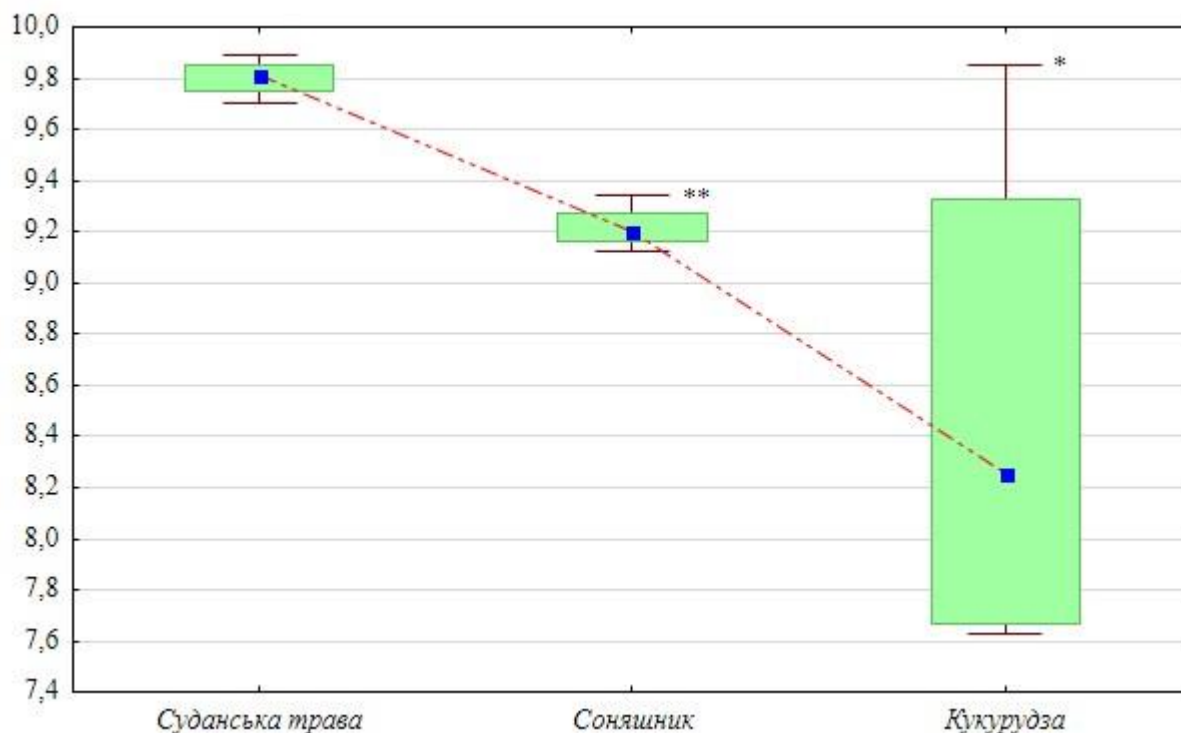


Рис. 2. Рівень акумуляції бенз(а)пірену в дослідних зразках рослин з угідь на відстані 50–300 м від автомагістралі Київ–Харків (мкг/кг)
Примітки: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$ – порівняно з показником у суданській траві.

Варто відмітити, що рівень бенз(а)пірену в суданській траві, зібраній з угідь, які розташовані на відстані 400–900 м від автомагістралі, виявився вірогідно вищим порівняно з аналогічним у соняху та кукурудзі на 1,36 та 1,56 раза ($P < 0,01$) (рис. 3).

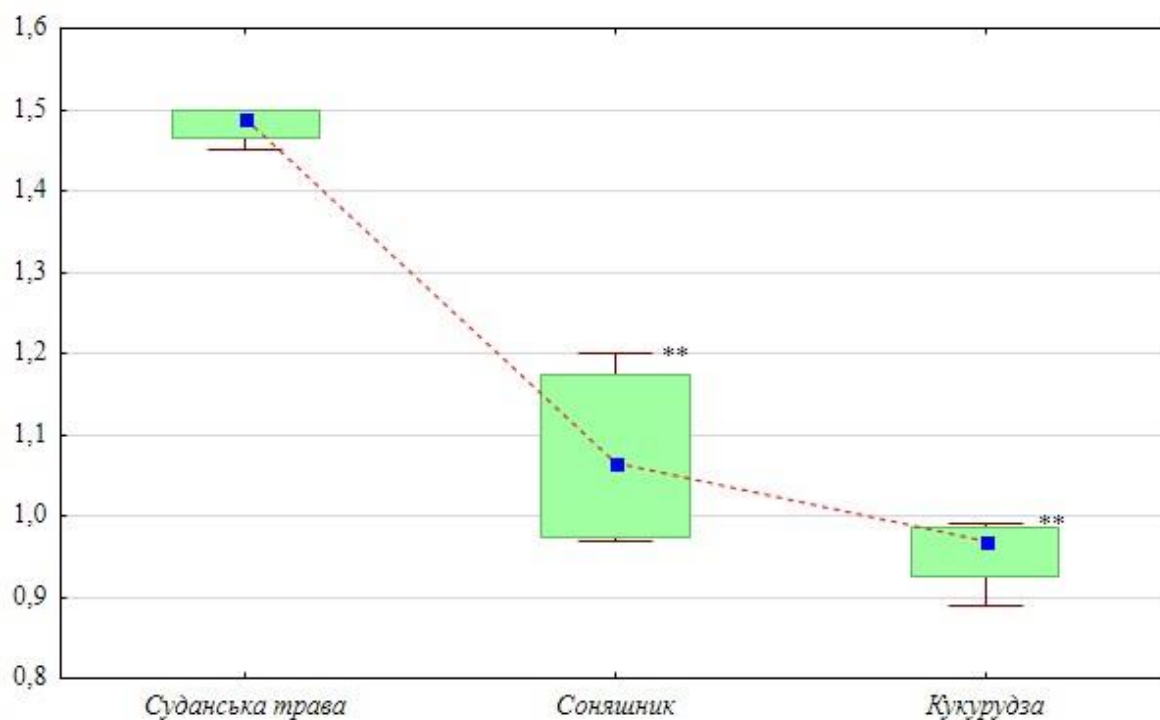


Рис. 3. Рівень акумуляції бенз(а)пірену в дослідних зразках рослин з угідь на відстані 400–900 м від автомагістралі Київ–Харків (мкг/кг).
Примітки: ** – $P < 0,01$ – порівняно з показником у суданській траві.

Таку ж картину зафіксовано у забрудненості рослин з угідь, розташованих на відстані 1000–1500 м від автомагістралі Київ–Харків (рис. 4). У суданській траві зафіксовано найвищі показники забрудненості бенз(а)піреном 0,30 мкг/кг, що на 1,25 та 1,43 рази більше порівняно з аналогічним показником у соняшнику та кукурудзі. Проте вірогідності отримані значення не набули.

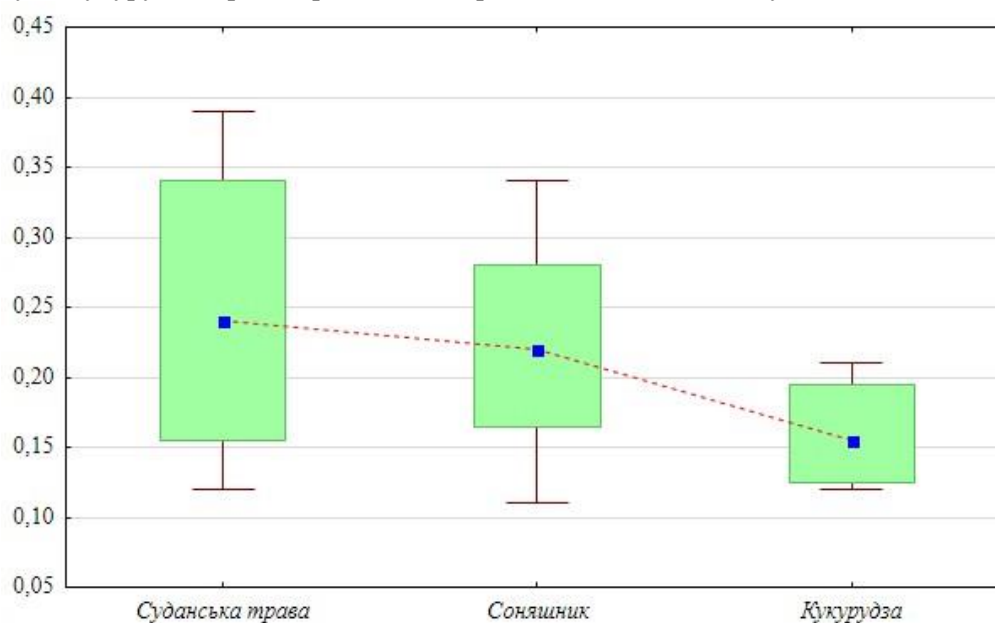


Рис. 4. Рівень акумуляції бенз(а)пірену в дослідних зразках рослин з угідь на відстані 1000–1500 м від автомагістралі Київ–Харків (мкг/кг).

Отримані дані, на нашу думку, можна пояснити будовою кореневої системи рослин та тим, що максимальна кількість бенз(а)пірену накопичується в корінні рослин, оскільки трава суданська має потужну мичкувату кореневу систему, що проростає на глибину понад 2,5 м. Що стосується надкореневої частини рослин – стебла, то в ньому концентрація шкідливих речовин у 15 разів менша. Варто зазначити, що до 70 відсотків коріння цієї рослини розташовується в орному шарі ґрунту, який забруднюється газопаливними викидами автотранспорту, що і сприяє інтенсивному забрудненню рослини.

Аналізуючи отримані результати, ми з'ясували, що антропогенним чинником, який призводить до суттєвого погіршення екологічної ситуації та виступає джерелом розповсюдження ПАВ, є автомагістраль, що розташована вздовж полів, на яких вирощують аграрні культури.

Висновки

Встановлено, що джерелом забруднення на бенз(а)пірен кормів рослинного походження, що зростають уздовж автомагістралі Київ–Харків, є газопилові викиди автотранспорту. Найбільшого забруднення зазнають рослини, що зростають на угіддях уздовж автомагістралі на відстані 50–300 м від дорожнього полотна. Зокрема забрудненість суданської трави, соняшнику та кукурудзи коливається в межах 8,41–9,94 мкг/кг. Зареєстровано, що суданська трава порівняно із соняшником та кукурудзою найбільше акумулює бенз(а)пірен $P < 0,05$ – $P < 0,001$ (у 1,09–1,56 разів) незалежно від наближеності угідь до автомагістралі. Безпечною відстанню для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема й тих, що використовуються як кормова база для тварин, можна вважати відстань не менше 500 метрів від автомагістралей.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні шляхів зменшення кількісного вмісту бенз(а)пірену в кормах, призначених для годівлі сільськогосподарських тварин.

References

1. Birks, S. J., Cho, S., Taylor, E., Yi, Y., & Gibson, J. J. (2017). Characterizing the PAHs in surface waters and snow in the Athabasca region: Implications for identifying hydrological pathways of atmospheric deposition. *Science of The Total Environment*, 603-604, 570–583. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.051
2. Boom, A., & Marsalek, J. (1988). Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an urban snowpack. *Science of The Total Environment*, 74, 133–148. doi: 10.1016/0048-9697(88)90134-9

3. Chetwittayachan, T., Shimazaki, D., & Yamamoto, K. (2002). A comparison of temporal variation of particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (pPAHs) concentration in different urban environments: Tokyo, Japan, and Bangkok, Thailand. *Atmospheric Environment*, 36 (12), 2027–2037. doi: 10.1016/s1352-2310(02)00099-7
4. Ander, E. L., Johnson, C. C., Cave, M. R., Palumbo-Roe, B., Nathanail, C. P., & Lark, R. M. (2013). Methodology for the determination of normal background concentrations of contaminants in English soil. *Science of The Total Environment*, 454-455, 604–618. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.03.005
5. Finardi, S., Radice, P., Cecinato, A., Gariazzo, C., Gherardi, M., & Romagnoli, P. (2017). Seasonal variation of PAHs concentration and source attribution through diagnostic ratios analysis. *Urban Climate*, 22, 19–34. doi: 10.1016/j.uclim.2015.12.001
6. Uyutkin, V., Izvekova, T., Gushchin, A., & Mashkin, D. (2014). Ecological risk assessment at soil contamination by oil supply enterprises (as exemplified by Ivanovo city). *Safety in Technosphere*, 1, 32–38. doi: 10.12737/2776
7. Papageorgoulou, A., Manoli, E., Touloumi, E., & Samara, C. (1999). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air of Greek towns in relation to other atmospheric pollutants. *Chemosphere*, 39 (13), 2183–2199. doi: 10.1016/s0045-6535(99)00143-5
8. Ravindra, K., Sokhi, R., & Vangrieken, R. (2008). Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation. *Atmospheric Environment*, 42 (13), 2895–2921. doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.12.010
9. Sharma, M., & McBean, E. A. (2001). PAH deposition to snow surface. *Environmental Science and Pollution Research*, 8 (1), 11–18. doi: 10.1007/bf02987290
10. Golodnyak, V., Granica, N., Grigorova, L., Zelenina, L., Makarchuk, T., Podrushnyak, A., & Koval, A. (2007). K voprosu o reglamentacii sodержaniya 3, 4 benzpirena v rastitelnom masle i zhirah. Zhurnal "Olijno-zhirovij kompleks". Retrieved from: <https://www.apk-inform.com/ru/oilprocessing/57021> [In Russian].
11. Dolyana, L. F., Kozachyna, V. A., & Prystynskiy, V. V. (2013). Monitorynh zabrudnennia atmosfernoho povitria benz(a)pirenom ta vuhlevodnem. *Elektromahnitna Sumisnist ta Bezpeka na Zaliznychnomu Transporti*, 6, 91–97. doi: 10.15802/ecsrt2013/51294 [In Ukrainian].
12. Shorina, T. S., Teslya, A. V., & Popov, A. V. (2012). Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya pochvennogo pokrova pridorozhnyh territorij g. Orenburga. *Vestnik Orenburgskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 6 (142), 106–108. [In Russian].
13. Kamlyk, M. I. (2001). Pravova baza z pytan ekolohii ta okhorony pryrodnoho seredovyscha. In: *Zbirnyk normatyvnykh aktiv*. Kyiv: Atika [In Ukrainian].
14. Kireeva, N. A., Novoselova, E. I., & Erohina, N. I. (2009). Nakoplenie benz(a)pirena v sisteme pochva-rastenie pri zagryaznenii neftyu i pri aktivnogo privnesenii ila. *Vestnik Orenburgskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 6 (100), 579 – 581. [In Russian].
15. Kenofontov, B., Kozodayev, A., Taranov, R., & Vinogradov, M. (2020). Treatment of waste water from complex organic substances. *Ecology and Industry of Russia*, 24 (7), 4–7. doi: 10.18412/1816-0395-2020-7-4-7
16. Kryvenko, G., Vozniak, L., & Zorin, V. (2019). Analiz vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn v atmosferne povitria stacionarnymy dzherelamy. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 1 (19), 85–93. doi: 10.31471/2415-3184-2019-1(19)-85-93 [In Ukrainian].
17. Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hihienichnykh pravyl i norm "Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh"Zatverdzheno nakazom ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 13.05.2013 № 368. (2013). Retrieved from: https://zakononline.com.ua/documents/show/347397__656916 [In Ukrainian].
18. Rak v Ukraini, 2017 – 2018. Zakhvoriuvanist, smertnist, pokaznyky diialnosti onkologichnoi sluzhby. (2019). In: *Biuletyn natsionalnoho kantser-reestru Ukrainy № 20*. Kyiv. Retrieved from: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_20/index.htm#zmist [In Ukrainian].
19. Shcherbakova, N. S., Bezghodko, Ye. O., & Peredera, Zh. O. (2016). Monitorinh vmistu benz(a)perenu u miasoproduktakh vyrobnytstva deiakykh pidpriemstv poltavskoi oblasti. *Zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Rol ahrarnykh vyshchykh navchalnykh zakladiv u rozvytku malykh form hospodariuvannia yak faktora sotsialno-ekonomichnoi stabilnosti silskykh terytorii ta samozainiatosti naseleennia»*. (Kyiv, 23 lystopada 2016). Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr “Ahroosvita” [In Ukrainian].

20. Shcherbakova, N. S., Bezghodko, Ye. O., & Peredera, S. B. (2017). Monitorynh zabrudnennia benz(a)perenom snihu ta vody v poltavskii oblasti. *Problemy zoonzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, 34 (2), 357–361. [In Ukrainian].

21. DSTU 4689:2006. *Produkty kharchovi. Metody vyznachannia masovoi chastky benz(a)pirenu*. Chynnyi vid 2007-07-01. (2001). Kyiv. Retrived from: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85154 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 04.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Євстаф'єва В. О., Щербакова Н. С., Кручиненко О. В., Мельничук В. В., Михайлютенко С. М., Корчан Л. М., Долгін О. С., Передера С. Б. Вплив техногенного забруднення на вміст бенз(а)пірену в силосі. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 178–185.

© Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Щербакова Наталія Сергіївна,
Кручиненко Олег Вікторович, Мельничук Віталій Васильович,
Михайлютенко Світлана Миколаївна, Корчан Леонід Миколайович,
Долгін Олександр Сергійович, Передера Сергій Борисович 2021



original article | UDC 636.4.09:57.088.6:616-072.5 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.23

INFLUENCE OF FERRUM (IV) CLATROCHELATE ON THE DYNAMICS OF THE BIOCHEMICAL INDICATORS OF PIGLETS' BLOOD SERUM

I. M. Derkach

ORCID  [0000-0002-0149-7923](https://orcid.org/0000-0002-0149-7923)

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
15, Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine
E-mail: Irina1215@ukr.net

How to Cite

Derkach, I. M. (2021). Influence of ferrum (IV) clatrochelate on the dynamics of the biochemical indicators of piglets' blood serum. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 186–193. doi: 10.31210/visnyk2021.03.23

Worldwide, the most common type of anemia in animals is iron deficiency anemia that occurs as a result of iron deficiency in the body and under the influence of other factors. The disease is characterized by a high mortality rate among young animals, especially pigs. Suckling piglets at the age of 5-10 days are affected by it most often. It is known that the pathogenesis of iron deficiency anemia consists of successive interrelated processes, the main of which are disorders of hemoglobin synthesis and oxygen hypoxia. The aim of our study was to determine the effect of ferrum (IV) clatrochelate and cyanocobalamin, administered to pregnant sows, on the biochemical parameters of piglets' blood serum, which are the main markers of iron deficiency. The article presents the results of our clinical studies of ferrum in a new rare valency IV and in the form of clatrochelate, in particular its anti-anemic efficacy. To achieve this goal, 2 groups of newborn piglets-analogues (Landrace and Large White breeds' hybrids) were formed during their keeping with suckling sows – control and experimental, 15 animals in each. The experiment lasted 30 days. The piglets in the experimental group were selected from sows that had been administered with 10 ml of 10% ferrum (IV) clatrochelate solution and cyanocobalamin solution twice intramuscularly during pregnancy. The piglets of the control group, according to the traditional scheme of iron deficiency anemia prevention, on the second day of life, were administered iron dextran preparation (at the rate of 200 mg of ferrum (III) per injection). Piglets were observed for one month to determine the levels of iron, erythropoietin, ferritin, transferrin, the percentage of transferrin saturation in the blood serum and iron binding capacity of piglets' blood serum of on the 1st, 5th, 12th and 30th days of age. The following clinical signs of anemia were not observed in the piglets of the experimental group: pale mucous membranes, bristle wrinkling, dryness or wrinkling of the piglets' skin; there was no acceleration of the pulse or rhythm of respiration in them, stunted growth, digestive disorders, inactivity. Moreover, the piglets actively sucked sows, naturally occupying the teats with a higher level of lactation, which accordingly affected the increase in their productivity. Animals in the experimental group were more active than piglets in the control group. The results of studies of such indicators as the content of iron, erythropoietin, ferritin, transferrin, the percentage of transferrin saturation in the serum and iron binding capacity of the blood serum confirm that our proposed scheme for the prevention of iron deficiency anemia – based on the use of ferrum (IV) clatrochelate and cyanocobalamin – proved to be effective, and in the absence of stillbirth and clinical signs of anemia in piglets.

Key words: ferrum, clatrochelate, anti-anemic effect, piglets, sows, erythropoietin, ferritin, transferrin, iron binding capacity, blood serum.

ВПЛИВ КЛАТРОХЕЛАТУ ФЕРУМУ(IV) НА ДИНАМІКУ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ПОРОСЯТ**І. М. Деркач**Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

В усьому світі найбільш поширеним видом анемії у тварин є ферумдефіцитна анемія, яка виникає, відповідно за умови дефіциту Феруму в організмі та у разі впливу інших чинників. Хвороба характеризується високим показником летальності серед молодняку, особливо свиней. Найбільш часто на неї хворіють поросята-сисуні у віці 5–10 діб. Відомо, що патогенез ферумдефіцитної анемії складають послідовні взаємопов'язані процеси, основними з яких є порушення синтезу гемоглобіну та оксигенова гіпоксія. Метою наших досліджень було визначити вплив клатрохелату Феруму(IV) та ціанокобаламіну за умови їх застосування порослим свиноматкам на біохімічні показники сироватки крові порослят, які є основними маркерами ферумдефіциту в організмі. У статті представлено результати наших клінічних досліджень Феруму в новій рідкісній валентності – IV та у формі клатрохелату, зокрема його протианемічної ефективності. Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених порослят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їх утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній. У дослідну групу були відібрані поросята, народжені від свиноматок, яким у період вагітності двічі внутрішньом'язово вводили 10 % розчин клатрохелату Феруму(IV) та розчин ціанокобаламіну. Порослятам контрольної групи за традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії вводили ферумдекстрановий препарат (з розрахунку 200 мг Феруму на одне введення). Результати проведених досліджень таких показників, як вмісту Феруму, еритропоетину, феритину, трансферину, відсотку насичення трансферину в сироватці крові та ферумзв'язувальної здатності сироватки крові підтверджують, що запропонована схема профілактики ферумдефіцитної анемії – на основі застосування клатрохелату Феруму(IV) та ціанокобаламіну порослим свиноматкам – виявилась ефективною, причому в разі відсутності народження мертвих плодів та клінічних ознак анемії в порослят.

Ключові слова: ферум, клатрохелат, протианемічна дія, поросята, свиноматки, еритропоетин, феритин, трансферин, ферумзв'язувальна здатність, сироватка крові.

Вступ

Анемією або малокрів'ям (безкрів'ям) називають стан організму, який характеризується зменшенням порівняно з фізіологічною нормою вмісту гемоглобіну. За такого стану спостерігається абсолютне зменшення кількості еритроцитів, або їх функціональна недостатність через зменшення вмісту в них гемоглобіну [19–21, 25].

За однією з класифікацій, яка враховує різноманітні етіологічні фактори, що сприяють розвитку такої патології у тварин, та патогенетичні ознаки, розрізняють такі види анемії: постгеморагічна (внаслідок крововтрат); ферумдефіцитна, яка виникає в разі дефіциту Феруму; анемія за умови нестачі антианемічних речовин; гемолітична (у разі підвищеного руйнування еритроцитів); анемія у разі порушення обміну речовин та авітамінозів; анемія, спричинена дією іонізуючої радіації; анемія, зумовлена інфекцією чи інвазією. Найбільш поширеними є ферумдефіцитні, що становлять приблизно 80 % з усіх видів анемії [21, 25, 31].

У сучасних технологіях відтворення, утримання та вирощування свиней зростає ризик виникнення різних хвороб, які призводять до зниження захисних механізмів організму. Одним із найбільш важливих мікроелементів, який бере участь у процесах обміну речовин в організмі свиней, особливо порослят-сисунів, є Ферум [2, 14, 31]. У разі зниження його рівня порушується обмін речовин, погіршується загальний стан молодняку, що спричиняє розвиток анемії [15, 25, 28].

Патогенез ферумдефіцитної анемії складають послідовні взаємопов'язані процеси. Після всмоктування Феруму у шлунку та в тонкому відділі кишечника частина його з'єднується у крові з трансферином, який, своєю чергою, транспортує його до кісткового мозку та інших тканин. Також Ферум зв'язується з протеїном апонефрином, наслідком чого є утворення феритину, який відкладається в печінці. Частина феритину перетворюється у гемосидерин, що має більш високу концентрацію Феруму і відкладається в макрофагоцитах кісткового мозку й селезінки та куперівських клітинах печінки [14, 19, 28, 31].

Доведено, що основну роль у цій системі відіграє гормон гепсидин [3, 12, 13, 23, 24, 27]. Він синтезується в печінці та виступає каталізатором різних ланок обміну Феруму: швидкість абсорбції Феруму у травному каналі, швидкість його вивільнення з клітин ретикулоендотеліальної системи, швидкість продукції ферумзв'язувальних білків печінкою, екскрецію Феруму нирками, швидкість утворення гемоглобіну [26].

В організмі поросят ці запаси Феруму починають зменшуватися вже з восьмої доби життя, результатом чого є сповільнення синтезу гемоглобіну та порушення зовнішнього газообміну. Крім того, відбуваються розлади й внутрішнього газообміну. Оксигенова гіпоксія знижує секреторну функцію шлунку і кишечника, активність протеолітичних ензимів, α -амілази і ліпази, що спричиняє порушення травлення, недостатнє засвоєння кислот, вуглеводів, ліпідів, протеїнів, вітамінів, макро- та мікроелементів. Настає розлад обміну речовин з переважанням гліколізу, активація якого частково компенсує дефіцит енергії, проте досить швидко спричиняє накопичення лактату та розвиток ацидозу.

Своєю чергою, нестача Оксигену зумовлює звільнення з нирок простагландинів і простагліцинів. Це сприяє посиленню біосинтезу специфічної антианемічної речовини еритропоетину. Вона утворюється в нирках як результат взаємодії двох антианемічних факторів: внутрішнього – гастромукопротеїну, який синтезується слизовою оболонкою шлунка, і зовнішнього – вітаміну B₁₂ [21–22].

У разі розвитку ферумдефіцитної анемії еритропоетин активує функцію червоного кісткового мозку, в результаті чого стимулюється синтез ДНК в еритроїдних клітинах, стимулюється їх мітотична активність, скорочується період дозрівання, збільшується синтез гемоглобіну. Водночас еритропоетин гальмує продукування лейкоцитів, що призводить до зменшення кількості лейкоцитів у крові і розвитку імунодефіцитного стану [16, 17].

На 10-ту добу життя в організмі поросят включення Феруму до складу ферумпротеїнів в еритроїдних клітинах кісткового мозку знижується. З третьої доби до 30-ї доби життя в сироватці крові тварин збільшується вміст феритину, що є свідченням зниження інтенсивності використання іонів Феруму у процесах еритроцитопоезу [30].

У разі діагностики ферумдефіцитної анемії, крім визначення вмісту гемоглобіну і кількості еритроцитів, рекомендується визначати вміст Феруму і трансферину в сироватці крові, загальну та латентну ферумзв'язувальну здатність сироватки крові, коефіцієнт насичення трансферину Ферумом.

У хворих поросят на 9–12 доби життя вміст Феруму в сироватці крові знижується (13,1±0,32 мкмоль/л; у здорових – понад 19,5), а транспортного білка – трансферину – збільшується (до 8,95±0,25 г/л). Причому коефіцієнт насичення трансферину Ферумом знижується у 3–3,5 раза (0,19±0,008). Протилежна спрямованість змін умісту Феруму і трансферину зумовлює підвищення загальної ферумзв'язувальної здатності сироватки крові (близько 70 мкмоль/г за 40 мкмоль/г у здорових). Оскільки ферумзв'язувальна здатність сироватки крові зростає, а вміст Феруму в ній знижується, то збільшується ненасичена, або латентна, ферумзв'язувальна здатність сироватки крові у 4–6 разів (56,8±2,34 мкмоль/л) [16–17, 22, 25].

Мета роботи – на основі результатів біохімічних досліджень сироваток крові поросят порівняти основні маркери ферумдефіцитного стану у разі застосування клатрохелату Феруму(IV) порослим свиноматкам та ферумдекстранового препарату – новонародженим поросяткам.

Серед завдань досліджень: визначити вплив клатрохелату Феруму(IV) з ціанокобаламіном на вміст Феруму, еритропоетину, феритину, трансферину, відсотку насичення трансферину в сироватці крові та ферумзв'язувальної здатності сироватки крові поросят, народжених від свиноматок, яким у період вагітності вводили ці розчини, порівняно з контролем.

Матеріали і методи досліджень

Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їх утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній.

У дослідну групу були відібрані поросята від 5-ти свиноматок (по 3 від кожної), яким у період вагітності двічі (за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу) внутрішньом'язово вводили по 10 мл 10 % розчин клатрохелату Феруму(IV) та розчин ціанокобаламіну (у дозі для свиноматок, рекомендованій офіційними інструкціями, – з розрахунку по 500 мкг діючої речовини на одне введення).

Поросяткам контрольної групи за традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії на другу добу життя вводили ферумдекстрановий препарат «Юніферон» у дозі 1 мл для тварини (200 мг Феруму на одне введення).

Діючою речовиною препарату, що застосовували свиноматкам, є Ферум у рідкісній валентності IV та у формі клатрохелату – це макробіциклічний комплекс, у якому іон металу «упакований» у нано-капсулу, яка перешкоджає взаємодії з переважною більшістю реагентів, зокрема, біолігандами, а також екранує метал від інших факторів навколишнього середовища. Вперше про синтез унікальних клатрохелатних сполук Феруму(IV) було повідомлено Tomun et al. (2017) [29]. Ми здійснили низку доклінічних досліджень їх гострої та хронічної токсичності, кумулятивних властивостей та клінічних досліджень [4–11].

Використаний розчинник реополіглокін є плазмозамінним колоїдним розчином декстрану (полімеру глюкози), містить, окрім декстрану, натрію хлорид та воду для ін'єкцій.

Протягом одного місяця за поросятами спостерігали для визначення вмісту Феруму, еритропоетину, феритину, трансферину, відсотку насичення трансферину в сироватці крові та ферумзв'язувальної здатності сироватки крові поросят відбирали зразки крові на 1, 5, 12 та 30 доби життя.

Результати досліджень та їх обговорення

Як і в попередніх наших клінічних дослідженнях клатрохелату Феруму(IV), не було відмічено народження мертвих поросят [10]. Не спостерігалось будь-яких клінічних ознак анемії: блідості слизових оболонок, скуйовдженості щетини, сухості чи зморщення шкіри поросят; не відмічалось прискорення пульсу чи ритму дихання в них, відставання в рості, розладів травлення, малорухливості.

Причому поросята активно ссали свиноматок, природньо займаючи соски з більшим рівнем лактації, що відповідно впливало на підвищення їх продуктивності. Тварини дослідної групи були більш активними, ніж поросята контрольної групи.

Особливу увагу під час проведеного досліду, який тривав 30 діб, було зосереджено на динаміці біохімічних показників сироватки крові поросят дослідної групи порівняно з контролем у ймовірний період прояву ферумдефіцитної анемії.

Загальновідомо, що визначення вмісту Феруму в сироватці крові важливе для скринінгу, діагностики ферумдефіцитних анемії, а також для оцінки ефективності лікування хворих на цю хворобу. Тому одним із завдань нашого дослідження було визначити вміст Феруму в сироватці крові поросят у разі застосування різних схем профілактики ферумвмісними препаратами (табл. 1).

1. Уміст Феруму в сироватці крові поросят під час застосування різних ферумвмісних препаратів, мкмоль/л (M±m, n=15)

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
1	3,4±0,37	7,8±0,24***
5	8,0±0,21	4,6±0,22***
12	21,9±0,41	3,4±0,08***
30	15,5±0,36	15,4±0,3

Примітки: ступінь вірогідності – *** – $p < 0,001$; порівняно з показником у поросят контрольної групи.

На першу добу життя в сироватці крові новонароджених поросят дослідної групи вміст Феруму був вірогідно вищим у 2,29 раза ($p < 0,001$), порівняно з контролем. Це можна пояснити тим, що вони були народжені від свиноматок, яким у період вагітності дворазово вводили препарат Феруму(IV) та розчин ціанокобаламіну.

На 5-у добу життя цей показник був достовірно вищим у 1,74 раза ($p < 0,001$) у сироватці крові поросят контрольної групи порівняно з таким у сироватці крові поросят дослідної групи, що пояснюється тим, що згідно з традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії, поросят контрольної групи на 2-у добу життя вводили ферумдекстрановий препарат. Слід зазначити, що жодних клінічних ознак анемії в цей період, що вважається критичним для розвитку цієї патології, в поросят дослідної групи, як і в поросят контрольної групи, не спостерігалось.

Такою ж була тенденція і на 12-у добу життя поросят, причому за жодних клінічних ознаках анемії в поросят вміст Феруму в сироватці крові був достовірно вищим у 6,44 раза ($p < 0,001$) у сироватці поросят контрольної групи порівняно з контролем.

Проте на 30-у добу вміст Феруму в сироватці крові поросят контрольної та дослідної груп не відрізнявся.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Важливе значення за умови діагностики ферумдефіцитної анемії має визначення еритропоєтину, що вважають фізіологічним стимулятором еритроцитопоезу. Він секретується у нирках і в печінці, причому його синтез печінкою переважає в ембріональний і перинатальний періоди, а нирками – переважає протягом зрілого віку. Еритропоєтин активує мітоз і дозрівання еритроцитів із клітин-попередників еритроцитарного ряду. Секреція еритропоєтину нирками посилюється залежно від різних анемічних станів. Вміст еритропоєтину в сироватці крові поросят дослідної та контрольної груп визначали на 5-у та 12-у доби життя поросят.

2. Динаміка вмісту еритропоєтину в сироватці крові поросят під час застосування ферумвмісних препаратів, мОД/мл ($M \pm m$, $n=15$)

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
5	$1,2 \pm 0,01$	$1,2 \pm 0,01$
12	<1	<1

Як засвідчують дані, наведені в таблиці 2, на 12-у добу життя поросят не було підвищення рівня еритропоєтину в сироватці крові поросят як дослідної, так і контрольної груп, порівняно з такими показниками на 5-у добу. Це є свідченням того, що в організмі поросят не було передумов до розвитку анемії, оскільки, як відомо, еритропоєтин синтезується в організмі в разі низького вмісту еритроцитів у крові, у відповідь на знижений вміст оксигену у тканинах з метою стимуляції гемоцитопоезу.

Феритин – складний білковий комплекс (ферумпротейд), який виконує роль основного внутрішньоклітинного депо Феруму. Структурно складається з білка апонефрину і атома тривалентного Феруму у складі фосфатного гідрооксиду. Одна молекула феритину може містити 4000 атомів Феруму. Міститься практично в усіх органах і тканинах і є донором Феруму у клітинах, які його потребують. За нестачі в організмі Феруму починається використання його резервів з тканин, рівень феритину знижується, причому задовго до появи клінічних ознак ферумдефіциту. Паралельно знижується рівень гемоглобіну і виникає стан недостатнього постачання оксигеном клітин і тканин усього організму. Підвищення рівня феритину свідчить про надлишок Феруму, запальні процеси, гемолітичну анемію, голодування, захворювання печінки, лімфогранулематоз, ревматоїдний артрит. Знижений вміст характерний за умови дефіциту Феруму, в період вагітності.

Вміст феритину в сироватці крові поросят дослідної та контрольної груп, як і еритропоєтину, визначали на 5-у та 12-у доби життя поросят.

3. Динаміка вмісту феритину в сироватці крові поросят у разі застосування ферумвмісних препаратів, нг/мл ($M \pm m$, $n=15$)

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
5	<1,5	<1,5
12	<1,5	<1,5

Згідно з результатами наших досліджень, вміст феритину в сироватці крові поросят у разі застосування різних схем профілактики ферумдефіцитної анемії різними ферумвмісними препаратами залишався стабільним та не відрізнявся в сироватці крові поросят дослідної та контрольної груп, що є свідченням того, що розвитку анемічного стану в їх організмі не було.

Трансферин є основним білком-переносником Феруму в організмі; синтезується в печінці, накопичується у ній, а також у селезінці та в кістковому мозку. Основною функцією трансферину є транспорт Феруму з місця його всмоктування у тонкому кишечнику до місця депонування та використання. Також він бере участь у перенесенні Феруму, невикористаного у синтезі гема, регуляції діяльності імунної системи. Підвищення рівня трансферину спостерігається в разі дефіциту Феруму, анеміях, вагітності, під час дії естрогенів, а його зниження – в разі хвороб печінки, опіках, переливанні крові, хронічних процесах, гемохроматозі, злоякісних новоутвореннях [1].

Вміст трансферину в сироватці крові поросят дослідної та контрольної груп також досліджували на 5-у та 12-у доби життя поросят – періоди, що є найбільш критичним для початку розвитку ферумдефіцитної анемії.

4. Динаміка вмісту трансферину в сироватці крові поросят за дії ферумвмісних препаратів, г/л ($M \pm m$, $n=15$)

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
5	<0,1	<0,1
12	<0,1	<0,1

Згідно з результатами наших досліджень, вміст трансферину в сироватці крові поросят контрольної та дослідної груп за умов застосування різних схем профілактики ферумдефіцитної анемії різними ферумвмісними препаратами був однаковим і стабільним у разі відсутності клінічних ознак прояву анемії.

Насичення трансферину Ферумом – це показник, який відображає співвідношення концентрації Феруму в сироватці крові до загальної можливості трансферину переносити Ферум. Зростання такого показника свідчить про гемохроматоз, дефіцит вітаміну В₆, апластичну анемію, а його зниження – про злоякісні новоутворення, розвиток анемії. Згідно з результатами наших досліджень, величина насичення трансферину сироватки крові поросят Ферумом за період з 5-ї до 12-у доби їх життя залишалася стабільною як у дослідній, так і контрольній групах.

Ферумзв'язувальна здатність сироватки крові показує кількість Феруму, яку здатна транспортувати кров. Цей показник визначають з метою встановлення кількості Феруму, яка перебуває в організмі і ступінь його зв'язку з білками крові. Відхилення від норми в бік підвищення його рівня вказує на гіпохромну анемію, гострий гепатит, а у бік зниження – на анемію, цироз, хвороби нирок, хронічні захворювання.

Ферумзв'язувальну здатність сироватки крові визначали також на 5-у та 12-у доби від народження поросят (табл. 5).

5. Динаміка показника ферумзв'язувальної здатності сироватки крові поросят під час застосування ферумвмісних препаратів, мкмоль/л ($M \pm m$, $n=15$)

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
5	$6,5 \pm 0,19$	$6,6 \pm 0,23$
12	$2,5 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,02^*$

Примітки: ступінь вірогідності – * – $p < 0,05$; порівняно з показником у поросят контрольної групи.

Ферумзв'язувальна здатність сироватки крові поросят дослідної та контрольної груп на п'яту та дванадцяту доби за жодних ознак анемічного стану майже не відрізнялися, що ще раз підтверджує відсутність розвитку ферумдуфіцитного стану в організмі поросят.

Висновки

За умов діагностики анемії поросят важливе діагностичне значення має динаміка маркерних показників ферумдефіцитного стану на основі біохімічних досліджень сироваток крові.

Результати проведених досліджень таких показників як Ферум, еритропоетин, феритин, трансферин, відсоток насичення трансферину в сироватці крові та ферумзв'язувальна здатність сироватки крові підтверджують, що запропонована схема профілактики ферумдефіцитної анемії – на основі застосування клатрохелату Феруму (IV) та ціанокобаламіну порослим свиноматкам за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу – виявилась ефективною, причому не народжувалися мертві плоди та не було клінічних ознак анемії.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні динаміки морфологічних показників крові поросят-сисунів, вмісту Феруму у їх внутрішніх органах, таких як печінка, селезінка, кістковий мозок, за умов введення розчинів клатрохелату Феруму (IV) та ціанокобаламіну порослим свиноматкам.

References

1. Bahramov, S. M., Kazakbaev, H. M., & Buglanov, A. A. (2014). Transferrin: rol v obmene zheleza i nekotorye aspekty. *Gematologija i Transfuziologija*, 2, 39–42 [In Russian].

2. Bonkovsky, S., & Herbert, L. (1991). Iron and the liver. *The American Journal of the Medical Sciences*, 301 (1), 32–43. doi: 10.1097/00000441-199101000-00006
3. Camaschella C. (2013). Iron and hepcidin: a story of recycling and balance. Hematology. American Society of Hematology. *Education Program*, 2013, 1–8. doi: 10.1182/asheducation-2013.1.1
4. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Plutenko, M. O., Fritsky, I. O., & Derkach, S. S. (2018). Vyznachennja parametrov gostroi toksychnosti ferumu (IV) na bilyh myshah. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 308–312. doi: 10.15421/2018_343 [In Ukrainian].
5. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2019). Khronichna toksychnist klatrokhelatu Ferumu (IV) dlja bilykh shchuriv. *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 21 (95), 15–21. doi: 10.32718/nvlvet9503 [In Ukrainian].
6. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Plutenko, M. O., Fritsky, I. O., & Derkach, S. S. (2019). Kumuliatyvni vlastvosti klatrokhelatu Ferumu (IV) dlja bilykh shchuriv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 238–246. doi: 10.31210/visnyk2019.02.32 [In Ukrainian].
7. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Plutenko, M., Fritsky, I., & Derkach, S. (2019). Acute toxicity of the iron clathrochelate complexes. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(3), 276–279. doi: 10.15421/021942
8. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Derkach, S. S., Plutenko, M. O., & Fritsky, I. O. (2019). Influence of iron (IV) clathrochelate complex on quail blood parameters and weight characteristics. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 126–131. doi: 10.15421/2019_719
9. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2020). Doslidzhennia podrazniuvanoi dii ta alerhennykh vlastyvostei klatrokhelatu Ferumu(IV). *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 22 (97), 130–135. doi: 10.32718/nvlvet9721 [In Ukrainian].
10. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2020). Doslidzhennia protyanemichnoi dii klatrokhelatu Ferumu(IV) na porosiatakh. *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 22 (99), 107–115. doi: 10.32718/nvlvet9917 [In Ukrainian].
11. Dukhnitsky, V. B., Kalachniuk, L. H., Derkach, I. M., Derkach, S. S., Plutenko, M. O., & Fritsky, I. O. (2020). Iron(IV) hexahydrazide clathrochelate complexes: the chronic toxicity study. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 18–23. doi: 10.15421/2020_3
12. Ganz, T., & Nemeth, E. (2006). Iron imports. IV. Hepcidin and regulation of body iron metabolism. *American journal of physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*, 290 (2), 199–203. doi: 10.1152/ajpgi.00412.2005
13. Ganz, T., & Nemeth, E. (2012). Hepcidin and iron homeostasis. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1823 (9), 1434–1443. doi: 10.1016/j.bbamcr.2012.01.014
14. Ganz, T. (2013). Systemic iron homeostasis. *Physiological Reviews*, 93 (4), 1721–1741. doi: 10.1152/physrev.00008
15. Gasanov, A. S., Amiov, D. R., Muhutdinova, D. M., Ovsjannikov, A. P., Churna, Z. G., & Shamsutdinova, N. V. (2020). *Anemija i preparaty, primenjaemye pri ee lechenii i profilaktike*. Kazan [In Russian].
16. Karput, I. M., & Nikoladze, M. G. (2001). Diagnostika i profilaktika alimentarnoj anemii porosjat. *Veterinarija*, 4, 34–37 [In Russian].
17. Karput, I. M., & Nikoladze, M. G. (2003). Obmen zheleza u zdorovyh i bol'nyh alimentarnoj anemiej porosjat. *Izvestiya Akademii Agrarian Sciences of the Republic of Belarus*, 4, 34–37 [In Russian].
18. 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.
19. Killip, S., & Bennett, M. (2008) Iron Deficiency Anemia. *American Family Physician*, 15 (78 (8)), 671–678.
20. Lipiński, P., Styś, A., & Starzyński, R. R. (2013). Molecular insights into the regulation of iron metabolism during the prenatal and early postnatal periods. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 70 (1), 23–38. doi: 10.1007/s00018-012-1018-1
21. Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., & Vlizlo, V. V. (2012). *Vnutrishni khvoroby tvaryn. Chastyna 1*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
22. Leyshon, B. J., Radlowski, E. C., Mudd, A. T., Steelman, A. J., & Johnson, R. W. (2016). Postnatal Iron Deficiency Alters Brain Development in Piglets. *The Journal of Nutrition*, 146 (7), 1420–1427. doi: 10.3945/jn.115.223636

23. Nemeth, E., & Ganz, T. (2006). Regulation of iron metabolism by hepcidin. *Annual Review of Nutrition*, 26, 323–342. doi: 10.1146/annurev.nutr.26.061505.111303
24. Sangkhae, V., & Nemeth, E. (2017). Regulation of the Iron Homeostatic Hormone Hepcidin. *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.), 8 (1), 126–136. doi: 10.3945/an.116.013961
25. Sidorkin, V., Gavrish, V., Egunova, A., & Ubirayev, V. (2007). *Bolezni svinej*. Moskva: Akvarium – print, [In Russian].
26. Skal'nyj, A. V., & Rudakov, I. A. (2004). *Biojelementy v medicine*. Moskva: Oniks 21 vek, Mir [In Russian].
27. Starzyński, R. R., Laarakkers, C. M., Tjalsma, H., Swinkels, D. W., Pieszka, M., Styś, A., Mickiewicz, M., & Lipiński, P. (2013). Iron supplementation in suckling piglets: how to correct iron deficiency anemia without affecting plasma hepcidin levels. *PloS one*, 8 (5), e64022. doi: 10.1371/journal.pone.0064022
28. Svoboda, M., & Drabek, J. (2005). Iron deficiency in suckling piglets: etiology, clinical aspects and diagnosis. *Folia Veterinaria*, 49, 104–111.
29. Tomyn, S., Shylin, S. I., Bykov, D., Ksenofontov, V., Gumienna-Kontecka, E., Bon, V. & Fritsky, I.O. (2017) Indefinitely stable iron (IV) cage complexes formed in water by air oxidation. *Nature Communications*, 8, 1–8.
30. Troshin, A. N., & Nechaeva, A. V. (2007) Poluchenie ferromagnitnogo preparata i ego profilakticheskaja jeffektivnost' pri zhelezodeficitnoj anemii u zhivotnyh. *Nauchnyj Zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 28, 4, 33–42 [In Russian].
31. Walter, T., Olivares, M., Pizarro, F., & Muñoz, C. (1997). Iron, Anemia, and Infection. *Nutrition Reviews*, 55 (4), 111–124. doi: 10.1111/j.1753-4887.1997.tb06462.x

Стаття надійшла до редакції: 07.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Деркач І. М. Вплив клатрохелату Феруму(IV) на динаміку біохімічних показників сироватки крові поросят. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 186–193.

© Деркач Ірина Михайлівна, 2021




review article | UDC 576.89:639.3 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.24

PARASITES' SPECIES DIVERSITY ANALYSIS OF SEPARATE FISH SPECIES
IN FRESHWATER RESERVOIRS OF UKRAINE. PARASITIC PROTOZOA

V. Melnychuk*

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

V. Yevstafieva

ORCID  [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)

A. Khomenko

I. Sydorenko

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

*Corresponding author

E-mail: melnychuk86@ukr.net

How to Cite

Melnichuk, V., Yevstafieva, V., Khomenko, A., & Sydorenko, I. (2021). Parasites' species diversity analysis of separate fish species in freshwater reservoirs of Ukraine. Parasitic protozoa. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 194–203. doi: 10.31210/visnyk2021.03.24

Fish farming is an important and integral part of business in Ukraine, in which certain species of fish play a key role. It should be noted that anthropogenic impact of human on water objects, the current state of ecology, the growing rate of alien species populating aquatic ecosystems of Ukraine together contribute to the formation of new symbiotic relationships between fish fauna and parasitic organisms, including parasitic protozoa. The so-called "new relationships" usually lead to worsening the epizootic situation in water reservoirs, causing the emergence of mass fish diseases. As a result, the quantity and quality of fish products are reduced, which leads to economic losses. In this regard, the purpose of this review is to determine the current state of parasitic protozoa fauna of certain fish species in freshwater bodies of Ukraine. Different fish species were selected as the object of the survey – grass carp, silver carp, sand grubby, perch, crucian carp (common – golden and silver crucian carp), pike, rudd, carp and roach. These fish species are part of the fish cenosis nucleus of the vast majority of freshwater bodies of Ukraine and have a different nature of nutrition. The paper highlights data on the fauna of parasitic protozoa of these fish species. It has been established that at present the fauna of fish protozoases has 59 species belonging to 5 classes: Kinetoplastomonada (Honigberg, 1963), Coccidiomorpha (Doflein, 1901), Myxozoa (Grassé, 1970), Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) and Rinostomata (Jankowski, 1978), 14 families and 18 genera. The dominant class was Oligohymenophorea. According to scientists, the fauna of grass carp (34 species), silver carp (29 species) and crucian carp (20 species) turned out to be the richest. According to the researchers' data, perch, pike, sand grubby and rudd are the least affected by parasitic protozoa: 2-3 species of parasitic protozoa have been recorded in them. It should be noted that among the identified parasitic protozoa of 10 species – (*Costia necatrix* Henneguy, 1884, *Sphaerospora carassii* Kudo, 1919, *Myxobolus dispar* Thélohan, 1895, *M. ellipsoides* Thélohan, 1892, *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, *Trichodina reticulata* Hirschmann et Partsch, 1955, *Trichodinella epizootica* Raabe, 1950, *Chloromyxum fluviatile* Thélohan, 1892, *Tripartiella bulbosa* Davis, 1947 and *Balantidium ctenopharyngodoni* Chen, 1955) are epizootically important and pose an extreme danger to aquaculture.

Key words: parasites, fauna, parasitic protozoa, fish, grass carp, silver carp, sand grubby, perch, crucian carp, pike, rudd, carp, roach.

АНАЛІЗ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ПАРАЗИТІВ ОКРЕМИХ ВИДІВ РИБ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ. ПАРАЗИТИЧНІ НАЙПРОСТІШІ

В. В. Мельничук, В. О. Євстаф'єва, А. М. Хоменко, І. С. Сидоренко

Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

Рибництво – важлива та невід’ємна складова частина бізнесу в Україні, у якій розведення окремих видів риб відіграє вирішальну роль. Варто відмітити, що антропогенний вплив людини на водні об’єкти, сучасний стан екології, зростання темпів поселення чужорідних видів організмів до водних екосистем України сукупно сприяють формуванню нових симбіотичних відносин між представниками іхтіофауни та паразитичними організмами, зокрема й паразитичними найпростішими. Так звані «нові відносини» зазвичай призводять до погіршення епізоотичної ситуації у водоймах, спричинюючи появу масових захворювань риби. Внаслідок цього знижується кількість та якість рибної продукції, що призводить до економічних збитків. Зважаючи на це, метою цього огляду є визначення сучасного стану фауни паразитичних найпростіших організмів окремих видів риб прісноводних водойм України. Як об’єкт огляду було обрано різні види риб – білий амур, білий товстолобик, бичок-пісочник, окунь, карась (звичайний – золотий та карась сріблястий), щука, краснопірка, короп та плітка. Саме наведені види риб входять у ядро іхтіоценозу переважної кількості прісноводних водойм України та мають різний характер харчування. У праці висвітлено дані щодо фауни паразитичних найпростіших зазначених видів риб. Встановлено, що наразі фауна протозоозів риб налічує 59 видів, які відносяться до 5-и класів: Kinetoplastomada (Honigberg, 1963), Coccidiomorphea (Doflein, 1901), Мухозоа (Grassé, 1970), Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) та Rinostomata (Jankowski, 1978), 14 родин та 18 родів. Домінуючим класом виявився Oligohymenophorea. Найбільш багатого, за даними науковців, виявилася фауна білого амура (34 види), білого товстолобика (29 видів) та карася (20 видів). Найменшого ураження паразитичними найпростішими, за даними дослідників, зазнають окунь, щука, бичок-пісочник та краснопірка, у яких зафіксовано по 2–3 види паразитичних найпростіших. Варто відмітити, що з-поміж виявлених паразитичних найпростіших 10 видів (Costia necatrix Henneguy, 1884, Sphaerospora carassii Kudo, 1919, Мухоболус dispar Thélohan, 1895, M. ellipsoides Thélohan, 1892, Ichthyophthirius multifiliis Fouquet, 1876, Trichodina reticulata Hirschmann et Partsch, 1955, Trichodinella epizootica Raabe, 1950, Chloromyxum fluviatile Thélohan, 1892, Tripartiella bulbosa Davis, 1947 та Balantidium ctenopharyngodoni Chen, 1955) є епізоотично важливими та можуть бути надзвичайно небезпечними для аквакультури.

Ключові слова: паразити, фауна, паразитичні найпростіші, риби, білий амур, білий товстолобик, бичок-пісочник, окунь, карась, щука, краснопірка, короп, плітка.

Рибництво – досить прибуткова та приваблива галузь, якою наразі активно цікавляться представники малого та середнього бізнесу. Оскільки територія України має досить густу сітку як великих, так і дрібних водойм, то ця справа стає доступною практично у всіх точках нашої держави. Зокрема в Україні налічується 63119 річок, 7 великих каналів, 1160 водосховищ, близько 20 тис. озер, 28 тис. ставків та безліч струмків [1]. На сьогодні рибництво у широкому розумінні цього слова може мати різні напрями. Зокрема це племінне розведення риби, вирощування молоді риби – рибопосадкового матеріалу, промислове розведення для отримання рибної продукції [2]. Не варто забувати про риболовлю і у сфері рекреаційних послуг. Як додаткові послуги, які надають бази відпочинку риболовлі, це дасть змогу суттєво збільшити кількість відвідувачів, а відтак, й прибутку. Отже, справа аквакультури є дійсно привабливою та вигідною. Проте для ефективного її ведення необхідно мати досвід і знання потенційних ризиків та можливих проблем.

Серед численних ризиків, що завдають економічних збитків, варто наголосити на хворобах паразитарної етіології, зокрема й ті, що спричинені найпростішими організмами. За даними науковців різних країн світу, встановлено значне поширення збудників протозойних захворювань серед промислових і непромислових видів риб, і навіть декоративних [3–7]. Через значне розповсюдження хвороб прісноводних риб, спричинених найпростішими організмами, варто звернути увагу на їх сучасну фауну.

Дослідники зазначають, що протозоози є досить поширеними серед багатьох видів риб. За даними науковців, на території Краснодарського краю (РФ) у ставкових господарствах у білого товстолобика

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

виявлено 15 видів найпростіших, що належали до десяти родів: *Cryptobia*, *Costia*, *Elmeria*, *Мухоболус*, *Chilodonella*, *Ichthyophthirius*, *Aplosoma*, *Trichodina* та *Trichodinella*. Варто відмітити, що домінуючими виявилися представники родів *Мухоболус* та *Trichodina* [8]. А в умовах Кубані у білого та строка-того товстолобиків кількість виявлених збудників була однаковою і становила 6 видів, які належали до 3 родів: *Мухоболус*, *Ichthyophthirius* та *Trichodina*. Натомість у коропа дослідники виявили 4 види (*Мухоболус dogieli*, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina acuta* та *T. nigra*), а в карася лише 1 вид (*Ichthyophthirius multifiliis*) паразитів [9]. У ставових господарствах Кабардино-Балкарії дослідники вказують на досить бідну фауну найпростіших організмів у карася (*Apiosoma piscicolum* та *Apiosoma* sp.) [10]. Водночас у передгірній зоні цього регіону Атаб'єв А. В зі співавторами (2008) виявили інтенсивне ураження коропа цистами сферосфорозу – *Sphaerospora branchialis* [11].

Отже, при вивченні літературних джерел встановлено, що питанню фауни паразитичних найпростіших учені багатьох країн світу приділили багато уваги. Натомість на території України таких даних недостатньо, подекуди вони досить суперечливі або дискусійні. Наприклад, у своїй праці [12] дослідники вказують на значне поширення апізомозу, іхтіофтиріозу, хілодонельозу та триходинозу в умовах ставових господарств Рівненської області. Водночас автори не наводять дані щодо видів риб, у яких зареєстровано ці захворювання, та види збудників, що їх спричинили. Хоча така інформація є вкрай актуальною.

Природно-кліматичні умови України сприяють розвитку ставкового рибництва, а отже, й формуванню властивої для таких умов паразитофауни, зокрема й фауни найпростіших організмів у риб. У роботі опрацьовано фауну найпростіших організмів дев'яти видів риб: білий амур, білий товстолобик, бичок пісочник, окунь, карась (звичайний – золотий й карась сріблястий), щука, краснопірка, короп та плітка. Вибір видів риб обґрунтований тим, що саме ці представники входять у ядро іхтіоценозу переважної кількості водойм України та мають різний характер харчування.

Аналізуючи літературні джерела, встановлено що у зазначених видів риб на території України науковці виявили паразитичних найпростіших, які віднесені до п'яти класів: Kinetoplastomonada (Honigberg, 1963), Coccidiomorpha (Doflein, 1901), Мухозоа (Grassé, 1970), Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) та Rinostomata (Jankowski, 1978) (табл. 1).

1. Систематичне положення найпростіших організмів риб прісноводних водойм України

Клас	Родина	Рід
Kinetoplastomonada Honigberg, 1963	Bodonidae Bütschli, 1887 [Cryptobiidae]	<i>Cryptobia</i> Leidy, 1846
Coccidiomorpha Doflein, 1901 [Coccidiomorpha Doflein, 1901]	Eimeriidae Minchin, 1903 [Eimeridae Leger, 1911]	<i>Eimeria</i> Schneider, 1875
Мухозоа Grassé, 1970	Myxidiidae Thélohan, 1892	<i>Myxidium</i> Bütschli, 1882
		<i>Zschokkella</i> Auerbach, 1910
	Sphaerosporidae Davis, 1917 Chloromyxidae Thélohan, 1892	<i>Sphaerospora</i> Thélohan, 1892
		<i>Chloromyxum</i> Mingazzini, 1890
	Мухоболідае Thélohan, 1892 [Myxosomatidae]	<i>Мухоболус</i> Bütschli, 1882
		<i>Thelohanellus</i> Kudo, 1933
Glugeidae Thélohan, 1892	<i>Glugea</i> Thélohan, 1891	
Myxosomatidae Poche, 1913	<i>Myxosoma</i> Thelohan, 1892	
Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974	Trichodinidae Claus, 1874	<i>Trichodina</i> Ehrenberg, 1830
		<i>Tripartiella</i> Lom, 1963
		<i>Trichodinella</i> Srámek-Husek, 1953
	Epistylididae Kahl, 1933	<i>Apiosoma</i> Blanchard, 1885
	Trichophryidae Fraipont, 1878	<i>Capriniana</i> Strand, 1928
	Chilodonellidae Deroux, 1970	<i>Chilodonella</i> Strand, 1928
Ichthyophthiriidae Kent, 1881	<i>Ichthyophthirius</i> Fouquet, 1876	
Rinostomata Jankowski, 1978	Balantidiidae Reichenow, in Doflein & Reichenow, 1929	<i>Balantidium</i> Claparède & Lachmann, 1858

Найбільш бідними в умовах прісноводних водойм виявилися класи Kinetoplastomonada (представлений родиною Bodonidae та родом *Cryptobia*), Rinostomata (представлений родиною Balantidiidae та одним родом *Balantidium*), а також Coccidiomorpha (представлений родиною Eimeriidae та одним родом *Eimeria*).

Варто зазначити, що класи Мухозоа та Oligohymenophorea виявилися більш багатими та різноманітними як за кількістю родин, так і родів, що їх формували. Зокрема, клас Мухозоа нараховував 6 родин, які формували представники 7 родів. А саме родини Мухидіає й Мухоболіає формували паразитичні найпростіші з 2 родів *Muxidium* й *Zschokkella* та *Muxobolus* й *Thelohanellus* відповідно. Родини Sphaerosporidae, Chloromuxidae, Glugeidae та Мухосоматіає представляли по одному роду *Sphaerospora*, *Chloromuxum*, *Glugea* та *Muxosoma* відповідно.

Стосовно питання видового різноманіття фауни найпростіших організмів, які здатні спричинити захворювання у риби, то варто відмітити її істотне наповнення новими видами. Така тенденція викликана кропіткою роботою науковців, які повсякчас здійснюють перегляд, ревізію та корекцію інформації. Як відомо, фауна будь-яких живих організмів не може бути стабільною, та постійно змінюється, не виключенням є й паразитофауна найпростіших організмів риб прісноводних водойм України. Зважаючи на появу нового лабораторного обладнання й методик, дослідники і сьогодні відкривають нові види паразитів. Окрім того, збагачення фауни здійснюється через експансію водойм, зокрема й України, чужорідними видами, які значно розширюють видовий склад паразитів [13–20]. Для прикладу, до 1951 року фауна найпростіших паразитичних організмів у риб на території України, за даними А. П. Маркевича (1951), нараховувала 33 види [21]. Наразі, опрацьовуючи літературні джерела, виявлено 59 видів паразитичних найпростіших, що на 26 видів більше.

Також варто відмітити, що для кожного виду риб характерною є специфічна фауна паразитів, зокрема й тих, що відносяться до найпростіших організмів. Наприклад, фауну білого амура на території України, за даними дослідників, формують 5 класів, які об'єднують 10 родин, 12 родів та 34 види паразитів (табл. 2).

2. Кількісний показник видового різноманіття найпростіших паразитичних організмів окремих видів риб прісноводних водойм України та їх систематична приналежність

Вид риби	Клас	Родина	Рід	Вид
Білий Амур	5	10	12	34
Білий Товстолобик	4	6	9	29
Бичок Пісочник	1	2	2	2
Окунь	2	3	3	3
Карась*	2	7	8	20
Щука	2	3	3	3
Краснопірка	1	2	2	2
Короп	1	4	4	6
Плітка	3	6	6	8

Примітки: * карась звичайний (золотий), карась сріблястий.

Дещо біднішою виявилася фауна протозоозів білого товстолобика та карася. Зокрема, у білого товстолобика її формували 4 класи, 6 родин, 9 родів та 29 видів, у карася – 2 класи, які об'єднували 7 родин, 8 родів та 20 види паразитів. Для плітки та коропа в умовах водойм України була характерною фауна сформована 3 та 1 класом найпростіших організмів, що об'єднували по 6 та по 4 родини й роди, і 8 та 6 видів паразитів відповідно.

У решти видів риб (бичок пісочник, окунь, щука й краснопірка) різноманіття фауни виявилось досить бідним та формувалося 1 чи 2 класами, а кількість виявлених найпростіших не перевищувало 3 види.

За даними дослідників, кожен вид риб мав свою особливу й неповторну фауну (табл. 3, 4, 5).

У білого амура виявлено 34 видів найпростіших організмів. Зокрема: 3 види з класу Kinetoplastida (Honigberg, 1963) – *Cryptobia branchialis* (Chen, 1956), *C. cyprini* (Plehn, 1903) та *Costia necatrix* (Henneguy, 1884); 3 види з класу Coccidiomorpha (Doflein, 1901) – *Eimeria carpelli* (Léger et Stankovich, 1921), *E. mylopharyngodoni* (Chen, 1956) та *E. sinensis* (Chen, 1956) (табл 3); 13 видів з класу Мухозоа (Grassé, 1970) – *Zschokkella striata* (Schulman, 1962), *Sphaerospora carassii* (Kudo,

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

1919), *S. amurensis* (Achmerov, 1960), *S. angulata* (Fujita, 1912), *S. branchialis* (Razmashkin et Skripchenko, 1967), *S. cyprini* (Fujita, 1912), *Chloromyxum cyprini* (Fujita, 1927), *Ch. koi* (Fujita, 1913), *Ch. legeri* (Tourraine, 1931), *Ch. nanum* (Achmerov, 1960), *Ch. fluviatile* (Thelohan, 1892), *M. cyprini* (Doflein, 1898), *M. dispar* (Thélohan, 1895) та *M. ellipsoides* (Thélohan, 1892) (табл. 4.); 13 видів з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830), *Trichodina acuta* (Lom, 1961), *T. minuta* (Lom, 1961), *T. nigra* (Lom, 1960) та *T. pediculus* (Ehrenberg, 1838), *T. reticulata* (Hirschmann et Partsch, 1955), *Apiosoma piscicolum* (Chen, 1955), *Tripartiella bulbosa* (Davis, 1947), *Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950), *T. lotae* (Chan, 1961), *T. minuta* (Lom, 1961), *T. percarum* (Dogiel, 1940) та *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876); 1 вид з класу Rinostomata (Jankowski, 1978) – *Balantidium ctenopharyngodoni* (Chen, 1955) (табл. 5).

3. Видове різноманіття паразитичних найпростіших окремих видів риб прісноводних водойм України (*Kinetoplastidea* та *Coccidiomorpha*)

Клас, види збудників	Локалізація	Господар								Джерело	
		білий амур	білий товстолобик	бичок пісочник	окунь	карась*	щука	краснопірка	короп		плітка
KINETOPLASTIDEA Honigberg, 1963 [<i>Kinetoplastomonada</i> Honigberg, 1963]											
<i>Cryptobia</i> sp.										+	29
<i>Cryptobia branchialis</i> (Chen, 1956)	зяброві пластинки	+	+								34
<i>C. cyprini</i> (Plehn, 1903)	кровоносне русло	+	+								34
<i>Costia necatrix</i> Henneguy, 1884	шкіра, зябра	+									22– 25
COCCIDIOMORPHEA Doflein, 1901 [<i>Coccidiomorpha</i> Doflein, 1901]											
<i>Eimeria carpelli</i> Léger et Stankovich, 1921	стінки кишківника й жовчного міхура	+	+								34
<i>E. mylopharyngodoni</i> Chen, 1956	тонкий кишківник, тканини печінки, нирок	+	+								34
<i>E. sinensis</i> Chen, 1956	кишківник	+	+								34

Примітки: * карась звичайний (золотий), карась сріблястий.

У фауні паразитичних протозоозів білого товстолобика дослідники нарахували 29 видів, що на 5 видів менше порівняно з білим амуром. Зокрема: 2 види з класу Kinetoplastidea (Honigberg, 1963) – *Cryptobia branchialis* (Chen, 1956) та *C. cyprini* (Plehn, 1903); 3 види з класу Coccidiomorpha (Doflein, 1901) – *Eimeria carpelli* (Léger et Stankovich, 1921), *E. mylopharyngodoni* (Chen, 1956) та *E. sinensis* (Chen, 1956) (табл. 3); 19 видів з класу Мухозоа (Grassé, 1970) – *Sphaerospora carassii* (Kudo, 1919), *S. amurensis* (Achmerov, 1960), *S. angulata* (Fujita, 1912), *S. cyprini* (Fujita, 1912), *Chloromyxum cyprini* (Fujita, 1927), *Ch. nanum* (Achmerov, 1960), *Ch. fluviatile* (Thelohan, 1892), *Ch. esocinum* (Dogiel, 1934), *Myxosoma circulus* (Achmerov, 1960), *Myxobolus cyprini* (Doflein, 1898), *M. diversicapsularis* (Sluchai in: Schulman, 1966), *M. ellipsoides* (Thélohan, 1892), *M. drjagini* (Achmerov, 1954), *M. koi* (Kudo, 1919), *M. latus* (Schulman, 1962), *M. macrocapsularis* (Reuss, 1906), *M. muelleri* (Bütschli, 1882), *M. pavlovskii* (Achmerov, 1954), *M. phylloides* (Schulman, 1962) (табл. 4); 5 видів з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830), *Trichodina acuta* (Lom, 1961), *Tripartiella bulbosa* (Davis, 1947), *Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950) та *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) (табл. 5).

Варто відмітити, що фауна карася (карась звичайний (золотий), карась сріблястий), за даними науковців, нараховує 20 видів паразитичних найпростіших, що на 14 та 9 видів менше порівняно з білим амуром та білим товстолобиком.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

4. Видове різноманіття паразитичних найпростіших окремих видів риб прісноводних водойм України (Мухозоа)

Клас, види збудників	Локалізація	Господар							Джерело	
		білий амур	білий товстолобик	бичок пісочник	окунь	карась*	щука	краснопірка		короп
MYXOZOA (Grassé, 1970)										
<i>Myxidium lieberkuhni</i> Bütschli, 1882	сечовий міхур, сечоводи				+	+				26, 29
<i>M. pfeifferi</i> Auerbach, 1908	м'язи, нирки				+					26
<i>M. rhodei</i> Leger, 1905	нирки				+					26, 33
<i>M. barbatulae</i> Cepede, 1906	/// – ///				+					26, 33
<i>Zschokkella striata</i> Schulman, 1962	жовчний міхур	+								34
<i>Sphaerospora carassii</i> Kudo, 1919	зябра	+	+		+					26, 27, 33, 34
<i>S. amurensis</i> Achmerov, 1960	/// – ///	+	+		+					26, 27, 33, 34
<i>S. angulata</i> Fujita, 1912	/// – ///	+	+		+					26, 33
<i>S. branchialis</i> Razmashkin et Skripchenko, 1967	/// – ///	+			+					26, 33, 34
<i>S. cyprini</i> (Fujita, 1912)	сечовий міхур	+	+		+					26, 33, 34
<i>Chloromyxum cyprini</i> Fujita, 1927	жовчний міхур	+	+		+					26, 34
<i>Ch. koi</i> Fujita, 1913	/// – ///	+								34
<i>Ch. legeri</i> Tourraine, 1931	/// – ///	+			+					26, 34
<i>Ch. nanum</i> Achmerov, 1960	нирки	+	+							34
<i>Ch. fluviatile</i> Thelohan, 1892	жовчний міхур	+	+					+		22–25, 29, 34
<i>Ch. esocinum</i> Dogiel, 1934	/// – ///		+							34
<i>Myxosoma circulus</i> (Achmerov, 1960)	брижа		+							34
<i>Myxobolus</i> sp.					+					30
<i>Myxobolus carassii</i> Klokaceva, 1914	порожнина тіла, печінка, нирки, жовчний міхур, зябра				+					26, 27, 33
<i>M. cyprini</i> Doflein, 1898	печінка, нирки, селезінка	+	+							34
<i>M. diversicapsularis</i> Sluchai in: Schulman, 1966	зябра, нирки		+							34
<i>M. dispar</i> Thélohan, 1895	зябра	+			+					26, 27, 33, 34
<i>M. ellipsoides</i> Thélohan, 1892	зябра, зяброві дуги	+	+		+					26, 27, 34
<i>M. gigas</i> Auerbach, 1906	зябра, селезінка, нирки, м'язи				+					26
<i>M. drjagini</i> (Achmerov, 1954)	підшкірна клітковина		+							34
<i>M. koi</i> Kudo, 1919	сп. тканина зябрових листочків, п/ш клітковина голови		+							34
<i>M. latus</i> Schulman, 1962	нирки		+							34
<i>M. macrocapsularis</i> Reuss, 1906	зябра, селезінка, нирки		+							34
<i>M. muelleri</i> Bütschli, 1882	ябра, печінка, м'язи, селезінка		+							34
<i>M. pavlovskii</i> (Achmerov, 1954)	зябра		+							34
<i>M. phylloides</i> Schulman, 1962	нирки		+							34
<i>Glugea acerinae</i> (Jirovec, 1930)	стілки кишківника				+					22–25
<i>Thelohanellus pyriformis</i> Thelohan, 1892	зябра, печінка, м'язи							+		29

Примітки: * карась звичайний (золотий), карась сріблястий.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Зокрема: 15 видів з класу Мухозоа (Grassé, 1970) – *Muxidium lieberkuhni* (Bütschli, 1882), *M. pfeifferi* (Auerbach, 1908), *M. rhodei* (Leger, 1905), *M. barbatulae* (Cepede, 1906), *Sphaerospora carassii* (Kudo, 1919), *S. amurensis* (Achmerov, 1960), *S. angulata* (Fujita, 1912), *S. branchialis* (Razmashkin et Skripchenko, 1967), *S. cyprini* (Fujita, 1912), *Chloromyxum cyprini* (Fujita, 1927), *Ch. legeri* (Tourraine, 1931), *Muxobolus carassii* (Klokaceva, 1914), *M. dispar* (Thélohan, 1895), *M. ellipsoides* (Thélohan, 1892), *M. gigas* (Auerbach, 1906) (табл. 4); 5 видів з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830), *Trichodina reticulata* (Hirschmann et Partsch, 1955), *Apiosoma piscicolum* (Chen, 1955), *Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950) та *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) (табл. 5).

5. Видове різноманіття паразитичних найпростіших окремих видів риб прісноводних водойм України (*Oligohymenophorea* та *Rinostomata*)

Клас, види збудників	Локалізація	Господар								Джерело	
		білий амур	білий товстолобик	бичок пісочник	окунь	карась*	щука	краснопірка	короп		плітка
OLIGOHYMENOPHOREA de Puytorac et al., 1974											
<i>Trichodina</i> sp. Ehrenberg, 1830	поверхня тіла, плавники, зябра	+	+	+	+	+			+	+	22–30
<i>Trichodina acuta</i> Lom, 1961	/// – ///	+	+						+		28, 31, 32, 34
<i>T. minuta</i> Lom, 1961	/// – ///	+									34
<i>T. nigra</i> Lom, 1960	/// – ///	+						+		+	29, 34
<i>T. pediculus</i> Ehrenberg, 1838	/// – ///	+									34
<i>T. domerquel f. esocis</i> Lom, 1960	/// – ///							+			29
<i>T. mutabilis</i> Kosubsky et Mygala, 1968	поверхня тіла									+	29
<i>T. reticulata</i> Hirschmann et Partsch, 1955	/// – ///	+				+					33, 34
<i>Apiosoma complanatum</i> (Timofeev, 1962)	поверхня тіла, плавники, зябра			+							32
<i>A. piscicolum</i> (Chen, 1955)	/// – ///	+				+			+	+	26, 29, 31–33
<i>Tripartiella bulbosa</i> Davis, 1947	зябра	+	+								22–25, 34
<i>Trichodinella epizootica</i> , Raabe, 1950	/// – ///	+	+			+			+		22–26, 32–34
<i>T. lotae</i> (Chan, 1961)	поверхня тіла, плавники, зябра	+									34
<i>T. minuta</i> Lom, 1961	/// – ///	+									34
<i>T. percarum</i> (Dogiel, 1940)	/// – ///	+									34
<i>Capriniana piscium</i> (Büschli, 1889)	зябра							+	+		29, 30
<i>Chilodonella cyprini</i> Moroff, 1902	поверхня тіла, плавники, зябра								+		29, 31
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> Fouquet, 1876	під епітелієм покрити тіла та зябер	+	+			+			+	+	22–26, 29, 31–34
RINOSTOMATA Jankowski, 1978											
<i>Balantidium stenopharyngodoni</i> Chen, 1955	кишківник	+									22–25, 34

Примітки: * карась звичайний (золотий), карась сріблястий.

Фауна плітки, за даними дослідників, виявилася досить незначною і була представлена 8 видами паразитичних найпростіших. Зокрема: 1 вид з класу Kinetoplastidea (Honigberg, 1963) – *Cryptobia* sp. (табл. 3); 2 види з класу Мухозоа (Grassé, 1970) – *Chloromyxum fluviatile* (Thélohan, 1892) та *Thelohanellus pyriformis* (Thélohan, 1892) (табл. 4); 5 видів з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830), *T. nigra* (Lom, 1960), *T. mutabilis* (Kosubsky et Mygala, 1968), *Apiosoma piscicolum* (Chen, 1955) та *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) (табл. 5).

У коропа дослідники описують наявність 6-и видів паразитичних найпростіших, які відносяться до одного класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974). Зокрема вчені виявили *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830), *Trichodina acuta* (Lom, 1961), *Apiosoma piscicolum* (Chen, 1955), *Trichodinella epizootica*, (Raabe, 1950), *Chilodonella cyprini* (Moroff, 1902) та *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) (табл. 5).

У окуня описано наявність 3-х видів паразитичних найпростіших. 2 види, що відносяться до класу Мухозоа (Grassé, 1970) – *Myxobolus* sp. й *Glugea acerinae* (Jirovec, 1930) (табл. 4), та 1 вид з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830) (табл. 5).

Аналогічну кількість видів протозоозів описано й у щуки. Зокрема: 1 вид, що відноситься до класу Мухозоа (Grassé, 1970) – *Myxidium lieberkuhni* (Bütschli, 1882) (табл. 4), та 2 види з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina nigra* (Lom, 1960) та *Capriniana piscium* (Büschli, 1889) (табл. 5).

У бичка пісочника та краснопірки науковці описали по 2 види паразитичних найпростіших організмів з класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974) – *Trichodina* sp. (Ehrenberg, 1830) й *Apiosoma complanatum* (Timofeev, 1962) та *Trichodina nigra* (Lom, 1960), й *Capriniana piscium* (Büschli, 1889) відповідно (табл. 5).

Варто відмітити, що серед описаних видів паразитичних найпростіших є патогени, які мають надзвичайно важливе епізоотичне значення. Зокрема до них відносяться види: *Costia necatrix* (Henneguy, 1884), *Sphaerospora carassii* (Kudo, 1919), *Myxobolus dispar* (Thélohan, 1895), *M. ellipsoides* (Thélohan, 1892), *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876), *Trichodina reticulata* (Hirschmann et Partsch, 1955), *Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950), *Chloromyxum fluviatile* (Thélohan, 1892), *Tripartiella bulbosa* (Davis, 1947) та *Balantidium ctenopharyngodon* (Chen, 1955). Указані види є досить небезпечними, адже здатні погіршувати та ускладнювати епізоотичне благополуччя водойм, і особливо за умови їх асоціативного перебігу, на що наголошують науковці [22, 35, 36].

Отже, проведений літературний огляд узагальнює й доповнює вже наявні наукові дані щодо фауни паразитичних найпростіших у риби прісноводних водойм України, які здатні спричинити захворювання. Опрацьований матеріал має важливе як теоретичне, так і практичне значення, адже дає розуміння сучасного стану щодо захворювань риби паразитарної етіології.

Висновки

Метою цього огляду було визначити стан паразитофауни найпростіших організмів 9 видів риб (білий амур, білий товстолобик, бичок пісочник, окунь, карась (звичайний – золотий та сріблястий), щука, краснопірка, короп, плітка) прісноводних водойм України. Згідно з даними, опублікованими у працях науковців, фауна найпростіших організмів зазначених риб складає 59 видів, що відносяться до 5 класів, 14 родин та 18 родів. Найбільш багату фауну протозоозів науковці зафіксували у білого амура, білого товстолобика та карася (34, 29 та 20 видів відповідно). Домінуючими виявилися види паразитів, що віднесені до класу Oligohymenophorea (de Puytorac et al., 1974). Серед описаних паразитичних патогенів риб 10 видів найпростіших організмів мають епізоотичне значення для аквакультури України і здатні завдавати збитків у надзвичайно великих масштабах, й призводять до погіршення клінічного стану риб, а іноді, й летальних випадків.

Перспективи подальших досліджень полягають в опрацюванні літературних джерел щодо фауни трематодозів риб прісноводних водойм України.

References

1. Barchuk, I. V. (2011). Okremi aspekty pravovoho rehuliuвання korystuvannya vodnymy ob'ektamy mistsevoho znachennia na umovakh orendy zghidno natsionalnoho zakonodavstva. *Yurydychnyi Visnyk*, 1, 140–149. [In Ukrainian].
2. Sharylo, Yu. Ie., Vdovenko, N. M., Fedorenko, M. O., Herasymchuk, V. V., Neboha, H. I., Haidamaka, L. A., Oliinyk, O. B., Matviienko, N. M., Derenko, O. O., & Zhakun, I. L. (2016). *Suchasna akvakultura: vid teorii do praktyky. Praktychnyi posibnyk*. Kyiv: «Prostobuk» [In Ukrainian].

3. Chen, W., Zhang, D., Whipps, C. M., Yang, C., & Zhao, Y. (2021). Description of *Myxidium pseudocuneiforme* n. sp. (Myxosporidia: Myxidiidae) from *Cyprinus carpio* in China, with the resolution on a taxonomic dilemma of *Myxidium cuneiforme*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. doi: 10.1111/jeu.12859
4. Athanassopoulou, F., & Sommerville, C. (1993). A comparative study of the myxosporidians *Myxidium rhodei* Leger, 1905 and *Myxidium pfeifferi* Auerbach, 1908 in roach, *Rutilus rutilus* L. *Journal of Fish Diseases*, 16 (1), 27–38. doi: 10.1111/j.1365-2761.1993.tb00845.x
5. Tidd, W. M. (1934). Recent Infestations of Goldfish and Carp by the “Anchor Parasite”, *Lernaea Carassii*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 64 (1), 176–180. doi: 10.1577/1548-8659(1934)64[176:riogac]2.0.co;2
6. Mitchell, L. G., Listebarger, J. K., & Bailey, W. C. (1980). Epizootiology and histopathology of *Chloromyxum trijugum* (Myxosporidia: Myxosporida) IN centrarchid fishes from Iowa. *Journal of Wildlife Diseases*, 16 (2), 233–236. doi: 10.7589/0090-3558-16.2.233
7. Moser, M., & Noble, E. R. (1977). Myxosporidan genera *Auerbachia*, *Sphaerospora*, *Davisia* and *Chloromyxum* in macrourid fishes and the sablefish, *Anoplopoma fimbria*. *Zeitschrift For Parasitenkunde*, 51 (2), 159–163. doi: 10.1007/bf00500955
8. Beretar, I.M. (2009). Parazitofauna belogo tolstolobika v prudovyh hozyajstvakh Krasnodarskogo kraja. *Veterinariya Kubani*, 5. Retrived from: http://kubanvet01.nichost.ru/journal_n5_20095.html [In Russian].
9. Lisovec, E. S., & Safiullin, R. T. (2012). Parazity ryb v prudovyh hozyajstvakh Kubani. *Rossijskij Parazitologicheskij Zhurnal*, (4), 17–22. [In Russian].
10. Efendieva, I. I., Shahmurzov, M. M., & Kozhokov, M. K. (2013). Sovremennoe sostoyanie parazitofauny prudovyh ryb v Kabardino-Balkarii. *Rossijskij parazitologicheskij zhurnal*, (2), 19–24. [In Russian].
11. Atabiev, A. V., Bittirov, M. B., Mirzoeva, N. M., & Kazanchev, M. H. (2008). Sferosporoz zerkalnogo karpa v prudovyh hozyajstvakh predgornoj zony Kabardino-Balkarskoj Respubliki. *Rossijskij Parazitologicheskij Zhurnal*, (1), 54–59. [In Russian].
12. Poltavchenko, T. V., Parfeniuk, Y. O., & Poltavchenko, V. O. (2015). Monitorynh protozoinykh zabolevanyi prudovoi ryby v rybovodnykh khoziaistvakh Rovenskoi oblasti. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho*, 17 (2 (62)), 188–193. [In Ukrainian].
13. Novickij R.A. (2012). Naturalizaciya vidov – rasselencev v vodohranilishnyh ekosistemah Volgi i Dnepra. *Materialy doklada vserossijskoj konferencii* [In Russian].
14. Novickij, R. A. (2005). K voprosu ob invazii chuzherodnyh vidov v faunu Dneprovskih vodohranilish. *Chuzherodnye vidy v Golarktike (Borok-2): tezis II Mezhdunarodnogo Simpoziuma* (Borok, 27 sentyabrya – 1 oktyabrya 2005 goda). Borok [In Russian].
15. Neronov, V. M., & Lushekina, A. A. (2001). Chuzherodnye vidy i sohranenie biologicheskogo raznoobraziya. *Uspehi Sovremennoj Biologii*, 1 (121 (1)), 121–128. [In Russian].
16. Moshu, A. Ya., & Guzun, A. A. (2002). Pervaya nahodka rotana-goloveshki *Percottus glenii* (Perciformes, Odontobutidae) v reke Dnestr. *Vestnik Zoologii*, 36 (2), 98. [In Russian].
17. Movchan, Yu. V., Pankov, A. V., & Rabceвич, Yu. E. (2002). Nahodki novykh vidov ryb dlya srednego i verhnego techeniya Yuzhnogo Buga. *Vestnik Zoologii*, 36, 85–88. [In Russian].
18. Mastickij, S. E., & Veres, Yu. K. (2008). Ekologicheskij risk, svyazannyj s rasprostraneniem chuzherodnyh vidov ryb po vodoemam Belarusi. *Voprosy Rybnogo Hozyajstva Belarusi*, 24, 308–310. [In Russian].
19. Davydov, O. N., Kurovskaya, L. Ya., Temnihanov, Yu. D., Butkov, R. V., & Volovik, G. P. (2009). Paraziticheskie soobshestva ryb-vselencev vodoemov Ukrainy: prognoz vozmozhnyh izmenenij. *Gidrobiologicheskij Zhurnal*, 45 (3), 74–83. [In Russian].
20. Sabodash, V. M., & Tkachenko, O. A. (2002). Rozpovsiudzhennia v vodoimakh Ukrainy nebazhanykh vseleentsiv, nebezpechnykh dlia avtokhtonnoi ikhtiofauny i rybnystva. *Ahrarna Nauka i Osvita*, 3 (1-2), 27–30. [In Ukrainian].
21. Markevich, A. P. (1951). *Parazitofauna presnovodnyh ryb Ukrainskoj SSR*. Kiev: AN USSR [In Russian].
22. Zaychenko, N. V. (2016). Symbiotychni uhrupovannia ryb-vseleentsiv v riznotypanykh vodoimakh. *Candidates thesis*. Instytutu hidrobiolohii NAN Ukrainy. Kyiv [In Ukrainian].

23. Zaichenko, N. V. (2015). Parazyty bychkovykh ryb v deiakyykh kontyentalnykh vodnykh ob'ektakh. *Naukovi Zapysky Ternopil'skoho Natsionalnoho Pedagogichnoho Universytetu. Seriya Biologiya*, 2 (63), 22–28. [In Ukrainian].
24. Zaichenko, N. V. (2011). Parazyty biloho amuru *Ctenopharyngodon idella* v umovakh rybohospodarskykh stavkiv. *Molod i postup do biologii: VII mizhnarodna naukova konferentsiia studentiv ta aspirantiv* (5–8 kvitnia 2011 r.). Lviv [In Ukrainian].
25. Zaichenko, N. V., & Hlotova, N. O. (2013). Osoblyvosti formuvannia symbiotychnykh uhrupovan bychka-pisochnyka u ekosystemakh-retsypientakh baseinu Dnipra. *Tezy VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh z problem vodnykh ekosystem «Pontus Euxinus – 2013»* (Ukraina, Sevastopol, 1–4 zhovtnia 2013 r.). Sevastopol [In Ukrainian].
26. Davydov, O. N., Kurovskaya, L. Ya., Lysenko, V. N., & Neborachek, S. I. (2011). Vidovoe raznoobrazie parazitov ryb, neprednamereno introducirovanykh v vodoyomy Ukrainy. *Zbirnik Prac Zoologichnogo Muzeju*, 42, 3–12. [In Russian, In Ukrainian].
27. Kulakivska, O. P. (1960). Parazyty ryby verkhivia r. Prutu. *Naukovi Zapysky Naukovo-Pryrodoznavchoho Muzeiu AN URSR*, VII, 70–82. [In Ukrainian].
28. Katiukha, S. M., Vozniuk, I. O., & Orel, A. M. (2021). Parazytofauna ryb spetsialnykh tovarnykh rybnykh gospodarstv Rivnenskoï oblasti. *Veterynarna Biotekhnologiya*, 38, 92–98. doi: 10.31073/vet_biotech38-08128 [In Ukrainian].
29. Olifirenko, V. V., & Kornienko, V. O. (2021). Ecological-faunistic analysis of parasites of fish larvae and fry in the lower reaches of the Dnieper. *Achievements of Ukraine and the Eu in Ecology, Biology, Chemistry, Geography and Agricultural Sciences*, 428–445. doi: 10.30525/978-9934-26-086-5-33
30. Rubtsova, N. Iu. (2015). Parazytofauna ryb verkhivia Kakhovskoho vodoshhovyshcha na 60-mu rotsi yoho isnuvannia. *Visnyk Zaporizkoho Natsionalnoho Universytetu*, 1, 39–48. [In Ukrainian].
31. Sachuk R.M., & Yuskiv I.D., (2010). Ekoloho-parazytolohichni monitorynh koropa v rybovodnykh gospodarstvakh Rivnenskoï oblasti. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S.Z. Gzhytskoho*, 12, 2 (44(2)), 274–278. [In Ukrainian].
32. Rud, O. H., & Kutsokon, L. P. (2015). Parazytofauna Karpov v usloviakh vyrostnoi systemy VAT RMS «Aleksandryiskaia». *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S.Z. Gzhytskoho*, 17 (1-1 (61)), 159–164. [In Ukrainian].
33. Davydov, O. N., Lysenko, V. N., Kurovskaya, L. Ya., & Neborachek, S. I. (2012). Analiz vidovogo raznoobraziya parazitov karasya serebryanogo yuzhnoj Palearktiki. *Rybohospodarska Nauka Ukrainy*, (3-4), 63–72. [In Russian, In Ukrainian].
34. Davydov, O. N., Kurovskaya, L. Ya., Neborachek, S. I., & Lysenko, V. N. (2012). Parazytofauna rastitelnoyadnykh ryb v nekotorykh regionah kultivirovaniya. *Rybohospodarska Nauka Ukrainy*, (3-4), 136–148. [In Russian, In Ukrainian].
35. Davydov, O. N., Neborachek, S. I., Kurovskaya, L. Ya., & Lysenko, V. N. (2011). *Ekologiya parazitov ryb vodoemov Ukrainy*. Kiev: Vestnik Zoologi [In Russian].
36. Davydov, O. N., & Temnihanov, Yu. D. (2004). *Bolezni presnovodnykh ryb*. Kiev: Vetinform [In Russian].

Стаття надійшла до редакції: 12.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О., Хоменко А. М., Сидоренко І. С. Аналіз видового різноманіття паразитів окремих видів риб прісноводних водойм України. Паразитичні найпростіші. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 194–203.

© Мельничук Віталій Васильович, Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Хоменко Анастасія Миколаївна, Сидоренко Іван Сергійович, 2021



original article | UDC 338.439.021.1 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.25

THERAPEUTIC EFFICACY OF “PHAGOMAST” BACTERIOPHAGE PREPARATION FOR THE TREATMENT OF COWS’ SUBCLINICAL MASTITIS

Y. V. Horiuk

ORCID  [0000-0002-7162-8992](https://orcid.org/0000-0002-7162-8992)

State Agrarian and Engineering University in Podillia
13, Schevchenko Str., Kamianets-Podilskyi, Khmelnytskyi region, 32300, Ukraine
E-mail: goruky@ukr.net

How to Cite

Horiuk, Y. V. (2021). Therapeutic efficacy of “Phagomast” bacteriophage preparation for the treatment of cows’ subclinical mastitis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 204–209. doi: 10.31210/visnyk2021.03.25

*The excessive use of antibiotics is the main problem at treatment of cow staphylococcal mastitis because of arising antibiotic resistance in pathogens, which necessitates searching for alternative decisions to treat bacterial infections, including the traditional treatment of mastitis. The results obtained earlier show the potential of phago-therapy in the treatment of cow mastitis and require their further checking by conducting studies in vivo. The purpose of the work was to study the therapeutic efficacy of using the developed “Phagomast” bacteriophage preparation at treatment of cow subclinical mastitis. To conduct the investigation, two groups of cows were formed according to the principle of conventional analogues: the control (the animals were treated according to the standard schemes on farms using anti-mastitis preparations based on antibiotics) and the experimental group (the animals were administered “Phagomast” bacteriophage preparation). The control of therapeutic efficacy was made 5 days after the last administration of the preparation by determining the number of somatic cells and content of *S. aureus*. The determining of the number of somatic cells was conducted by the method of Prescott-Brid. To determine the amount of *S. Aureus*, BD Baird-Parker Agar (HiMedia, India) was used. The incubation was conducted at a temperature of 37°C, and the results were assessed after 24-48 hours. As a result of the studies, it has been established that the treatment efficacy while using “Phagomast” preparation is not worse than after using antibiotics. The number of udder quarters that restored their functions made 92.1%, and *S. aureus* was not isolated at all in fresh milk after finishing the treatment. It has been found that 5 days after finishing the treatment, the content of somatic cells in milk decreased by 16.8 times, and the milk suitable for the majority of practical purposes corresponded to the requirements of 3662:2018 State Standard of Ukraine “Cow milk-the raw product. Technical conditions”. Thus, “Phagomast” preparation based on bacteriophages can be applied as an alternative to antibiotics at organic livestock farming for the treatment of cow subclinical staphylococcal mastitis.*

Key words: subclinical mastitis, cows, therapeutic efficacy, “Phagomast”.

ТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКТЕРІОФАГОВОГО ПРЕПАРАТУ «ФАГОМАСТ» ДЛЯ ЛІКУВАННЯ СУБКЛІНІЧНОГО МАСТИТУ КОРІВ

Ю. В. Горюк

Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам’янець-Подільський, Україна

Надмірне використання антибіотиків є основною проблемою при лікуванні стафілококових маститів у корів. Раніше отримані результати вказують на потенціал лікування маститу корів бактеріофагами і потребують подальшої перевірки шляхом проведення досліджень in vivo. Метою роботи було вивчити терапевтичну ефективність застосування розробленого бактеріофагового препарату «Фагомаст» при лікуванні субклінічного маститу у корів. Для проведення досліджень

сформовано дві групи корів за принципом аналогів: контрольну (тваринам проводили лікування згідно зі стандартними протоколами на фермах) та дослідну (тваринам застосовували «Фагомаст»). Контроль терапевтичної ефективності проводили через 5 днів після останнього введення препарату за допомогою визначення кількості соматичних клітин та вмісту золотистого стафілококу. Визначення кількості соматичних клітин проводили методом Прескота-Бріда. Для визначення кількості *S. aureus* використовували BD Baird-Parker Agar (HiMedia, Індія). Культивування проводили за температури 37° C, результати оцінювали через 24–48 годин. У результаті проведених досліджень встановлено, що лікувальний ефект при застосуванні препарату «Фагомаст» не поступається антибіотикам. Кількість чвертей вимені, які відновили функції, склала 92,1 %, а *S. aureus* після завершення лікування взагалі не виділявся. Встановлено, що через 5 днів після завершення лікування вміст соматичних клітин у молоці знизився у 16,8 разів, а молоко було придатне для переважно всіх практичних цілей. Отже, препарат «Фагомаст» на основі бактеріофагів можна застосовувати як альтернативу антибіотикам при органічному веденні тваринництва для лікування субклінічних стафілококових маститів у корів.

Ключові слова: субклінічний мастит, корови, терапевтична ефективність, «Фагомаст»

Вступ

Мастит великої рогатої худоби – одне з найпоширеніших захворювань у всьому світі [1]. Незважаючи на різноманітні передові методи профілактики та лікування у молочному секторі, мастит залишається важкою хворобою і є однією з основних економічних проблем фермерів та виробників молочних продуктів. Мікроорганізм *S. aureus* вважається основним і найбільш поширеним збудником маститу корів у багатьох країнах світу [2, 3]. Існує високий ризик передачі *S. aureus* між тваринами, особливо під час процесу доїння. Також збудник має здатність зберігатися як субклінічна інфекція вимені великої рогатої худоби. Важливі фактори вірулентності ізолятів *S. aureus* забезпечують їх адгезію до епітеліальних клітин, інкапсуляцію, утворення мікроабсцесів та біоплівки, перешкоджаючи лікуванню антимікробними засобами та сприяючи хронічному перебігу [4].

Традиційне лікування стафілококових маститів у період лактації та корів у сухості вимагає застосування протимікробних засобів. Ефективність терапії маститів з використанням антибіотиків для сухостійних корів досягає 78 % [5], водночас ефективність застосування цих же препаратів у період лактації значно нижча і сягає лише 20–40 % [6].

Хоча ситуація з антибіотикостійкістю патогенів в Україні постійно загострюється, лікарі не можуть повністю відмовитися від використання антибіотиків. До того ж усе частіше з'являються повідомлення про появу резистентних ізолятів *S. aureus* у молочних стадах [7]. Той факт, що кожне застосування антимікробних засобів сприяє виникненню резистентності до бактеріальних ізолятів вимагає загального скорочення використання антимікробних засобів у гуманній та ветеринарній медицині. Це підкреслює необхідність альтернативних рішень для лікування бактеріальних інфекцій, включаючи традиційне лікування маститу. Натепер терапевтичне використання бактеріофагів може стати альтернативою для лікування бактеріальних інфекцій у тварин, що вже успішно продемонстровано *in vitro*. Учені виділили та дослідили [8, 9] низку літичних бактеріофагів, ефективних у знищенні патогенних стафілококів, які спричиняють мастит. Наприклад, нещодавно літичну ефективність бактеріофагів STA1.ST29, EB1.ST11 і EB1.ST27 проти золотистого стафілококу, виділеного з секрету молока корів, хворих маститом, підтвердили німецькі вчені [10]. Інші дослідження, які вивчали вплив одиночного стафілококового фагу ФSA012 або суміші двох фагів (Myo- та Podoviridae), виділених зі стічних вод ферми, на моделі мишей, повідомляють про зменшення проліферації та запальної реакції, що є важливим результатом при розробці фаготерапії інтрамамальних інфекцій у корів [11].

Проведені попередні дослідження з визначення терапевтичної ефективності розробленого препарату «Фагомаст» на основі бактеріофагу *Phage SA_vB14* щодо *S. aureus* var. *bovis in vitro* вказують про обнадійливі перспективи його застосування як антимікробного засобу при боротьбі зі стафілококовими маститами у корів [12]. Отже, отримані лабораторні результати свідчать про потенціал терапії маститу корів бактеріофагами і потребують подальшої перевірки шляхом проведення досліджень в умовах *in vivo*.

Метою роботи було з'ясувати терапевтичну ефективність застосування розробленого бактеріофагового препарату «Фагомаст» при лікуванні субклінічного маститу у корів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження з визначення терапевтичної ефективності бактеріофагового препарату «Фагомаст» проводили в господарствах Тернопільської та Хмельницької областей. У кожному господарстві сформовано групи корів за принципом аналогів: контрольну та дослідну. Перед початком досліду тварин обстежували на наявність субклінічного маститу за допомогою 2 % мастидину та проводили посів секрету молочної залози для виявлення та ідентифікації збудника [7]. Тварин вважали хворими субклінічною формою маститу, якщо кількість соматичних клітин понад 500 тис./см³ та виділявся золотистий стафілокок у кількості понад 1000 КУО/мл.

Коровам дослідної групи вводили препарат на основі бактеріофагів «Фагомаст». Схема лікування корів дослідних груп включала інтрацистернальну інфузію 10 мл препарату, який вводили після здоювання двічі на добу. До доїння дійки обробляли за звичайною процедурою, яка застосовується на фермі. Після доїння дійки корів, взятих у дослід, обробляли 70 % спиртом та вводили дослідний препарат. Після інфузії молочну залозу масажували поступальними рухами догори для кращого розподілення діючої речовини в залозі.

Коровам контрольної групи інтрацистернально вводили протимаститні препарати, які використовувалися на фермах (Пенікан П, Мастієт Форте, Мастидев Форте, Мастилекс, Біофлок LC) згідно з протоколами лікування та інструкціями щодо їх застосування.

Контроль терапевтичної ефективності проводили через 5 днів після останнього введення препарату за допомогою визначення кількості соматичних клітин та вмісту золотистого стафілококу. Четверті вимені вважали здоровими при вмісті соматичних клітин менше 300 тис./см³ та відсутності стафілококу.

Визначення кількості соматичних клітин проводили методом Прескота-Бріда. Для цього проби сирого молока відбирали в окремі стерильні лабораторні склянки. В лабораторії готували мазки, фарбували та проводили підрахунок кількості соматичних клітин. Для визначення кількості *S. aureus* використовували середовище BD Baird-Parker Agar (HiMedia, Індія). Культивування проводили за температури 37° С, результати оцінювали через 24–48 годин.

Отримані результати досліджень оброблено статистично з використанням програм Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати дослідження з визначення терапевтичної ефективності застосування бактеріофагового препарату «Фагомаст» у разі субклінічного маститу корів порівняно з іншими протимаститними препаратами зі вмістом антибіотиків наведено в табл. 1.

1. Терапевтична ефективність застосування бактеріофагового препарату «Фагомаст» при субклінічному маститі корів

Групи тварин	Препарат, який застосовували	Піддано лікуванню:				Результати лікування, одужало:			
		корів		четвертей вимені		корів		четвертей вимені	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Контроль, n=47	Пенікан П	11	100	29	100	11	100	25	86,2
	Мастієт Форте	13	100	22	100	13	100	20	93,7
	Мастидев Форте	7	100	16	100	7	100	15	90,6
	Мастилекс	8	100	17	100	7	87,5	12	70,6
	Біофлок LC	8	100	19	100	8	100	18	94,7
Дослід, n=39	Фагомаст	39	100	76	100	39	100	70	92,1

З даних, наведених у таблиці 1, видно, що препарат «Фагомаст» проявляє високу терапевтичну ефективність. Кількість тварин дослідних груп, які одужали після застосування цього препарату склала 100 %, а кількість здорових чверток вимені – 92,1 %. Порівнюючи лікування «Фагомастом» з препаратами на основі антибіотиків, кількість здорових чверток вимені не виходила за межі 6 %. Лише при лікуванні препаратом «Мастилекс» терапевтична ефективність була на 21,5 % більше, що пов'язано з вибракуванням однієї корови.

У табл. 2 наведено результати лабораторних досліджень з визначення терапевтичної ефективності бактеріофагового препарату «Фагомаст» при субклінічному маститі корів.

2. Терапевтична ефективність бактеріофагового препарату «Фагомаст» за наявності субклінічного маститу корів

Групи тварин	Препарат, який застосовували	Показники секрету вимені			
		кількість <i>S. aureus</i> , КУО/см ³		кількість соматичних клітин, тис./см ³	
		до лікування	після лікування	до лікування	після лікування
Контроль, n=47	Пенікан П	2900±261	0	3800±304	260,4±20,7
	Мастіет Форте	5100±459	80,3±6,2	4300±344	190,6±17,7
	Мастидев Форте	2900±261	0	5400±486	320,1±29,8
	Мастилекс	5300±477	0	4100±328	120,9±10,8
	Біофлок LC	4100±369	50,5±4,0	4500±405	198,7±15,8
Дослід, n=39	Фагомаст	3700±333	0	4200±336	250,1±22,3

Результати, наведені в табл. 2, свідчать про те, що застосування бактеріофагового препарату «Фагомаст» значно впливає на зменшення кількості *S. aureus* та соматичних клітин у секреті молочної залози корів, хворих на субклінічну форму маститу. Кількість соматичних клітин зменшилася в середньому у 16,8 раза і становила 250,1±22,3 тис./см³, що відповідає вимогам екстра гатунку відповідно до ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». При цьому золотистий стафілокок із свіжонадоєного молока не виділяли. Схожі результати отримані при визначенні терапевтичної ефективності препаратів на основі антибіотиків, проте незначне виділення *S. aureus* (50,5±4,0–80,3±6,2 КУО/см³) спостерігали при лікуванні препаратами «Мастіет Форте» та «Біофлок LC», що може свідчити про його наявність на шкірі дійок вимені.

Останніми роками використання літичних бактеріофагів як антимікробних засобів є новою перспективною альтернативою в умовах зростаючої стійкості до антибіотиків [13, 14]. У цьому дослідженні вивчили терапевтичну ефективність розробленого фагового препарату «Фагомаст» та порівняли її з ефективністю препаратів на основі антибіотиків, які використовували на трьох різних фермах при стандартних протоколах лікування субклінічного стафілококового маститу. Результати проведених досліджень показали, що лікувальний ефект при застосуванні препарату «Фагомаст» не поступається антибіотикам. Кількість чвертей вимені, які відновили функції, склала 92,1 %. Ефективність застосування «Фагомаст» також підтверджена мікробіологічними дослідженнями з визначення кількості золотистого стафілококу до початку та після лікування. *S. aureus* після завершення лікування взагалі не виділявся зі свіжонадоєного молока. Успішне використання фагових препаратів при лікуванні маститів корів описані іншими дослідниками [15–19]. Учені [20] при проведенні досліджень встановили, що препарат «Фагодерм (ВРХ)», який містить вірулентні активні бактеріофаги до більшості потенційно патогенних і умовно-патогенних культур, виділених із секрету молочних залоз при маститах, може альтернативно замінити антибактеріальні препарати, що застосовуються для профілактики маститів в умовах молочної ферми при запуску корів у сухостій – профілактична ефективність досягнута на рівні 87 %.

Отже, проведені дослідження підтверджують високу терапевтичну ефективність препарату бактеріофагу, що ми розробили для лікування маститу у корів та дозволять підвищити екологічність отриманої продукції і мінімізувати обмежувальні заходи щодо випуску продукції при використанні антибактеріальних засобів.

У літературі трапляються дослідження, які вказують на те, що введення фагових препаратів шляхом інтрамамальної інфузії здатне викликати різку імунну відповідь, що проявляється збільшенням кількості соматичних клітин у молоці [21, 22]. Тому ми визначили кількість соматичних клітин у секреті молочної залози корів при лікуванні фаговим препаратом «Фагомаст». Встановлено, що через 5 днів після завершення лікування вміст соматичних клітин у молоці знизився у 16,8 раза, а молоко було придатне переважно для практичних цілей. Цілком імовірно, що молочна залоза великої рогатої худоби здатна сильно реагувати на наявність бактеріофагу. Проте проведені дослідження [23] показують збільшення кількості соматичних клітин лише у здорових корів, оброблених фагами. До того ж кількість соматичних клітин повернулася до нормального рівня через 2 тижні після інфузії. На відміну від здорових корів, яким застосовували фагові препарати, у корів, хворих на стафілококовий мастит, не спостерігалося значного зростання соматичних клітин після інфузії фагів. Це свідчить про те, що корови з ознаками маститу не так чутливі до введення фагу, як здорові.

Висновки

Терапевтична ефективність застосування бактеріофагового препарату «Фагомаст» становить 92,1 %, при цьому *S. aureus* через 5 днів після завершення лікування практично відсутній, а кількість соматичних клітин знижується у 16,8 раз порівняно з кількістю до початку лікування. Отже, препарат «Фагомаст» можна застосовувати як альтернативу антибіотикам при органічному веденні тваринництва.

Перспективи подальших досліджень. Вивчити терапевтичну ефективність застосування розробленого бактеріофагового препарату «Фагомаст» при лікуванні клінічного маститу у корів.

References

1. Sharun, K., Dhama, K., Tiwari, R., Gugjoo, M. B., Yattoo, M. I., Patel, S. K., Pathak, M., Karthik, K., Khurana, S., Singh, R., Puvvala, B., Amarpal, Singh, R., Singh, K., & Chaicumpa, W. (2021). Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. *The Veterinary Quarterly*, 41, 107–136. doi: 10.1080/01652176.2021.1882713
2. Chakraborty, S., Dhama, K., Tiwari, R., Iqbal Yattoo, M., Khurana, S. K., Khandia, R., & Chaicumpa, W. (2019). Technological interventions and advances in the diagnosis of intramammary infections in animals with emphasis on bovine population – a review. *The Veterinary Quarterly*, 39 (1), 76–94. doi: 10.1080/01652176.2019.1642546
3. Horiuk, Y. V. (2019). Characterization of the biological properties of bacteriophages *Staphylococcus aureus* variant bovis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (96), 47–52. doi: 10.32718/nvlvet9608
4. Ashraf, A., & Imran, M. (2020). Causes, types, etiological agents, prevalence, diagnosis, treatment, prevention, effects on human health and future aspects of bovine mastitis. *Animal Health Research Reviews*, 21 (1), 36–49. doi: 10.1017/S1466252319000094
5. Dingwell, R. T., Leslie, K. E., Duffield, T. F., Schukken, Y. H., DesCoteaux, L., Keefe, G. P., & Bagg R. (2003). Efficacy of intramammary tilmicosin and risk factors for cure of *Staphylococcus aureus* infection in the dry period. *Journal of Dairy Science*, 86, 159–168. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73596-6
6. Linder, M., Paduch, J. H., Grieger, A. S., Mansion-de V. E., Knorr, N., Zinke, C., & Krömker, V. (2013). Heilungsraten chronischer subklinischer *Staphylococcus aureus*-Mastitiden nach antibiotischer Therapie bei laktierenden Milchkühen. Cure rates of chronic subclinical *Staphylococcus aureus* mastitis in lactating dairy cows after antibiotic therapy. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 6, 291–296. doi: 10.2376/0005-9366-126-10
7. Horiuk, Y., Kukhtyn, M., Salata, V., & Horiuk, V. (2020). Species composition and methicillin resistance of staphylococci taken on dairy farms. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22 (97), 13–19. doi: 10.32718/nvlvet9703
8. Dias, R. S., Eller, M. R., Duarte, V. S., Pereira, A. L., Silva, C. C., Mantovani, H. C., & De Paula, S. O. (2013). Use of phages against antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis. *Journal of Animal Science*, 91 (8), 3930–3939. doi: 10.2527/jas.2012-5884
9. Varela-Ortiz, D. F., Barboza-Corona, J. E., González-Marrero, J., León-Galván, M. F., Valencia-Posadas, M., Lechuga-Arana, A. A., & Gutiérrez-Chávez, A. J. (2018). Antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from subclinical bovine mastitis cases and in vitro efficacy of bacteriophage. *Veterinary Research Communications*, 42 (3), 243–250. doi: 10.1007/s11259-018-9730-4
10. Titze, I., Lehnerr, T., Lehnerr, H., & Krömker, V. (2020). Efficacy of bacteriophages against *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis. *Pharmaceuticals*, 13 (3), 1–35. doi: 10.3390/ph13030035
11. Capparelli, R., Parlato, M., Borriello, G., Salvatore, P., & Iannelli, D. (2007). Experimental phage therapy against *Staphylococcus aureus* in mice. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 51 (8), 2765–2773. doi: 10.1128/AAC.01513-06
12. Horiuk, Y., Kukhtyn, M., Kernychnyi, S., Laiter-Moskaliuk, S., Prosyanyi, S., & Boltyk, N. (2021). Sensitivity of *Staphylococcus aureus* cultures of different biological origin to commercial bacteriophages and phages of *Staphylococcus aureus* var. bovis. *Veterinary World*, 14 (6), 1588–1593. doi: 10.14202/vetworld.2021.1588-1593
13. Ganaie, M. Y., Qureshi, S., Kashoo, Z., Wani, S. A., Hussain, M. I., Kumar, R., & Khan, R. I. N. (2018). Isolation and characterization of two lytic bacteriophages against *Staphylococcus aureus* from India: newer therapeutic agents against Bovine mastitis. *Veterinary Research Communications*, 42 (4), 289–295. doi: 10.1007/s11259-018-9736-y

14. Gomes, F., & Henriques, M. (2016). Control of bovine mastitis: old and recent therapeutic approaches. *Current Microbiology*, 72 (4), 377–382. doi: 10.1007/s00284-015-0958-8
15. Lin, D. M., Koskella, B., & Lin, H. C. (2017). Phage therapy: an alternative to antibiotics in the age of multi-drug resistance. *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 8 (3), 162. doi: 10.4292/wjgpt.v8.i3.162
16. Saglam, A. G., Sahin, M., Celik, E., Celebi, O., Akca, D. & Otlu, S. (2017). The role of staphylococci in subclinical mastitis of cows and lytic phage isolation against to *Staphylococcus aureus*. *Veterinary World*, 10 (12), 1481–1485. doi: 10.14202/vetworld.2017.1481-1485
17. Fan, J., Zeng, Z., Mai, K., Yang, Y., Feng, J., Bai, Y., & Ma, J. (2016). Preliminary treatment of bovine mastitis caused by *Staphylococcus aureus*, with trx-SA1, recombinant endolysin of *S. aureus* bacteriophage IME-SA1. *Veterinary Microbiology*, 191, 65-71. doi: 10.1016/j.vetmic.2016.06.001
18. Geng, H., Zou, W., Zhang, M., Xu, L., Liu, F., Li, X., & Xu, Y. (2020). Evaluation of phage therapy in the treatment of *Staphylococcus aureus*-induced mastitis in mice. *Folia Microbiologica*, 65 (2), 339–351. doi: 10.1007/s12223-019-00729-9
19. Angelopoulou, A., Warda, A. K., Hill, C., & Ross, R. P. (2019). Non-antibiotic microbial solutions for bovine mastitis - live biotherapeutics, bacteriophage, and phage lysins. *Critical Reviews in Microbiology*, 45 (5-6), 564–580. doi: 10.1080/1040841X.2019.1648381
20. Pymenov, N. V., Hlazunov, E. A., Sotnykova, L. F., Popova, V. M., Zhylenkov, E. V., & Yuskevych, V. V. (2016). Yzuchenye profylaktycheskoi y lechebnoj efektyvnosti preparata bakteryofahov pry mastytakh u korov v uslovyakh molochno-tovarnoi fermy. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 53 (5), 83–89. [In Russian].
21. Barbosa, L. N., de Almada, A. F. B., Junior, J. A. S., Del Vechio, M. A., Bezerra, K., Espolador, G. F., & Gonçalves, D. D. (2020). Bacteriophages' action against mastitis-causing bacteria. *Research, Society and Development*, 9 (10), 1–23. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8541
22. Li, L., & Zhang, Z. (2014). Isolation and characterization of a virulent bacteriophage SPW specific for *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis of lactating dairy cattle. *Molecular Biology Reports*, 41 (9), 5829–5838. doi: 10.1007/s11033-014-3457-2
23. Gill, J. J., Pacan, J. C., Carson, M. E., Leslie, K. E., Griffiths, M. W., & Sabour, P. M. (2006). Efficacy and pharmacokinetics of bacteriophage therapy in treatment of subclinical *Staphylococcus aureus* mastitis in lactating dairy cattle. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 50 (9), 2912–2918. doi: 10.1128/AAC.01630-05

Стаття надійшла до редакції: 08.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Горюк Ю. В. Терапевтична ефективність бактеріофагового препарату «Фагомаст» для лікування субклінічного маститу корів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 204–209.

© Горюк Юлія Вікторівна, 2021



review article | UDC 636.18 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.26

FEATURES OF ANATOMICAL STRUCTURE AND PHYSIOLOGY OF DONKEY HOOVES

O. U. Sakharova

ORCID  [0000-0002-7754-989X](https://orcid.org/0000-0002-7754-989X)Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
e-mail: olena.sakharova@pdaa.edu.ua

How to Cite

Sakharova, O. U. (2021). Features of anatomical structure and physiology of donkey hooves. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 210–223. doi: 10.31210/visnyk2021.03.26

There is almost no information in the Ukrainian literature on the anatomical and physiological features of donkey hooves, their differences from horses' hooves, methods of trimming and the development of hoof pathologies. Due to the popularization of donkey keeping not only as a farm animal, but also as a pet, foreign scientists have increased interest in donkeys including their hooves. The review of foreign papers has shown that all structural elements of donkey hooves have anatomical and physiological differences from horses' hooves. Among such differences, there are the following: frontal shape of the hoof, the shape of the supporting hoof surface, other measurements of the hoof angles, the size and position of the hoof bones, large developed turgid hoof parts, different ratio of hoof structures and others. Therefore, the hooves of donkeys require different methods of hoof care. Donkeys, unlike horses, are able to hide the existing hoof problems for a long time, and clinical signs appear when the condition of hooves is too complicated, and treatment and rehabilitation will be long and expensive. In this review, the differences between the main ratios in the anatomical structures of donkey hooves and horse hooves were generalized. This knowledge will help to do the correct cleaning of donkey hooves. An important feature of donkeys is the different functioning of the hoof mechanism, which will work properly only at the correct anatomical structure of donkeys hooves. The histological structure of donkey hooves also has its own peculiarities. All the data presented in this article should be taken into account in the routine care of donkey hooves and in the treatment and rehabilitation of their pathologies. Therefore, owners and veterinary doctors dealing with donkeys need to know for sure what normal donkey hooves are to be like and how they differ from horse hooves.

Key words: donkey, horse, hoof (hooves), anatomy, physiology

ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ТА ФІЗІОЛОГІЇ КОПИТ ВІСЛЮКІВ

O. Ю. Сахарова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У вітчизняних літературних джерелах на сьогодні практично відсутня інформація щодо анатомічних та фізіологічних особливостей копит віслюків, їхніх відмінностей від копит коней, методів розчистки та перебігу патологічних процесів у ділянці копита. Через популяризацію утримання віслюка не тільки як сільськогосподарської тварини, а і як домашнього улюбленця, у зарубіжних науковців зріс інтерес до цих тварин, а оскільки вони також потребують догляду, то й до особливостей анатомії й фізіології, зокрема копит віслюків. Огляд зарубіжних літературних даних показав, що всі структурні елементи копита віслюків мають анатомічні та фізіологічні відмінності від копит у коней. Серед таких відмінностей варто відмітити: фронтальна форма копита, форма опорної поверхні копита, інші проміри кутів копита, розмір та положення кісток копита, великі розвинені пружні частини копита, інше співвідношення розмірів структур копита та багато

іншого. Зважаючи на особливості в анатомічній будові копита при розчистці віслюків спеціаліст повинен відходити від наявних класичних методів, які застосовуються для розчистки в коней та досконало володіти технікою розчистки саме у віслюків. Віслюки на відміну від коней здатні тривалий час «приховувати» існуючі проблеми з копитами, а клінічні ознаки з'являються вже коли стан копита надто складний, а лікування та реабілітація будуть тривалими та економічно місткими. А отже, власникам та ветеринарам, що мають справу з віслюками, необхідно напевно знати, яким має бути копито віслюка в нормі та чим воно відрізняється від копита коня. Цей огляд має на меті пояснити щодо наявних відмінностей в анатомічній будові копит віслюків та коней. Проведений аналіз є надзвичайно корисний та має як теоретичне, так й практичне значення, адже дає змогу лікарям ветеринарної медицини та спеціалістам, які проводять розчистку копит у тварин здійснювати цю маніпуляцію максимально правильно, що сприятиме кращому догляду за кінцівками віслюків, а отже, й за твариною загалом.

Ключові слова: віслюк, кінь, копито, анатомія, фізіологія.

Особливості перебігу незаразних хвороб у віслюків, на відміну від коней, недостатньо висвітлені у вітчизняній літературі. Досить довго віслюків прирівнювали до коней, але світова ветеринарна спільнота переконана, що в цих видів однокопитних більше різного, ніж спільного.

Віслюки, *Equus Asinus*, відомі своєю працьовитістю, невибагливістю та витривалістю, здатністю адаптуватися до різноманітних, навіть екстремальних, умов існування [4, 8, 10, 11]. Але все ж таки ці тварини мають свої слабкі сторони. Однією з таких сторін є патологія копит. Як всі копитні тварини, стан здоров'я віслюків значною мірою залежить від здатності багато пересуватися, і тому стан копит віслюків відіграє вирішальну роль у самопочутті тварини та її працездатності [20–22, 29, 34, 37].

Утримання віслюків у приватних господарствах набирає все більшої популярності не тільки у південних регіонах України, де засушливий клімат та умови утримання є кращими для існування свійського віслюка, а й по всій території країни. Відсутність інформації про анатомічну будову та фізіологію копита віслюка переважно відіграє вирішальну роль у розвитку значної кількості патологій копит, що призводить до втрати здоров'я та працездатності віслюка на тривалий час [3, 5, 37, 40]. Відсутність регулярної правильної розчистки копит віслюків або розчистка їхніх копит за принципами традиційної розчистки коней має глобальний характер та призводить до необхідності тривалого лікування та реабілітації віслюків із набутими таким чином патологіями копит [1, 6, 18].

Унікальність будови копита віслюка робить його невразливим до поширених серед коней хвороб копит [25, 29, 30, 32]. Але водночас для копит віслюків серйозну загрозу становлять такі фактори, які в коней рідко призводять до патології копит [3, 5, 18].

Велику роль у розвитку патології копит віслюків становлять умови утримання та годівлі [8, 25, 26, 32]. Частіше за все віслюки живуть у господарстві за тими ж нормами, що й коні, і це є вкрай неправильним методом утримання, що несе загрозу здоров'ю тварини. Тому розповсюдження знань щодо анатомічних та фізіологічних відмінностей копит віслюка від конячих є необхідною для власників віслюків, обслуговуючого персоналу та ветеринарних спеціалістів, що мають до них відношення [40, 43].

У сучасній вітчизняній ветеринарній, сільськогосподарській та іншій літературі відсутні дані щодо копит віслюків. Діаметральна протилежність стосується копит коней, які всебічно вивчаються, а інформація висвітлюється у наукових виданнях та ветеринарних підручниках. Звичайно, така тенденція спостерігається завдяки популяризації утримання коней не як сільськогосподарських тварин, оскільки науково-технічний прогрес успішно витіснив копитного помічника господарю механізованою технікою. Наразі утримання та розведення коней широко розповсюджене у спортивно-розважальній сфері, тобто для спортивних змагань, дозвілля, хобі, туризму. Віслюк залишається невід'ємним помічником там, де його замінити практично неможливо. До того ж популярним стає утримання віслюка як домашнього улюбленця, оскільки його менші розміри та невибагливість є важливим позитивним моментом [17, 43]. Тому відчувається суттєва необхідність приділити увагу такому важливому компоненту утримання віслюка як правильний догляд за станом копит, що неможливо без сучасних знань про особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків. А оскільки найчастіше віслюків утримують господарі, що мали досвід утримання коней, або ветеринарні лікарі та копитні тримери та ковалі, що обслуговують коней, то необхідно чітко зазначити всі відмінності в анатомії та фізіології копит віслюків від копит коней, щоб попередити, правильно діагностувати та лікувати їхні патології [6, 8].

У радянські часи віслук завдяки своїй витривалості, стійкій психіці та працьовитому норову широко використовувався як важливий обслуговуючий компонент війни, у шахтах, на будівництвах, при транспортуванні речей у походах та подорожах [20, 21, 25]. Також віслуків використовували для отримання мулів – тварин, що увібрали кращі якості коней та віслуків. Але проведене вивчення радянської літератури щодо утримання та розведення віслуків показало відсутність інформації щодо копит віслуків або її значне розходження із сучасними зарубіжними даними [4, 11, 20, 21].

Наприклад, відомий радянський дослідник і вчений І. І. Лакоза відмічав, що копита у віслуків мають вузьку невелику стрілку [20, 21]. Спираючись на сучасні зарубіжні наукові дослідження, можна сказати, що це твердження помилкове [1, 3, 5, 8, 11, 23, 29, 33, 36]. Але у своїх літературних працях І. І. Лакоза також звертав увагу на те, що копита віслуків часто мають значні зміни форми в результаті неправильної розчистки та кування [20]. Це свідчить про те, що тоді правдивої інформації про нормальні копита віслуків не було, і ветлікарі та ковалі, відносячись до віслука так само як і до коня, завдавали шкоди їхньому здоров'ю та працездатності [1, 5, 23, 43]. На жаль, нині в нашій країні та в багатьох інших державах щодо копит віслуків така ж ситуація. Тому, щоб змінити ставлення до цих трудолюбивих тварин, необхідно детально висвітити вже відомі факти щодо анатомії та фізіології копит віслуків.

На розвиток копита значною мірою впливала еволюція тварин та вплив людського фактору [37, 40, 42].

«Стопа» однокопитних – це, по суті, тільки один палець, середній із початково п'яти пальців стародавнього предка роду *Equus*. Протягом приблизно 60-ти мільйонів років зі зміною клімату в місцях проживання первісних конячих бокові пальці поступово дегенерували [15, 19, 36]. Колишній житель болотистих лісів, який був оснащений широко розставленими пальцями, щоб не ув'язнути у трясині, перетворився на степову тварину. Нові місця існування переважно мали тверді ґрунти, які швидше за все можна було подолати за допомогою незначної площі дотику [22]. Отже, для швидкої тварини, що рятується втечею та долає щодня великі відстані, ідеальною поверхнею «стопи» став лише один, середній, палець [35].

На відміну від коней, віслуки еволюціонували, щоб вижити у суворому сухому середовищі, звідки вони і походять [6, 34]. Тому копита віслуків значною мірою відрізняються від копит коней. Суха кам'яниста місцевість напівзасушливого клімату є ідеальною для віслука, і в результаті його копита придбали низку пристосувань, щоб набагато ефективніше функціонувати на твердій поверхні із нестачею вологи, ніж його двоюрідний брат, кінь [41]. Тому копита віслука тривалий час залишаються гнучкими, на них не з'являються тріщини, розколювання та заломи, а суглоби та сухожилково-з'язковий апарат кінцівок захищений від сильної вібрації та струсу при пересуванні по твердій поверхні [26, 29, 30].

Усі копитні тварини в дикому середовищі намагаються якнайдовше приховувати свої вади та травми, оскільки, наприклад, кульгаючу тварину швидко помітять хижаки [29]. На відміну від коня з більш чутливим та ніжним організмом віслуки менш чутливі до болю та мають просто колосальну витривалість та працездатність. Така особливість віслука призвела до значного поширення серед цих тварин спадкових вад поставу кінцівок, що погіршується часто незбалансованим раціоном, розвитком рахіту при часто недостатньому вигулі тварини [3, 10, 34]. Але, незважаючи на це, на диво переважна більшість віслуків з такими вадами здатна довго зберігати працездатність, часто проявляючи проблеми з копитами лише коли вже стає занадто пізно, і лікування та реабілітація вимагають великих затрат та тривають досить довго [3, 34].

Нестача ферм з цілеспрямованого вирощування та розведення віслуків також негативно відображається на створенні поголів'я віслуків зі здоровими правильними копитами та хорошим екстер'єром. Порід віслуків дуже мало, тоді як порід коней дуже багато по всьому світі, існують державні та приватні конезаводи та племрепродуктори, у яких ретельно відбирають до розмноження коней без спадкового браку. З іншої сторони, підвищений інтерес людини до коня та створення покращених умов утримання знижує здатність коня та робить його малопридатним для життя в природних умовах, тоді як віслуків відбирали для роботи, зважаючи на високу працездатність та виживання у складних умовах при мінімальному догляді та скудному харчуванні, вибравуючи лише за норовливий характер [37, 40].

Справедливо кажучи, тривалий час існували хибні норми і параметри розчистки копит не тільки віслуків, а й коней, адже дуже довго коней поголовно кували, оскільки це було необхідно для щоденної роботи по твердих поверхнях [15, 35]. Знання норм здорового некованого копита було не

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

актуальним, а розчистка копита під підкову стала стандартом. Зараз ковка коней втратила свою затребуваність. До того ж доведено негативний вплив підкови не тільки на копито, а й на весь опорно-руховий апарат коня [24]. Тому для визначення параметрів здорового копита зарубіжні вчені широко досліджували копита здичавілих коней, які ніколи не кувались та не розчищались [36]. Таким чином було визначено, якими біометричними характеристиками повинно володіти здорове копито коня. З'явилися натуральні методики розчистки коней. А оскільки здоров'я копита прямо залежить від кількості і якості руху тварини, то також стали затребуваними натуральні методи утримання коней, що забезпечують активний рух коня по різних типах ґрунту, а отже, і підтримують правильний розвиток і функціонування копита [5, 29].

Розповсюдження патологій копит віслуків призвело до необхідності детального вивчення характеристик копит диких віслуків у їхніх природних умовах існування та свійських віслуків відповідно до умов утримання. На основі цих досліджень було виявлено основні анатомічні, фізіологічні та гістологічні відмінності копит віслуків та коней [29, 36]. Для більшої доступності інформації зібрані дані було систематизовано та подано у вигляді порівняльної таблиці. Для максимально правильного розуміння деякі дані було подано у вигляді порівняльного співвідношення одних промірів копита до інших. Різниця в рості та масі тіла коня та віслука повинна бути врахована, і тому критерії відношення промірів будуть сприйматися більш достовірно. Зважаючи на те, що ветлікарі, копитні тримери та ковалі при обробці копит покладаються більш на окомірну оцінку, ніж на вимірні прилади, то для них порівняльні співвідношення одних параметрів копита до інших будуть мати промислову актуальність (табл. 1).

1. Відмінності копита коня та віслука

Критерій		Коні		Віслуки	
		передні копита	задні копита	передні копита	задні копита
Форма	копита	конічна		циліндрична	
	опорної поверхні	округла	округла, загострена в ділянці зачепу	U-подібна	
Залежність розміру копита від статі тварини		відсутня		копита самців більші за копита самок при однаковій висоті в холці	
Кут нахилу (°)	вінчика	30		30	
	копитної стінки	46-50	51-54	54-64	
	копитних п'яток	45-49	42-46	45-58	
Окружність вінчика		однакова		більша	менша
Ширина копита		однакова		більша	менша
Довжина п'ятки/довжина стінки копита		0,38	0,34	0,4	0,36
Окружність вінчика/окружність копита		0,86		0,91	
Довжина стрілки/довжина копита		0,63		0,58	
Ширина стрілки/ширина копита		0,49	0,64	0,87	0,91
Ділянка п'яткових цибулин(ніжок стрілки)		відсутня		присутня	
Перехват (талія) копита		відсутня		присутня	
Довжина заворотних кутів/довжина копита		0,13		0,26	
Ширина копитної стінки		звужується в сторону п'яток		однакова по всьому периметру копита	
Ширина копитної стінки/ширини копита		0,07		0,1	
Висота схилу подошви(см)		1,5-2		1,5-2	

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Продовження табл. 1

Критерій	Коні		Віслюки	
	передні копита	задні копита	передні копита	задні копита
Висота схилю підшви/довжина копитної стінки	0,17		0,23	
Ширина білої лінії (мм)	3		3,98	
Положення копитної кістки	посередині копитного черевика		посередині передньої половини копитного черевика	
Довжина копитної кістки/ довжина копита	0,58		0,26	
Висота розгинального відростка копитної кістки	досягає верхньої межі копитного черевика		нижче верхньої межі копитного черевика	
Положення човникової кістки	дистально копитної кістки, плантарно вінцевої кістки		дорсально копитної кістки, дистально вінцевої кістки	
Ширина човникової кістки/ довжина дорсальної поверхні копитної кістки	0,25		0,58	
Кут човникового блоку	гостріший		тупіший	
Стрілка копита	тісно пов'язана з іншими структурами копита		більш окремо від інших структур копита	
Висота бокового хряща копита (см)	1–2,5		1–2,5	
З'єднання бокового хряща з копитною кісткою	в ділянці бокових відростків копитної кістки		по всій боковій поверхні копитної кістки	
Мікроскопічна структура рогових трубочок стінки копита	вужчі, однорідно розташовані в чотиризонній структурній схемі		ширші, розташовані в тризонній структурній схемі, середня щільність менша	
Гнучкість копитної стінки при відростанні	жорстка, заламується		пружна, деформується	
Центр маси тіла при опертій кінцівці	верхівка стрілки		середина стрілки	
Копитний механізм	один структурний циліндр посередині копита		два структурних циліндри – передній і задній	
При кроці першою торкається поверхні	п'ятка копитної стінки та основа стрілки		основа стрілки	
Маса тіла/площа копита (кг/см ²)	4,71±0,47		3,35±0,46	
Вісь пальця	пряма		ламана	пряма

Джерело: власні дослідження.

Практично всі структури копита віслюка відрізняються своєю формою, положенням та розміром (рис. 1 та 2).

Фронтальна форма копита віслюків має вигляд циліндра. В коней копита більш конічні. Відношення довжини окружності вінчика до довжини периметру копита з опорної поверхні у віслюка складає 0,91, тоді як у коней цей показник 0,86. Цей показник впливає на здатність копита розширюватись при спіранні кінцівки в коней більше, ніж у віслюка. А отже і копитний механізм цих тварин функціонує неоднаково (рис. 3) [1, 10, 20].

Форма опорної поверхні копит віслюка і коня має значні відмінності. По-перше, передні і задні копита коней відрізняються за формою, тоді як копита передніх і задніх кінцівок віслюків мають однакову форму. Передні копита коней округлі, задні – звужені в ділянці зачепу. Копита віслюків мають видовжену, U-подібну форму (рис. 4) [10, 29, 41].

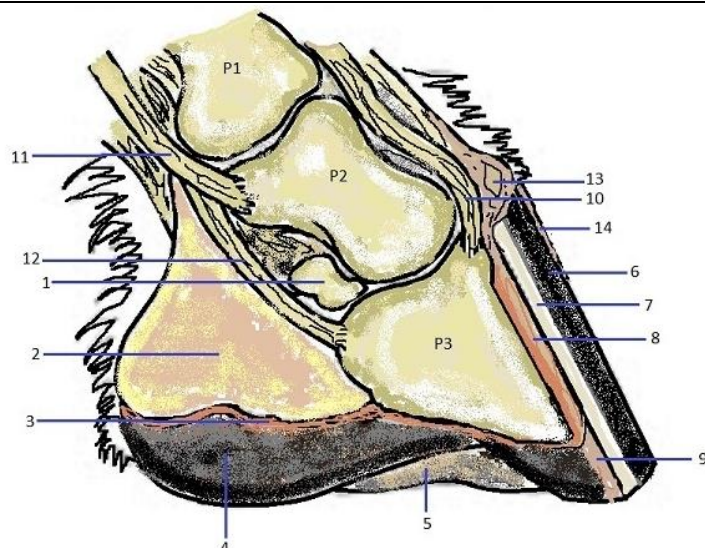


Рис. 1. Сагітальний розріз копита віслюка.

Позначення: P1 – перша фаланга пальця / путова кістка; P2 – друга фаланга пальця / вінцева кістка; P3 – третя фаланга пальця / копитна кістка; 1 – човникова кістка; 2 – пальцевий м'якуш, 3 – основа шкіри підошви / коріум підошви; 4 – рогова стрілка; 5 – копитна підошва; 6 – пігментований шар стінки копита; 7 – не пігментований шар стінки копита; 8 – листочковий / ламінарний шар копитної стінки; 9 – біла лінія; 10 – сухожилок загального пальцевого розгинача; 11 – пряма зв'язка сезамоподібних кісток; 12 – сухожилок глибокого пальцевого згинача; 13 – підшкірний шар вінчика; 14 – рогова кайма / глазурь.

Джерело: власні дослідження.

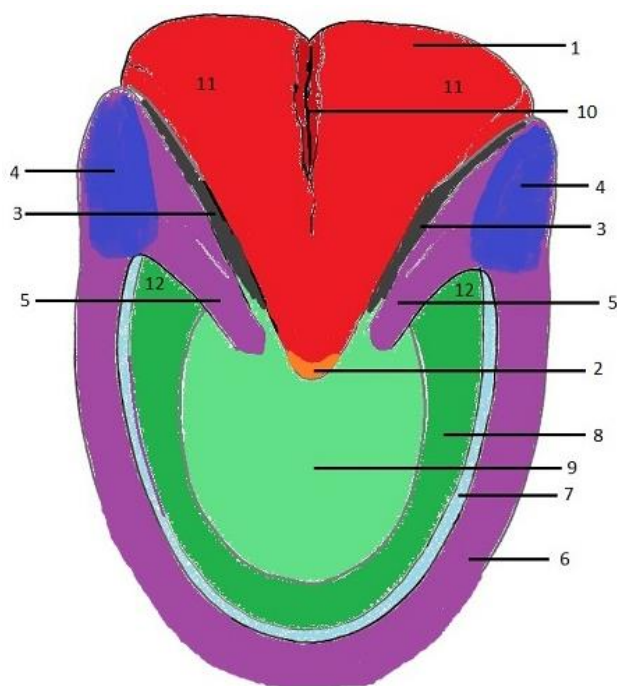


Рис. 2. Копито віслюка зі сторони опорної поверхні.

Позначення: 1 – стрілка; 2 – верхівка стрілки; 3 – бокові борозни; 4 – п'ятки; 5 – заворотні стінки; 6 – стінка копита; 7 – біла лінія; 8 – підошва копита; 9 – схил підошви (увігнута частина підошви); 10 – серединна борозна стрілки; 11 – п'яткові цибулини (ніжки стрілки); 12 – заворотні кути підошви.

Джерело: власні дослідження.

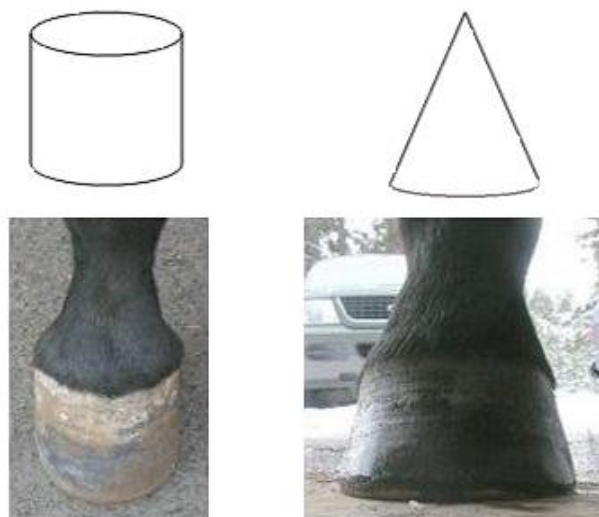


Рис. 3. Фронтальна форма копита віслюка (зліва) та коня (справа)
Джерело: [10].



Рис. 4. Форма опорної поверхні копита віслюка (зліва) та коня (справа)
Джерело: [17, 40].

Цікавою є залежність у віслюка **розміру копита від статі**. Копита самців помітно більші за копита самок по відношенню до ваги тварини. В коней розмір копита залежить не від статі тварини, а більше від породи та екстер'єрних індивідуальних особливостей. Також відомий факт негативного впливу кування коней у молодому віці, що перешкоджає нормальному розвитку і росту копита коня [25].

Варто відмітити, що на копиті віслюка розрізняють додаткову ділянку копита. Якщо в коней копито прийнято умовно поділяти на праву і ліву ділянки п'яток, праву і ліву бокові ділянки (чверті) та ділянку зачепу, то у віслюків з каудальної сторони є **ділянка п'яткових цибулин**, або **ніжок/основи стрілки**. Тобто стрілка здорового копита віслюка виступає далеко позаду п'яток копита, та розходить в боки майже на всю ширину копита, утворюючи окрему ділянку копита (рис. 5) [11, 29].

Згідно з проведеними дослідженнями було встановлено у віслюків меншу **окружність вінчика** задніх копит, а також меншу ширину заднього копита, що не спостерігається у коней [3, 11, 38].

Вимірювання **кутів копита** завжди викликало цікавість, оскільки вони мають важливе значення для забезпечення оптимальної біомеханіки всього опорно-рухового апарату тварини (рис. 6) [24, 36, 38]. Тривалий час вважали ідеальним **кутом нахилу копитної стінки** передньої кінцівки у коня 46°, задньої – 54° [2, 15, 16, 19, 22, 31].

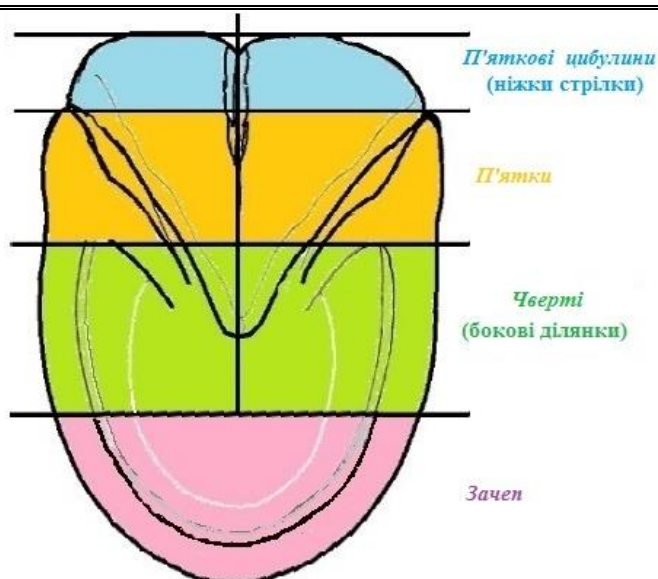


Рис. 5. Ділянки копита віслюка

Джерело: власні дослідження.

Дослідження німецької вченої Хільтруд Штрассер копит здичавілих коней – мустангів у Північній Америці показали, що паралельна землі копитна кістка переднього копита завжди має нахил 45° , а задньої – 55° [36]. Відповідно копитна стінка повторює кут нахилу копитної кістки [35]. Але вимірювання кута нахилу копитної стінки в різних порід показало варіацію фізично здорових копит з показниками $46\text{--}50^\circ$ та $51\text{--}54^\circ$ для передніх та задніх копит [19, 24, 36, 387]. Відповідно до даних літературних трудів за радянські часи копита віслюків «крутіші» за копита коней [2, 22]. Більш сучасні дослідження копит віслюків західних учених стверджують, що копита віслюків на 10° крутіші за копита коней, тобто мають 56° та 64° [10, 40]. Тепер, коли проблема патології копит віслюків набула актуальності, прийнято вважати нормальний кут нахилу копитної стінки у віслюків у діапазоні $54\text{--}64$ [3, 5, 29, 38]. При чому, якщо в коней кут нахилу копитної стінки передніх копит гостріший за задні, то у віслюків у нормі може бути як гостріший передні копита за задні, так і навпаки, що не впливає на працездатність тварини та стан опорно-рухового апарату [5, 10, 28, 38].

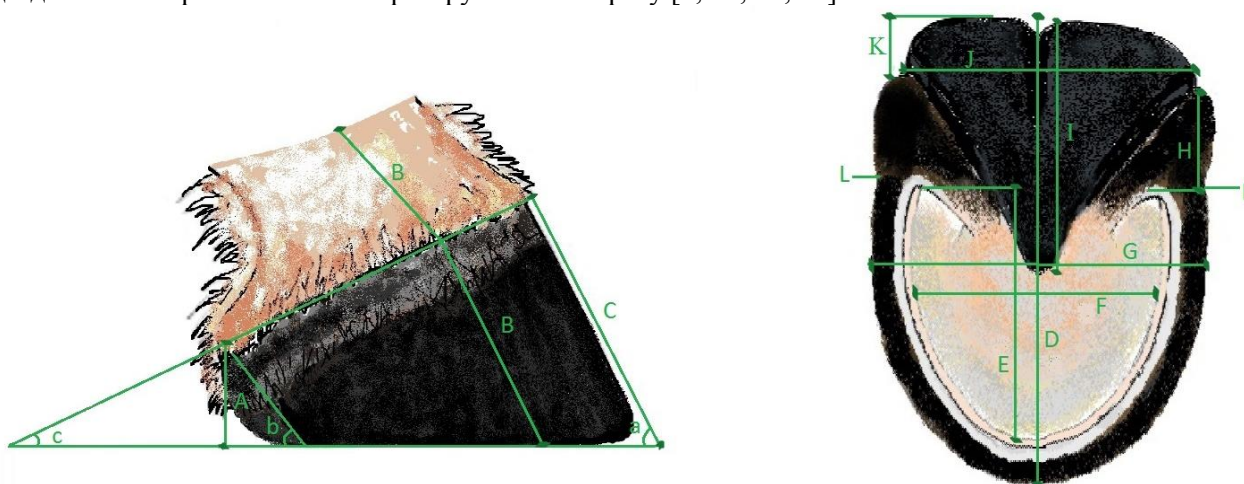


Рис. 6. Кут нахилу та проміри копита віслюка

a – кут нахилу копитної стінки; *b* – кут нахилу п'яток; *c* – кут нахилу лінії вінчика; *A* – висота п'яток; *B* – вісь пальця; *C* – довжина зачепу; *D* – довжина опорної поверхні копита; *E* – довжина підошви; *F* – ширина підошви; *G* – ширина опорної поверхні копита; *H* – довжина заворотних кутів стінки копита; *I* – довжина стрілки; *J* – ширина стрілки; *K* – довжина ділянки п'яткових цибулин;

L – «талія» або перехват (waist) копита віслюка.

Джерело: власні дослідження.

І все ж кут нахилу копитної стінки, як виявилось, не точно відображає положення копитної кістки у копитній капсулі. Тому не доцільно кожне копито підганяти під застарілі прописані норми. Ці дані варіюють від породи та індивідуальних особливостей [19, 28, 36, 42].

Головним критерієм при розчистці копит вважається положення копитної кістки. Нижня поверхня копитної кістки повинна бути паралельна землі. Тільки так вага тварина буде розподілятися правильно, а копитний механізм буде злагоджено працювати [1, 15, 16, 24, 27]. Найкращим методом визначення положення копитної кістки в копитній капсулі є рентген. Але для великих тварин цей засіб діагностики не завжди доступний. Дослідження інших біометричних параметрів копита свідчать, що найпоказовішою ознакою правильного положення копитної кістки в копитній капсулі є *кут нахилу лінії вінчика*, який у здорових копитах як передніх кінцівок, так задніх кінцівок і коня, і віслюка становить 30°. При чому лінія вінчика має бути прямою, без вигинів (рис. 6) [24, 27, 36, 42].

Кут нахилу копитних п'яток віслюків у нормальних копитах завжди гостріший за кут нахилу копитної стінки, оскільки у віслюка є ділянка п'яткових цибулин, що виступає позаду п'яток копит, є несучою поверхнею і під час постійного навантаження механічно впливає на напрям росту копитної стінки в ділянці копитних п'яток (рис. 6). У коней кут нахилу копитних п'яток передніх кінцівок переважно однаковий з кутом нахилу копитної стінки, а на задніх кінцівках – гостріший [1, 3, 10].

У співвідношенні довжини копитної стінки в ділянці п'яток до довжини копитної стінки в ділянці зачепу теж простежується значна відмінність копит віслюків від копит коней. Як зазначалося вище, при однаковому куті нахилу вінчика у цих тварин у нормі копитні п'ятки віслюків довші у співвідношенні до довжини копитної стінки в ділянці зачепу. Це можна пояснити значним розвитком копитних м'якушів, що знаходяться в каудальній частині копита у віслюків (рис. 6) [38, 41].

Ширина копита у коней на передніх і задніх кінцівках однакова, а у віслюків на задніх кінцівках дещо менша. Тут простежується зв'язок із округлістю вінчика [11, 23, 38].

Поняття, яким має бути розмір стрілки здорового копита, за останні 30 років значно змінилося. В більш давніх ветеринарних та іпологічних літературних джерелах копитна стрілка в нормі зазначалася вузькою і заглибленою в копитній капсулі. Тобто розчистка копита була спрямована на те, щоб копитна стрілка не торкалася підлоги при опертій кінцівці. Це знов таки пояснюється розчисткою копита під кування [2, 15, 19, 22, 35]. Копита віслюків по опису тих самих літературних видань мали ще вужчу та «нерозвинену» стрілку, ніж у коней. На основі цього можна зробити висновок, що копита віслюків розчищали так само, як і коней під кування, але не кували. Рогова стрілка максимально зрізалася, тим самим копита віслюків були позбавлені однієї зі своїх головних особливостей копитної будови [4, 20, 21, 25].

Згідно з новітнім вивченням копит спочатку диких та здичавілих однокопитних, а потім і домашніх, умови життя яких за методом утримання відкритих та активних стаєнь, коли тварини мають цілодобовий вигул по різних типах ґрунту, виконують легку та помірну роботу, мають збалансований раціон та вільний доступ до води з можливістю змочити копита під час водопою, пружні частини копита повинні мати здоровий розвиток та розмір [29, 33, 36, 41].

Крім рогової стрілки до пружних частин копита відносять пальцевий м'якуш (м'ясна стрілка) та бокові хрящі [2, 31]. Після народження дитинча віслюка або коня починає активно рухатись, копитна стрілка масується і завдяки цьому розвиваються і ростуть пальцевий м'якуш та бокові хрящі. Якщо тварина позбавлена можливості довго і активно рухатися по різних типах ґрунту, а поставлена на стійловий режим на м'якій підстилці, пружні частини копита не розвиваються, копитні п'ятки звужуються і розвивається контрактура копита, вилікувати яку дуже складно. Ріст і розвиток пружних частин копита можливий і у зрілому віці тварини, але в цьому випадку цей процес повільніший і ускладнений багатьма факторами [29, 33, 36].

Отже, рогова стрілка здорового копита повинна бути розвинена, її основа має бути на рівні п'яток, а починаючи із середини до верхівки сходити до рівня підшви утворюючи схил копита. У коней *ширина копитної стрілки* задніх кінцівок більша, ніж на передніх. У віслюків це порівняння дещо згладжене, тобто на задніх кінцівках основа стрілки дещо ширша, але у співвідношенні до ширини копита цей показник не дуже відрізняється [1, 7]. Суттєвими відмінностями стрілки копит у віслюків від коней є її ширина майже в рівень ширини копита і, звичайно, положення: її основа знаходиться каудально п'яток копита, утворюючи ділянку «п'яткових цибулин», що має велике функціональне значення в унікальності копитного механізму віслюків (рис. 6) [10, 40].

Значний розвиток пружних частин копита віслюків зумовлений їхнім природним пристосуванням до засушливих та напівзасушливих умов існування в пустельній та гірській місцевості [6, 12]. Великі

розвинені *бокові хрящі* у віслюка з'єднуються з майже всіма боковими поверхнями копитної кістки, тоді як у коня бокові хрящі з'єднуються лише з боковими відростками копитної кістки [15, 29, 42]. У здоровому розвиненому копиті віслюка бокові хрящі виступають за верхню межу копитної капсули на 1–2,5 см, так само як і в коня, але у відношенні до розміру тварини цей показник у віслюка майже на дві третини перевищує аналогічний у коня [1, 33].

Також важливою відмінністю *стрілки копита* віслюка є те, що вона менш тісно пов'язана з іншими структурами копита та функціонує більш як окремий орган [7, 10].

Розмір кісток копита у віслюка у співвідношенні до інших кісток скелету та розміру копита значно менший, ніж у коня. Якщо у коня *довжина копитної кістки* дещо більше половини довжини копита, то у віслюка довжина копитної кістки складає 26 % довжини копита, тобто лише чверть. Важливою відмінністю копит віслюків також є *положення копитної кістки в копитній капсулі* [11, 18, 29]. Якщо в коней копитна кістка розташована посередині копитної капсули, то у віслюків вона знаходиться посередині передньої половини копита. Зі сторони опорної поверхні площа підошви фактично є проєкцією копитної кістки. Нижня частина копитної кістки віслюка має більш увігнуту форму, ніж у коня (рис. 7) [10, 24].



Рис. 7. Розміри та положення копитної кістки віслюка (зліва) та коня (справа).
Джерело: [10].

Остистий(розгинальний) відросток копитної кістки у віслюка не доходить до верхньої межі копитної капсули [10, 40]. У коня він у нормі досягає верхнього рівня копитної капсули [19]. Ця особливість пояснюється меншим розміром копитної кістки та краніальним положенням у копитній капсулі.

Дослідження, проведені на віслюках Єгипту, підтвердили, що для віслюків природньою особливістю є ламана *вісь пальця* на передніх кінцівках. (рис. 6) [23]. Ця умовна лінія, що проведена через паралелі кісток пальця від путового суглоба до зачепу копита, в коней у нормі пряма [24]. У віслюків на передніх копитах ця лінія заломлена в ділянці вінцевого або копитного суглобу вниз до поверхні, повторюючи кут нахилу копита. Вирівнюючи цю лінію по нормам розчистки коней, віслюкам завдають шкоди, від надмірного розтягнення сухожилків та зв'язок вони відчувають дискомфорт і біль та втрачають працездатність [32, 38].

Ламана вісь пальця у віслюка зумовлює *особливість алюрів* віслюка, що є плавними та граційними порівняно з конем. Крутіший кут нахилу копита зменшує винос ноги, і тому віслюк робить більше кроків на однакову відстань порівняно з конем однакового росту і ваги з віслюком. Плавна хода віслюка також є пристосувальною властивістю до пересування по жорстких каменистих поверхнях, оскільки так копито стирається повільніше. Також хода віслюка значною мірою амортизує та розсіює навантаження від удару копита об поверхню [3, 37, 38].

Схил підошви копита відіграє важливу роль у копитному механізмі. Найбільша увігнутість знаходиться в ділянці верхівки стрілки і складає як у коней, так і у віслюків 1,5–2 см [1, 5, 9, 3].

У *співвідношенні до довжини копитної стінки* цей показник вище у віслюків. Тому копита віслюків мають форму «стаканчика». Ця пристосувальна властивість додає ще більше захисту внутрішніх структур копита при русі на нерівних кам'янистих поверхнях. Регенерує підшва копита віслюка швидше, ніж у коня, що зумовлено необхідністю постійного відновлення зовнішнього захисного шару копита, який багато контактує з поверхнею [5, 29, 33].

Як зазначалося вище, кістки копита у віслюків менші у співвідношенні до інших кісток скелету та розміру копита. Це стосується всіх кісток копита крім човникової. У віслюка вона більше за інші кістки. У *співвідношенні до довжини дорсальної поверхні копитної кістки ширина човникової кістки* складає трохи більше половини, тоді як у коня цей показник складає чверть [10, 29, 38].

Крім розміру човникової кістки відмінність між двома однокопитними є її положення. У коней *положення човникової кістки* дистально копитної кістки та плантарно вінцевої. У віслюків човникова кістка знаходиться дорсально копитної кістки та дистально вінцевої кістки [7, 19, 28]. Таке положення можна пояснити наявністю в копитній капсулі значно більшого, ніж у коней розвиненого пальцевого м'якуша, що займає задню половину копита (рис. 8). Завдяки такому положенню човникової кістки сухожилок глибокого пальцевого розгинача, що разом із човниковою кісткою утворює човниковий блок, лежить під набагато тупішим кутом, ніж у коня. Отже, навантаження на цю структуру в декілька разів менше, ніж у коня. І завдяки великій захисній подушці пальцевого м'якуша та боковим хрящам, човниковий блок має амортизуючу підтримку з усіх боків. Тому навіть при різких, екстремальних рухах по нерівній місцевості човникової блок у віслюка не ушкоджується. Віслюки ніколи не хворіють на навікулярний синдром (подотрохлеїт), що доволі часто трапляється в коней [36, 41].



Рис. 8. Сагітальний розріз пальця віслюка (зліва) та коня (справа).

Джерело: [10].

Біла лінія – структура копита, що з'єднує копитну стінку та підшву, продукується коріумом (ламіною, основою шкіри) копитної стінки. У віслюків *ширина білої лінії* складає 3,98 мм, у коней 3 мм. У співвідношенні до розміру копита цей показник значно вищий у віслюка [1, 3, 38]. Це набуває значення для виживання в засушливому кліматі, оскільки біла лінія здатна вбирати вологу краще за копитну стінку і підшву, вона більш гнучка, амортизує навантаження при русі по нерівних поверхнях [6, 13, 16, 26].

Копитна стінка зі сторони опертої поверхні у віслюків однакової ширини по всьому периметру копита. У коней вона широка в ділянці зачепу і звужується по напрямленні до п'яток копита [28, 31]. В ділянці п'яток копитна стінка у віслюків утворює великі заворотні кути. *Відношення довжини заворотних кутів до довжини копита* у віслюків вдвічі більше, ніж у коней [38]. *Відношення ширини копитної стінки до ширини копита* у віслюків порівняно з кіньми теж помітно ширше. Ці критерії відіграють важливу роль у розумінні розподілу ваги тварини на площу опертої кінцівки. (Рис. 6) Незважаючи на невеликий розмір копита віслюка у співвідношенні до розміру тварини, на 1 см² площі копита в них приходить 3,35±0,46 кг, тоді як у коней 4,71±0,47 кг [1, 5, 40]. Тобто у віслюків при добре розвинених та правильно розчищених копитах навантаження на структури копита відчутно менші, ніж у коней, що відіграє велику роль при виживанні на твердих кам'янистих поверхнях [9, 38].

Функціонування копита як складного органу забезпечується *копитним механізмом*. Як відомо, в коня копитний механізм можна зобразити у вигляді структурного циліндра, який у різних ділянках копита розширюється та звужується при дії навантаження під час руху [9, 18, 32]. Детальне вивчення вимірювання деформації копита віслюка під час навантаження встановило, що в основі функціонування механізму копита лежать два структурних циліндра, розташованих один за одним [10, 41]. Першим працює задній, оскільки у віслюків першими поверхні торкаються п'яткові цибулини, тобто рогова стрілка, над нею розташовані пальцевий м'якуш та бокові хрящі. Як зазначалося вище, рогова стрілка у віслюка менш тісно пов'язана з іншими структурами копита. Вона розширюється в сторони та звужується зверху вниз. Те ж саме відбувається з іншими пружними структурами копита. Далі навантаження переходить на передній циліндр, що знаходиться під копитною кісткою і працює як і копитний механізм коней [9, 28, 35].

Часто на копитах віслюків трапляється *звужена ділянка копита* між ділянкою підшви і ділянкою стрілки. Західні вчені називають її «waist» (талія, перехват) (Рис. 6). Це та частина копита, що знаходиться між структурними циліндрами копитного механізму, тобто вона не розширюється під час навантаження. Від народження віслюка вона залишалась у спокої, тому не розвивалась так, як інші [8, 10, 40].

Не тільки анатомічна будова та фізіологія копита різнить віслюка від коня. Гістологічна структура копита теж має суттєві відмінності, а саме розташування та розмір рогових трубочок. У віслюка розмір рогових трубочок стінки копита більше, ніж у коня. Розміщення рогових трубочок стінки копита коня розглядається рівномірно в чотиризонній ступінчастій схемі [6]. У віслюка середня щільність рогових трубочок складає 10 на мм², що значно менше, ніж у коня. Приблизно 50 % середнього шару копитної стінки у віслюка в дорсо-пальмарному напрямі має щільність 34 рогові трубочки на мм², далі відбувається зменшення щільності до 9 рогових трубочок на мм². Залишок копитної стінки зберігає 9 рогових трубочок на мм². Тобто у віслюка спостерігається чітка тризонна ступінчаста схема щільності рогових трубочок у середньому шарі копитної стінки [14, 30, 39].

Відмінність гістологічної структури копита віслюка пояснює здатність копита віслюка краще поглинати та утримувати вологу, оскільки це життєво необхідно для існування в засушливих природних умовах [3, 13]. Тому копитний ріг віслюка більш пружний, гнучкий та більш схильний до деформації, що у разі відсутності розчистки призводить до різноманітних «спотворень» копита. Тобто, якщо у коня віросла зайва копитна стінка, то вона при активному русі буде заломлюватись, по ній підуть тріщини, розшарування рогу копита. У віслюка надмірно віросле копито буде деформуватись, часто викликаючи втрату рухомості тварини та довготривалу та трудомістку реабілітацію [11, 30, 43].

Висновки

Для вивчення цієї теми було розглянуто вітчизняні джерела 1900–1960 років. У більш сучасних ветеринарних та інших літературних джерелах інформації щодо копит віслюків знайдено не було. Але і та інформація, що була представлена в них, суттєво відрізняється від сучасних зарубіжних досліджень копит віслюків. Сучасні зарубіжні вчені приділяють велику увагу анатомії та фізіології копит віслюків та їх відмінностей від копит коней. Копита віслюків – унікальні пристосування для існування в екстремальних умовах, де панує засушливий та напівзасушливий клімат, кам'янистий твердий ґрунт та скудна рослинність. Водночас віслюки можуть адаптуватися до будь-яких умов існування, але їхні копита потребують особливої уваги. Не знаючи їх анатомічні та фізіологічні відмінності від копит коней, не можна організувати правильний догляд за копитами. До найбільш характерних особливостей копита віслюка слід віднести U-подібну форму опорної поверхні копита, циліндричну фронтальну поверхню, більш стрімкі кути нахилу копита, ламану вісь переднього пальця, великі розвинені пружні структури копита, широку рівномірну копитну стінку, більший схил підшви та заворотні кути, менші кістки пальця та ін. Практично кожна анатомічна структура копита віслюка відрізняється від аналогічної в коня. Тому розчистка копит віслюка не може проводитися за методами традиційної розчистки коней, а патології копит віслюків мають свої особливості. Тривалий час цьому питанню не було приділено достатньої уваги. Але через поширення утримання віслюків як домашніх улюбленців, як робочу силу та промислово тварину в нашій країні, знання про характерну анатомічну будову та фізіологію копита віслюків є невід'ємною умовою їх утримання в нашій кліматичній зоні.

Перспективи подальших досліджень. Орієнтуючись на особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків та їх відмінності від копит коней, необхідно детально розглянути догляд та рутинну розчистку копит, гістологічні та гістохімічні властивості копит віслюків, дослідити балансування копит, особливості діагностики патологій копит у віслюків, їх лікування та профілактику.

References

1. Hassnpur, A., & Dehghani, S. N. (2012). Hoof morphometry before and after trimming in donkeys. *Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences*, 2 (6), 381–383. Retrieved from: http://www.roavs.com/pdf-files/Issue_6_2012/381-383.pdf
2. Borisovich, F. K., & Mashkin, I. I. (1936). *Kovka zdorovih i bolnih kopit*. Moskva: Selhozgiz [In Russian].
3. Burnham, S. L. (2002). Anatomical differences of the donkey and mule. *AAEP Proceedings*, 48, 102–109. Retrieved from: https://static1.squarespace.com/static/52f6e70ae4b09d0c250122c6/t/5321b9a7e4b0740a4186ff11/1394719143865/anatomy_donkeys_mules.pdf
4. Chludzinskiy, V. (1886). *Prakticheskoe rukovodstvo k razvedeniu mulov*. Sankt-Peterbúrg: Tipografiya Miasnika i Rimana [In Russian].
5. Crane, M. (2003). Foot Problems in the Donkey. *Veterinary and Farriery Practice: the Common Ground*. Proceedings of the 5th Biannual Seminar BEVA and NAFB AE Conference, Stoneleigh. 21 October 2003.
6. Collins, S., Wealleans, H., Hopegood, L., Latham, R., Newlyn, H., & Reilly, J. D. (2002). Current studies on the donkey hoof. *CPD, Medicine and Surgery of the Donkey, BEVA, University of Glasgow, Scotland, 2002*. Scotland: Glasgow University, Scotland. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/817>
7. Cope, B. C., Hopegood, L., Latham, R. J., Linford, R. G., & Reilly, J. D. (1998). Equid hoof horn: a natural engineering composite? *Materials' Congress 1998. Some Critical Issues in Biomedical Materials: Materials Solutions to Nature's Design, Royal Agricultural College, Cirencester, 8 April 1998*. Cirencester. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/17737>
8. Dai, F., Costa, E. D., Minero, M., Burden, F., & Judge, A. (2017). *Dairy donkeys: good animal management practices for donkey milk production*. Milan Retrieved from: <https://www.thedonkeysanctuary.org.uk/sites/uk/files/2018-10/dairy-donkey-guidelines-english.pdf>
9. Davies, H. (2007). Biomechanics of the Equine Foot. *Equine Podiatry*, 42–56. doi: 10.1016/b978-072160383-4.50007-4
10. Evans, L. (2018). *The Clinical Companion of the Donkey. The Donkey Sanctuary*. Leicester: Troubador Publishing.
11. Herman, C. L. (2015). The Anatomical Differences between the Donkey and the Horse. Matthews, N., & Taylor, T. (Eds.), *Veterinary Care of Donkey* Retrieved from: http://foothillmobilevet.com/wp-content/uploads/2010/11/Donkey_vs_Mule_Anatomy_viaVIS.pdf
12. Hopegood, L., Collins, S., Cope, B., Latham, R., Newlyn, H., & Reilly, J. D. (2003). The effect of manipulation of the moisture content on the mechanical properties of full and partial hoof wall depth samples of donkey hoof horn. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 134 (3). Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/8355/>
13. Hopegood, L., Collins, S., Latham, R., & Reilly, J. D. (2003). Analyses of the moisture content of hoof horn from horses, donkeys and laminitic donkeys. *BSAS Conference, 15-16 September 2003*. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/1388>
14. Hopegood, L., Collins, S., Latham, R. & Reilly, J. D. (2008). Comparison of tubule density of donkey, horse and pony hoof horn. *Proceedings of the British Equine Veterinary Association 2008 Conference*. Liverpool. Retrieved from: <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/25133>
15. Iakovsen, V. (1931). *Uchenie o kovke loshadi i bolezniakh kopit*. 2e izdanie. Moskva: SKHGIZ. [In Russian].
16. Izdepskiy, V. Y., Stockiy, O. G., Peredera, R. V., Lazorenko, A. B., & Izdepskiy, A. V. (2010). *Hirurgichni hvorobi koney*. Lugansk: Elton-2 [In Ukrainian].
17. Kopito loshadi. (2018). Anatomia i fiziologiya. *Vse o kone*. Retrieved from: <https://vseokone.ru/kopyto-loshadi.html> [In Russian].
18. Kosťuková, M., Černoorská, H., Bihuncová, I., Oravcová, I., Sobotková, E., & Jiskrová, I. (2015). Characteristics of Morphological Parameters of Donkeys in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63 (2), 419–424. doi: 10.11118/actaun201563020419
19. Kiorber, H.-D. (2009). *Bolezni kopit i kovka loshadey. Nastol'naya kniga dlia veterinarnih vrachev, kuznecov-kovaley i vladel'cev loshadey*. Moskva: Akvarium-Print [In Russian].
20. Lakoza, I.I. (1940). *Zootekniya muloproizvodstva*. Moskva: Selchozgiz [In Russian].
21. Lakoza, I. I., & Volkovskiy, A. S. (1938). *Oslovdstvo i muloproizvodstvo: nagliadnoe posobie*. Moskva: Agroplakat [In Russian].

22. Levadnyy, V. (1935). *Kovalska sprava. Dogliad za kopitami koney*. Kiiv: Derjavne vidavnistvo kolgospnoi i radgospnoi literaturi USRR [In Ukrainian].
23. Mostafa, M. B., Abdelgalil, A. I., Farhat, S. F., Raw, Z., & Kubasiewicz, L. M. (2020). Morphometric measurements of the feet of working donkeys *Equus asinus* in Egypt. *Journal of Equine Science*, 31 (2), 17–22. doi: 10.1294/jes.31.17
24. Nevzorova, L. (2010). *Teoriya i praktika shkol'noy raschistki. Seriya Loshadiniy menedjment "Nevzorov Haute Ecole": Ungulologiya*. Sankt-Peterburg: OOO "Nevzorov Ot Ecole" [In Russian].
25. Ozolin, A. A. (1933). *Oslovdstvo i mulorazvedenie*. Moskva: Selchozgiz [In Russian].
26. Parkes, R., Burden, F., & Weller, R. (2010). The role of weather conditions in the occurrence of white line abscessation in donkeys in the UK. *Association for Veterinary Teaching and Research Work Conference*. Retrieved from: <https://www.ivis.org/library/beva/beva-annual-congress-birmingham-2010/role-of-weather-conditions-occurrence-of-white-line-abscessation-donkeys-uk>
27. Peredera, R. V., & Sakharova, O. Yu. (2012). Vyryvniuvannia medio-lateralnoho dysbalansu kopyt u konei. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 135–138. doi: 10.31210/visnyk2012.01.33 [In Ukrainian].
28. Pollitt, C. C. (1998). The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Veterinary Education*, 10 (6), 318–325. doi:10.1111/j.2042-3292.1998.tb00902.x
29. Ramey, P. (2011). *Donkey Hooves. Inside and Out* (DVD) Hoof Rehabilitation Productions (January 1, 2011)
30. Reilly, J. D., Collins, S. N., Cope, B. C., Hopewood, L., & Latham, R. J. (2010). Tubule density of the stratum medium of horse hoof. *Equine Veterinary Journal*, 30 (S26), 4–9. doi: 10.1111/j.2042-3306.1998.tb05115.x
31. Sarbash, D. V., Rublenko, M. V., Kantemir, O. V., Zayika, P. O., Slusarenko, D. V. & Siniagovs'ka, K. A. (2018). *Ortopediya koney. Navchal'nyy posibnik*. Kharkiv: HDZVA [In Ukrainian].
32. Sargentini, C., Tocci, R., Andrenelli, L., & Giorgetti, A. (2012). Preliminary studies on hoof characteristics in Amiata donkey. *Italian Journal of Animal Science*, 11 (1), e22. doi: 10.4081/ijas.2012.e22
33. Schork, C. (2012). The Caudal Foot. *EasyCare Inc. The Ultimate in Hoof Protection/Home/Barefoot*. Retrieved from: <https://blog.easycareinc.com/the-caudal-foot/>
34. Senior, J. M. (2013). Not small horses: improving treatments for donkeys. *Veterinary Record*, 173 (12), 292–293. doi: 10.1136/vr.f5646
35. Shtol, U. (1870). *Prakticheskaya kovka loshadey*. Sankt-Peterburg: Necludova, N. [In Russian].
36. Shtrasser, H. (2004). *Kopita loshadi. Polnocenniy uhod i lechenie*. Moskva: Izvestiya [In Russian].
37. Silvera, A. (2019). *Natural Donkey Care. Book 1: Physical Health*. The Donkey Listener.
38. Souza, A. F., Kunz, J. R., Laus, R., Moreira, M. A., Muller, T. R., & Fontequ, J. H. (2016). Biometrics of hoof balance in equids. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68 (4), 825–831. doi: 10.1590/1678-4162-8848
39. Souza, A. F., Schade, J., Laus, R., Moreira, M. A., Muller, T. R., & Fontequ, J. H. (2019). Differences in mineral concentrations on hooves of horses, mules and donkeys. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 26 (3), 93–97. doi: 10.4322/rbcv.2019.017
40. Svendsen, E. D., Duncan, J., & Hadrill, D. (Eds.) (2008). *The Professional Handbook of the Donkey. Fours edition*. London: Whittet Books
41. Thiemann, A., & Rickards, K. (2013). Donkey hoof disorders and their treatment. *In Practice*, 35 (3), 134–140. doi: 10.1136/inp.f1074
42. Thomason, J. J. (2010). Variation in surface strain on the equine hoof wall at the midstep with shoeing, gait, substrate, direction of travel, and hoof shape. *Equine Veterinary Journal*, 30 (S26), 86–95. doi: 10.1111/j.2042-3306.1998.tb05126.x
43. Yousef, M. K. (1979). The burro: a new backyard pet? Its physiology and survival. *California Veterinarian*, 33, 31–34.

Стаття надійшла до редакції: 18.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сахарова О. Ю. Особливості анатомічної будови та фізіології копит віслюків. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 210–223.

© Сахарова Олена Юріївна, 2021



original article | UDC 636.92:576.895.132 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.27

COMPARATIVE EFFICACY OF LIFETIME METHODS OF RABBIT PASSALUROSIS LABORATORY DIAGNOSTICS

A. Khorolskyi

ORCID  [0000-0001-6122-3353](https://orcid.org/0000-0001-6122-3353)

Poltava State Agrarian University
Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: horoltolik1@gmail.com

How to Cite

Khorolskyi, A. (2021). Comparative efficacy of lifetime methods of rabbit passalurosis laboratory diagnostics. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 224–229. doi: 10.31210/visnyk2021.03.27

The main methods of diagnostics in veterinary parasitology are laboratory methods of research, many of which involve the detection and differentiation of the pathogen. Various diagnostic methods based on modern scientific achievements and the accumulated experience of practitioners are used for various parasitoses. It is known that in order to diagnose most helminthiases, coproscopic examination of feces is used, based on the detection of parasite eggs using flotation, sedimentation or combined methods. However, laboratory diagnostics of rabbit passalurosis includes the examination of scrapings from the body anal area, which is connected with the cycle of helminth development, and the study of feces at this invasion is ineffective. The aim of the research was to establish the effectiveness of the existing lifetime methods of *Passalurus ambiguus* laboratory diagnostics. Experimental studies were conducted at the Laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University and in the conditions of individual farms of Poltava region. The testing of three methods of rabbit passalurosis lifetime laboratory diagnostics with the use of glycerin, adhesive tape and flotation was conducted. The main indicator of diagnostic efficacy of each method was the value of the infection intensity. According to the results of the research, it was established that the most sensitive method of lifetime laboratory diagnostics of rabbit passalurosis was the method of examining the body anal area using adhesive tape. By this method, 80 % of infected rabbits were revealed. Glycerin and Fulleborn's methods showed lower sensitivity, where 60 and 25 % of infected rabbits were detected, respectively. The high diagnostic efficacy of the method with the use of adhesive tape has been proven by the intensity of the infection indicators. According to this method, on the average, 5.94 eggs of passalurises were revealed, which is 3.4 and 4.9 times more in comparison with the method of using glycerin and Fulleborn's method. The obtained data of the experimental researches allow to recommend the method with the use of adhesive tape as the most effective and ergonomic method of lifetime laboratory diagnostics of rabbit passalurosis.

Key words: rabbits, passalurosis, laboratory diagnostics, lifetime methods, efficacy.

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ ЗАЖИТТЄВОЇ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ПАСАЛУРОЗУ КРОЛІВ

A. A. Хорольський

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Основними методами діагностики у ветеринарній паразитології є лабораторні способи досліджень, багато з яких передбачають виявлення та диференціацію збудника інвазії. За різних паразитозів застосовують різноманітні методи діагностики, засновані на сучасних наукових досягненнях і накопиченому досвіді практикуючих фахівців. Відомо, що з метою діагностики більшості гельмінтозів використовують копроскопічні дослідження фекалій, що засновані на

виявленні яєць паразитів із використанням флотаційних, седиментаційних або комбінованих способів. Водночас лабораторна діагностика пасалурозу кролів включає дослідження зіскобів з прианальної ділянки тіла, що пов'язано із циклом розвитку гельмінта, а дослідження фекалій у разі такої інвазії є неефективним. Метою досліджень було встановити ефективність наявних зажиттєвих методів лабораторної діагностики *Passalurus ambiguus*. Експериментальні дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та в умовах одноосібних селянських господарств Полтавської області. Проведено випробування трьох способів зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурозу кролів із застосуванням: гліцерину, клейкої стрічки, флотації. Основним показником діагностичної ефективності кожного способу було значення інтенсивності інвазії. За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш чутливим методом зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурозу у кролів виявився метод дослідження прианальної ділянки тіла із застосуванням клейкої стрічки. За допомоги цієї методики було виявлено 80 % інвазованих кролів. Нижчу чутливість показали методи із застосуванням гліцерину та метод Фюллеборна, де відповідно було виявлено 60 та 25 % інвазованих кролів. Високу діагностичну ефективність методу із використанням клейкої стрічки доведено за показниками інтенсивності інвазії. За цією методикою виявлено в середньому 5,94 яєць пасалурисів, що у 3,4 та 4,9 разів більше порівняно з методами із застосуванням гліцерину та Фюллеборна. Отримані дані експериментальних досліджень дозволяють рекомендувати спосіб із застосуванням клейкої стрічки як найбільш ефективний та ергономічний метод зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурозу кролів.

Ключові слова: кролі, пасалуроз, лабораторна діагностика, зажиттєві методи, ефективність.

Вступ

Відомо, що діагностика паразитарних хвороб за умови кожної окремої інвазії має свої особливості, а також є основною ланкою в системі лікувально-профілактичних заходів. Остаточний діагноз встановлюється за умов виявлення збудників інвазійних захворювань, де визначальними є лабораторні методи досліджень, які розподіляють на зажиттєві та посмертні. Зокрема, у разі гельмінтозів використовують копроскопічні дослідження тварин, які поділяють на: гельмінтологічні (виявляють самих гельмінтів або їхні фрагменти), гельмінтоовоскопічні (виявляють яйця гельмінтів), гельмінтоларвоскопічні (виявляють личинок гельмінтів), якісні й кількісні [1–4]. Водночас є гельмінтози, для виявлення яких використовують специфічні методи лабораторної діагностики. Наприклад, за наявності пасалурозу у кролів переважно досліджують зіскрібки з прианальної ділянки тіла, що пов'язано з циклом розвитку гельмінта. *Passalurus ambiguus* – збудник пасалурозу є геогельмінтом і розвивається за оксіурідним типом. Запліднена самка мігрує до прямої кишки та анусу, де вона відкладає яйця. Відомо, що частково яйця виділяються також з фекаліями тварин. Інвазійної стадії яйця досягають упродовж 24–48 год, після чого вони з прианальної ділянки тіла потрапляють у навколишнє середовище. Кролі заражаються аліментарно при заковтуванні інвазійних яєць. З них в кишечнику тварин виходять личинки, які занурюються у крипти сліпої кишки і дворазово линяють. Після цього вони мігрують у просвіт кишечника, де і досягають статевої зрілості за 17–24 діб [5–10].

Такий цикл розвитку змушує науковців проводити дослідження щодо ефективності тієї чи тієї методики діагностики інвазії або пропонувати нові. Зокрема, за даними авторів, найбільш відомими є три способи, а саме: метод флотації за Дарлінгом або Фюллеборном; гельмінтоовоскопічні дослідження прианальної ділянки тіла тварини; макроректальне дослідження щодо виявлення самок пасалурисів. Водночас науковці зазначають, що метод Дарлінга за ефективністю не перевищував 87,5 %, а метод Фюллеборна мав ефективність на рівні 88,9–100 %. Також автори зазначають, що застосування методу дослідження зіскобів з прианальної ділянки тіла недостатньо ефективний за наявності пасалурозу, де показник виявлення хворих тварин коливався в межах від 2 до 20 %. Тому запропоновано разом із дослідженням зіскобів із прианальної ділянки тіла одночасно відбирати й волосся з цієї ділянки, що значно підвищує результати діагностування пасалурозу [11].

Інші дослідники випробували три різні копроскопічні методи – тест на целофанову стрічку, метод Мак-Мастера та метод FLOTAC. Вони встановили, що 82,3 % досліджених кролів виявилися позитивними за умови використання методу FLOTAC, 76,5 % – за умови використання тесту на целофанову стрічку і 56,9 % – у разі використання методу Мак-Мастера. Результати показали, що методика FLOTAC може бути використана для якісно-кількісної копроовоскопічної діагностики *P. ambiguus* у кролів, внаслідок високої її діагностичної чутливості. Причому автори зазначають, що виділення яєць

пасалурисів відбувається впродовж доби нерівномірно. Тому найкращий час відбору матеріалу для досліджень є з 12 до 24 год [12].

Отже, для ефективного застосування заходів щодо боротьби та профілактики пасалурузу кролів необхідно проводити планові діагностичні дослідження, що ґрунтуються на застосуванні ефективних, сучасних, зручних у використанні способів лабораторної діагностики. Однак у науковців відсутня єдина думка відносно того, який метод є найбільш ефективним за цього гельмінтозу. Тому метою досліджень було з'ясувати ефективність наявних зажиттєвих методів лабораторної діагностики *Passalurus ambiguus*.

Для досягнення мети розв'язували такі задачі: провели порівняння трьох різних загальноприйнятих методів зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурузу кролів; встановили та запропонували найбільш ефективний та ергономічний спосіб виявлення яєць нематод виду *P. ambiguus*.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2021 року на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. Відбір матеріалу від кролів проводили в умовах одноосібних селянських господарств Полтавської області.

Для встановлення ефективності загальновідомих методів зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурузу кролів порівнювали такі способи:

1. Дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла тварини із застосуванням гліцерину: вушну паличку змочують сумішшю гліцерину та води (1 : 1) і відбирають зіскрібок з прианальної ділянки тіла, переносять його на предметне скло у краплю гліцерину з водою і проводять мікроскопію [13].

2. Дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла тварини із застосуванням клейкої стрічки (скотчу): частину клейкої стрічки (скотчу) прикладають до прианальної ділянки тіла, після чого прикріплюють цю стрічку з отриманим матеріалом до предметного скельця і в такому вигляді досліджують під мікроскопом [14].

3. Копроовоскопічне дослідження флотаційним методом за Фюллеборном із застосуванням кухонної солі [11].

Визначали показники інтенсивності інвазії (П, екз. яєць). Усього проведено 60 лабораторних досліджень.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартне відхилення (SD) і середнє арифметичне (\bar{x}). Достовірність відхилень середніх величин визначали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера. Значення $P < 0,05$ вважали достовірним.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження свідчать, що найбільш чутливим методом зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурузу у кролів виявився метод дослідження прианальної ділянки тіла із застосуванням клейкої стрічки. За допомогою методики було виявлено 80 % інвазованих кролів (рис. 1).

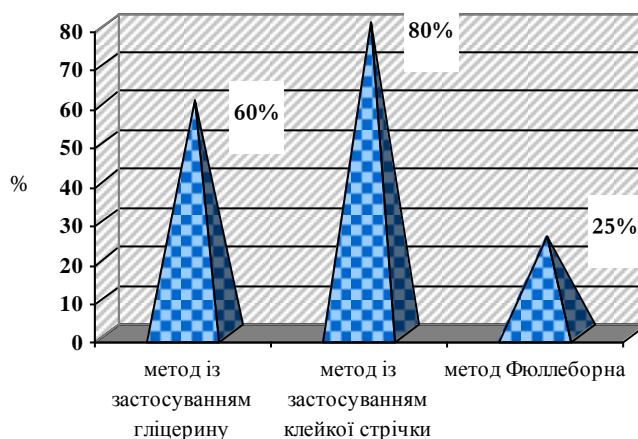
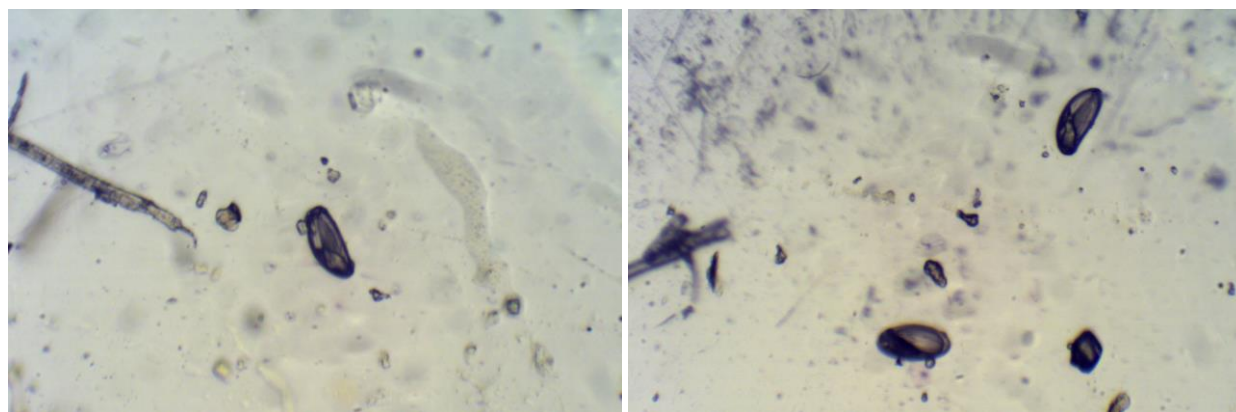
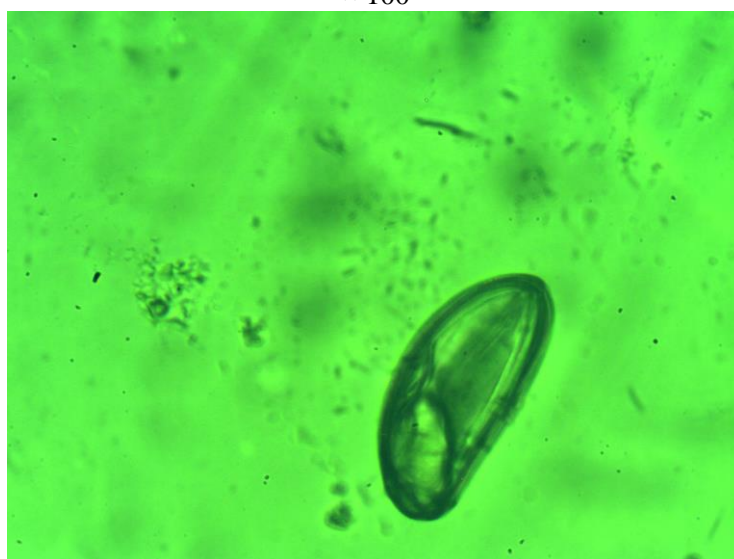


Рис. 1. Чутливість методів зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурузу кролів

Причому у разі використання цієї методики виявляли яйця пасалурусів, які чітко проглядалися на скельці, поле зору майже не містило сторонніх часточок (рис. 2). Це дало змогу швидко та ефективно дослідити матеріал.



× 100



× 400

Рис. 2. Яйця *Passalurus ambiguus*, виділені від кролів методом із застосування клейкої стрічки

Водночас нижчу чутливість виявив метод дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із застосуванням гліцерину та флотаційний метод за Фюллеборном, де відповідно було виявлено 60 та 25 % інвазованих кролів.

Високу діагностичну ефективність методу дослідження зіскобів з прианальної ділянки тіла із використанням клейкої стрічки доведено за показниками інтенсивності інвазії (табл.).

Ефективність методів життєвої лабораторної діагностики пасалурузу у кролів (n=20)

Метод дослідження	Виявлено позитивних зразків, екз.	П, екз. яєць		
		min	max	M±SD
1. Дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із застосуванням гліцерину	12	1	3	1,75±1,14 ***
2. Дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із застосуванням клейкої стрічки	16	1	11	5,94±3,17
3. Дослідження фекалій флотаційним методом за Фюллеборном	5	1	2	1,20±0,45 **

Примітки: ** – P<0,01; *** – P<0,001 – порівняно з показниками способу дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із застосуванням клейкої стрічки

Найвищі показники інтенсивності інвазії було встановлено за умови використання методу дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із застосуванням клейкої стрічки – $5,94 \pm 3,17$ екз. яєць. За методом дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із застосуванням гліцерину інтенсивність інвазії становила $1,75 \pm 1,14$ екз. яєць, що у 3,4 раза менше ($P < 0,001$), ніж за використання методу із клейкою стрічкою. Найменші значення інтенсивності інвазії було отримано за умови використання методу дослідження фекалій флотаційним методом за Фюллеборном, які становили $1,20 \pm 0,45$ екз. яєць, що у 4,9 раза менше ($P < 0,01$), ніж у разі використання методу із клейкою стрічкою.

Узагальнюючи отримані дані, можна зазначити, що пасалуроз кролів є досить поширеною інвазією у багатьох країнах світу, зокрема й Україні. В окремих регіонах показники інвазованості кролів збудником пасалурозу можуть сягати 100 % [15–20]. Тому актуальним є своєчасне і точне діагностування цієї інвазії, що обумовлює необхідність проведення моніторингових досліджень щодо наявних методів лабораторної діагностики пасалурозу та встановлення їхньої ефективності. У результаті проведених досліджень виявлено, що більш ефективним є дослідження матеріалу, відібраного з прианальної ділянки тіла. Це підтверджують наукові дані, які свідчать про кращі результати при дослідженні саме ділянок промежини та анусу, що пов'язано з біологічними особливостями *P. ambiguus* [5–8]. Водночас окремі автори зазначають високу ефективність діагностування пасалурозу кролів копроскопічним методом FLOTAC, за використання якого виявлено 82,3 % інвазованих кролів [12].

За результатами експериментальних досліджень виявлено, що найбільш ефективним методом зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурозу кролів є дослідження матеріалу, відібраного за допомогою клейкої стрічки (скотчу) з прианальної ділянки тіла. За цією методикою виявлено 80 % інвазованих кролів, а середні показники інтенсивності інвазії становили 5,94 екз. яєць, що у 3,4 та 4,9 разів перевищувало ($P < 0,01$... $P < 0,001$) показники у разі використання методів з додаванням до зіскрібку гліцерину та копроскопічного методу флотації за Фюллеборном відповідно. Відомості щодо ефективності методу діагностики пасалурозу із використанням клейкої стрічки в доступній літературі відсутні.

Отримані дані експериментальних досліджень дають змогу рекомендувати спосіб із застосуванням клейкої стрічки як найбільш ефективний та ергономічний метод зажиттєвої лабораторної діагностики пасалурозу кролів.

Висновки

Доведено високу діагностичну ефективність методу виявлення яєць пасалурисів у кролів з прианальної ділянки тіла з використанням клейкої стрічки. Його чутливість становила 80 %. Показники інтенсивності інвазії у разі застосування цієї методики виявилися достовірно вищими у 3,4 та 4,9 разів ($P < 0,01$... $P < 0,001$), ніж метод дослідження зіскрібків з прианальної ділянки тіла із використанням гліцерину та флотаційний копроскопічний метод за Фюллеборном відповідно.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому вважаємо за необхідне вивчити ефективність різних антигельмінтних засобів за наявності пасалурозу у кролів.

References

1. Yevstafieva, V. O., Natjagla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). Porivnjalna efektyvnist zazhyttjeyvyh sposobiv koproovoskopichnoi diagnostyky kapiljariozu kurej. *Visnyk Sumського Nacional'nogo Agrarnogo Uuniversytetu*, 11 (39), 150–154. [In Ukrainian].
2. Yevstafieva, V. O., Gugosijan, Ju. A., & Gavryk, K. A. (2016). Porivnjannja efektyvnosti klasychnyh ta suchasnyh koproskopichnyh metodiv diagnostyky strongiloi'dozu konej. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medycyny*, 33 (2), 126–130. [In Ukrainian].
3. Manojlo, Ju. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenogo sposobu koproovoskopichnoi diagnostyky ezofagostomozu svynej. *Veterynarna Biotehnologija*, 28, 181–187. [In Ukrainian].
4. Cringoli, G. (2006) FLOTAC, a novel apparatus for a multivalent faecal egg count technique. *Parassitologia*, 48, 385–389.
5. Lee, D. L. (2002). *The biology of nematodes*. Taylor & Francis, London. doi: 10.1201/b12614
6. Stroehlein, A. J., Young, N. D., Korhonen, P. K., Chang, B. C. H., Nejsun, P., Pozio, E., La Rosa, G., Sternberg, P. W., & Gasser, R. B. (2017). Whipworm kinomes reflect a unique biology and adaptation to the host animal. *International Journal for Parasitology*, 47 (13), 857–866. doi: 10.1016/j.ijpara.2017.04.005

7. Flynn, R. J. (1973) Parasites of laboratory animals. The Iowa State University Press, Ames.
8. Georgi, J. R., & Georgi, M. E. (1990). *Parasitology for veterinarians*. Saunders, Philadelphia.
9. Dunsmore, J. D. (1966). Nematode parasites of free-living rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.), in Eastern Australia. III. Variations in the numbers of *Passalurus ambiguus* (Rudolphi). *Australian Journal of Zoology*, 14, 635–645.
10. Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., & Tkachenko, V. V. (2019). Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (1), 69–73. doi: 10.15421/021911
11. Leontjuk, S. V., Dubnickij, A. A., Gusev, B. A., & Demina, M. F. (1974). *Bolezni krolikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
12. Rinaldi, L., Russo, T., Schioppi, M., Pennacchio, S., & Cringoli, G. (2007). *Passalurus ambiguus*: new insights into copromicroscopic diagnosis and circadian rhythm of egg excretion. *Parasitology Research*, 101 (3), 557–561. doi: 10.1007/s00436-007-0513-z
13. Vodjanov, A. A., Lucuk, S. N., & Tolokonnikov, V. P. (2009). *Morfologija, biologija i laboratornaja diagnostika vzbuditelej invazionnyh boleznej zivotnyh. Ch. 1*. Stavropol: AGRUS [In Russian].
14. Dahno, I. S., & Dahno, Ju. I. (2010). *Ekologichna gelmintologija*. Sumi: Kozackij Val [In Ukrainian].
15. Abdel-Gaber, R., Ataya, F., Fouad, D., Daoud, M., & Alzuhairy, S. (2019). Prevalence, morphological and molecular phylogenetic analyses of the rabbit pinworm, *Passalurus ambiguus* Rudolphi 1819, in the domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus*. *Acta Parasitologica*, 64 (2), 316–330. doi: 10.2478/s11686-019-00047-7
16. Boag, B. (1985). The incidence of helminth parasites from the wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* (L.) in eastern Scotland. *Journal of Helminthology*, 59 (1), 61–69. doi: 10.1017/s0022149x00034507
17. Robinson, G., & Chalmers, R. M. (2010). The european rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), a source of zoonotic cryptosporidiosis. *Zoonoses and Public Health*, 57 (7-8), 1–13. doi: 10.1111/j.1863-2378.2009.01308.x
18. Hernandez, A. D., Boag, B., Neilson, R., & Forrester, N. L. (2018). Variable changes in nematode infection prevalence and intensity after rabbit haemorrhagic disease virus emerged in wild rabbits in Scotland and New Zealand. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 7 (2), 187–195. doi: 10.1016/j.ijppaw.2018.05.002
19. Haupt, W., & Hartung, J. (1984). Endoparasite infestation of the stomach and intestinal tract of feral rabbits from the Leipzig region. *Angewandte Parasitologie*, 25 (2), 65–71.
20. Hajipour, N., & Zavarshani, M. (2020). Ectoparasites and endoparasites of New Zealand white rabbits from North West of Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, 15 (2), 266–271.

Стаття надійшла до редакції: 18.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Хорольський А. А. Порівняльна ефективність методів захиттевої лабораторної діагностики пасалурозу кролів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 224–229.

© Хорольський Анатолій Анатолійович, 2021




original article | UDC 616.99:636.39(477.53) | doi: 10.31210/visnyk2021.03.28

SPREADING PARASITOSSES OF GOATS' GASTRO-INTESTINAL TRACT ON FARMS OF POLTAVA REGION

O. B. Prima^{1*}

ORCID  [0000-0001-7050-822X](https://orcid.org/0000-0001-7050-822X)

N. I. Dmytrenko²

ORCID  [0000-0001-5336-2361](https://orcid.org/0000-0001-5336-2361)

¹ Stepan Gzhytskyj Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

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

*Corresponding author

E-mail: oks.pryima@gmail.com

How to Cite

Prima, O. B., & Dmytrenko, N. I. (2021). Spreading parasitoses of goats' gastro-intestinal tract on farms of Poltava region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 230–235. doi: 10.31210/visnyk2021.03.28

Parasitoses of goats' gastrointestinal tract are widespread throughout the world, including Ukraine, and they cause significant economic damage to farms. Goats of all ages are infected with the causative agents of infestations and they often form parasitocenoses, which are in complex relationship with the host's body. The most common among parasitoses of goats' gastrointestinal tract are helminthiases (moniesiosis, strongylidosis of the digestive organs, trichurosis, strongyloidosis, fasciolosis) and protozooses (eimeriosis). The aim of the research was to investigate the spreading and peculiarities of the course of goats' gastrointestinal tract parasitoses on the farms of Poltava region. The study was conducted in the Laboratory of the Department of Parasitology and Ichthyopathology of S. Z. Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies and on individual peasant farms of Poltava region. The composition of pathogens parasitizing in the gastrointestinal tract of goats, the degree of their infecting and the peculiarities of parasitoses' development were determined. According to the results of the research it has been established that the average prevalence of goats' infestation by pathogens of gastrointestinal parasitoses in Poltava region made 62.96 %. Parasitic fauna of goats is represented by the causative agents of strongylidosis (EI - 45.32 %), trichurosis (28.76 %), eimeriosis (24.40 %), strongyloidosis (10.89 %) and moniesiosis (6.97%). It has been determined that parasitoses of goats' gastrointestinal tract more often occur in the form of mixed invasions, where in 71.97 % of cases the simultaneous parasitizing of two to four pathogens was detected. A total of 11 species of mixed invasions of goats' gastrointestinal tract were identified, of which 6 combinations were two-component, 4 combinations were three-component and 1 combination was four-component. Two-component mixed invasions were the most widespread, which made 83.65 % of the total number of goats suffering from parasitoses. Three-component and four-component mixed invasions accounted for a smaller share – 14.9 and 1.45 %, respectively. The obtained data on the parasitic fauna of goats and the peculiarities of the invasions' development will increase the effectiveness of measures to control and prevent them.

Key words: goats, helminthiases, protozooses, mixed invasions, spreading, prevalence of invasion.

ПОШИРЕННЯ ПАРАЗИТОЗІВ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО КАНАЛУ КІЗ
У ГОСПОДАРСТВАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. Б. Прийма¹, Н. І. Дмитренко²

¹ Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

² Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Паразитози шлунково-кишкового каналу кіз розповсюджені в усьому світі, зокрема і в Україні, та завдають значних економічних збитків господарствам. Збудниками інвазій заражаються кози всіх вікових груп, вони часто формують паразитоценози, які перебувають у складних взаємовідносинах з організмом хазяїна. Найбільшого поширення серед паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз набули гельмінтози (монієзіоз, стронгілідози органів травлення, трихуроз, стронгілідоз, фасціольоз) та протозоози (еймеріози). Метою роботи було дослідити поширення та особливості перебігу паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз у господарствах Полтавської області. Дослідження виконували в лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького та в умовах одноосібних селянських і фермерських господарств Полтавської області. Проведено визначення складу збудників інвазій, що паразитують у шлунково-кишковому каналі кіз, ступеня їх ураження та особливостей перебігу паразитозів. За результатами проведених досліджень встановлено, що середня екстенсивність інвазій кіз збудниками шлунково-кишкових паразитозів на території Полтавської області становила 62,96 %. Паразитофауна кіз представлена збудниками стронгілідозів (ЕІ – 45,32 %), трихурозу (28,76 %), еймеріозу (24,40 %), стронгілідозу (10,89 %) та монієзіозу (6,97 %). Визначено, що паразитози шлунково-кишкового каналу кіз частіше перебігають як мікстинвазії, де у 71,97 % випадках виявлено одночасне паразитування від двох до чотирьох збудників. Усього виявлено 11 різновидів мікстинвазій шлунково-кишкового тракту кіз, з яких 6 комбінацій – це двокомпонентні, 4 комбінації – трикомпонентні та 1 комбінація – чотирикомпонентні. Найбільш поширеними виявилися двокомпонентні мікстинвазії, що становить 83,65 % від загальної кількості хворих на паразитози кіз. Меншу частку становили трикомпонентні та чотирикомпонентні мікстинвазії – 14,9 та 1,45 % відповідно. Отримані дані щодо паразитофауни кіз та особливостей перебігу інвазій дозволять підвищити ефективність заходів із боротьби та профілактики з ними.

Ключові слова: кози, гельмінтози, протозоози, мікстинвазії, поширення, екстенсивність інвазій.

Вступ

Паразитози шлунково-кишкового каналу кіз розповсюджені в багатьох країнах світу. Епізоотичні особливості більшості з них характеризуються хронічним перебігом і невираженими клінічними ознаками. Тому інвазовані тварини тривалий час виділяють з організму збудника до навколишнього середовища, що спричиняє постійне накопичення яєць, ооцист і личинок гельмінтів у місцях утримання і випасання тварин. Також науковці довели, що широкому розповсюдженню паразитозів сприяють такі фактори, як порушення ветеринарно-санітарних правил утримання тварин, несвоєчасне проведення діагностичних та лікувально-профілактичних заходів [1–4].

Дослідники відзначають, що паразитофауна травного тракту кіз достатньо різноманітна і її склад залежить від багатьох факторів, а саме: кліматичних особливостей регіону, умов утримання тварин, дотримання зоогігієнічних і ветеринарних заходів. Водночас автори вказують на те, що найчастіше кишкові паразитози перебігають як асоціативні інвазії і зумовлюють більш високий ступінь патогенного впливу на організм тварин [5–9].

Автори з'ясували, що у Південно-Східній Ефіопії 55,47 % кіз виявилися ураженими збудниками гельмінтозів, зокрема *Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp., *Oesophagostomum* sp., *Strongyloides* sp. та *Bunostomum* sp., які перебігали здебільшого як мікстинвазії [10].

В окремих регіонах Південно-Східної Азії виявлено значне поширення шлунково-кишкових паразитів у кіз, де показник екстенсивності інвазії сягав 96%. Найбільш поширеними були *Eimeria* spp. (ЕІ – 96 %), збудники трихостронгілідозів (ЕІ – 77,1 %). Рідше виявляли *Trichuris* spp. (ЕІ – 35 %) та *Moniezia expansa* (ЕІ – 14 %). Рівень змішаної інвазії становив 84,8 %, тоді як моноінвазії виявлено у 15,2 % інвазованих тварин. Середні значення кількості яєць та ооцист у грамі фекалій становили від 50 до 600 та від 50 до 29800 відповідно [11].

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

У Новій Гвінеї 89 % кіз було уражено одним або декількома видами шлунково-кишкових паразитів. Паразитофауна була представлена стронгілідами – 85,5 %; еймеріями – 16,4 %, стронгілоїдесами – 23,6 %, фасціолами – 18,2 %, трихурисами – 3,6 %, нематодірусами – 3,6 %, моніезіями – 9,1 % та диктіокаулами – 3,6 %. Дослідники зазначили, що високі показники паразитизму кіз пов'язані з порушенням ветеринарно-санітарних правил утримання тварин [12].

На території Західної Африки 90,8 % кіз були заражені щонайменше одним із десяти різних паразитів (еймерії, стронгіліди органів травлення, трихуриси, дикроцелії, фасціоли, моніезії). Найбільш поширеним виявився еймеріоз, де екстенсивність інвазії становила 78,4 %. Науковці зазначають, що більшість (64,5 %) інвазованих кіз мали мікстинвазії, які склалися з двох – п'яти паразитів [13].

Отже, встановлення поширеності, видового складу та особливостей розподілу збудників в організмі кіз за наявності паразитозів у різних клімато-географічних регіонів є актуальним напрямом досліджень [14–17].

Тому *метою* досліджень було дослідити поширення та особливості перебігу паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз у господарствах Полтавської області. Для досягнення мети необхідно розв'язати такі *задачі*: встановити паразитофауну збудників шлунково-кишкового каналу кіз; визначити показники ураженості кіз збудниками паразитозів; дослідити особливості перебігу паразитозів кіз.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2019–2021 рр. у лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького та в умовах одноосібних селянських та фермерських господарств Полтавської області (Полтавський, Зіньківський, Машівський, Миргородський, Шишацький, Великобагачанський, Гребінківський та Карлівський райони).

Досліджували кіз віком від 4 міс. до 5 років місцевих порід (альпійська, ламанча, зааненська, нубійська, змішані). Гельмінтооскопію проб проводили за кількісним методом [18], вираховували кількість яєць або ооцист у 1 г фекалій (яєць/г, ооцист/г). Основним показником ураження кіз збудниками паразитозів була екстенсивність інвазії (ЕІ, %). Усього досліджено 459 тварин.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень виявлено, що на території Полтавської області 62,96 % досліджених кіз виявилися ураженими збудниками паразитозів шлунково-кишкового каналу (табл. 1).

1. Поширення паразитозів шлунково-кишкового тракту кіз у господарствах Полтавської області

Район	Досліджено (гол.)	Інвазовано (гол.)	ЕІ, %
Полтавський	103	79	76,69
Зіньківський	41	20	48,78
Машівський	39	27	69,23
Миргородський	63	49	77,78
Шишацький	75	35	46,67
Великобагачанський	50	33	66,00
Гребінківський	28	24	85,71
Карлівський	60	22	36,67
Всього по області	459	289	62,96

Причому залежно від досліджуваного регіону показники екстенсивності інвазії коливалися в межах від 36,67 % (Карлівський район) до 85,71 % (Гребінківський район).

Виявлено, що паразитофауна кіз була представлена збудниками стронгілідозів (ЕІ – 45,32 %), трихуриозу (ЕІ – 28,76 %), еймеріозу (ЕІ – 24,40 %), стронгілоїдозу (ЕІ – 10,89 %) та моніезіозу (ЕІ – 6,97 %) (рис. 1).

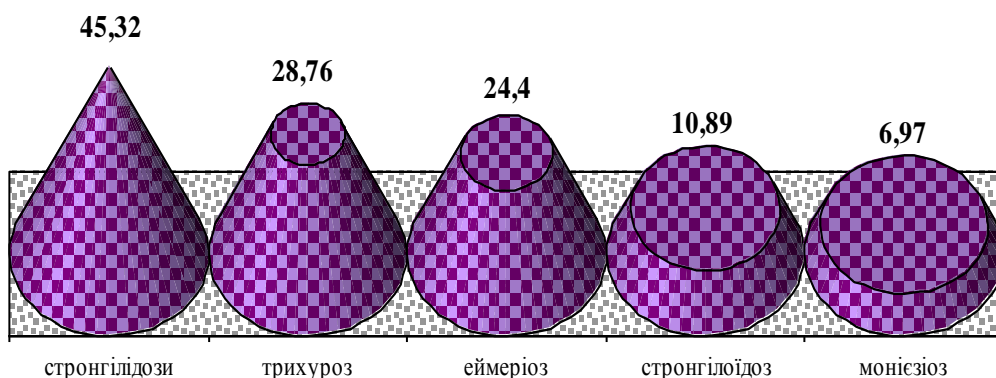


Рис. 1. Показники екстенсивності інвазій (%) кіз у господарствах Полтавської області

Одночасно встановлено, що у 71,97 % випадках виявлено асоціативний перебіг паразитозів у кіз, склад яких коливався від двох до чотирьох збудників (рис. 2).

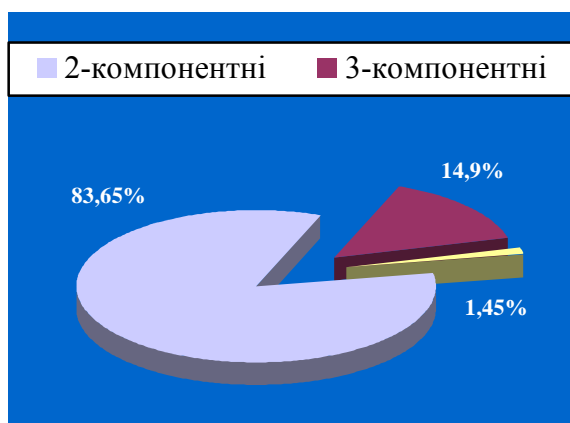


Рис. 2. Особливості перебігу паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз

Так, найбільш поширеними виявилися двокомпонентні мікстинвазії – 83,65 % від загальної кількості хворих на паразитози кіз. Меншу частку становили трикомпонентні мікстинвазії – 14,9 %. Мікстинвазії, що склалися з чотирьох збудників, становили лише 1,45 % від загальної кількості хворих на паразитози кіз.

Усього виявлено 11 комбінацій збудників мікстинвазій шлунково-кишкового тракту кіз (табл. 2).

2. Різновиди шлунково-кишкових мікстинвазій кіз у господарствах Полтавської області

№ з/п	Асоціації паразитів	Уражено (гол.)	% від мікстинвазій (n=208)	EI, % (n=459)
1.	стронгілідози + трихуриси	53	25,48	11,55
2.	стронгілідози + еймерії	40	19,23	8,71
3.	стронгілідози + стронгілоїдеси	36	17,31	7,84
4.	трихуриси + еймерії	27	12,98	5,88
5.	стронгілідози + монієзії	14	6,73	3,05
6.	трихуриси + монієзії	4	1,92	0,87
7.	стронгілідози + трихуриси + еймерії	15	7,21	3,27
8.	трихуриси + еймерії + стронгілоїдеси	7	3,36	1,53
9.	стронгілідози + трихуриси + монієзії	5	2,40	1,09
10.	стронгілідози + трихуриси + стронгілоїдеси	4	1,92	0,87
11.	стронгілідози + трихуриси + стронгілоїдеси + еймерії	3	1,44	0,65

Двокомпонентні мікстінвазії склалися зі збудників стронгілідозів, трихурузу, еймеріозу, стронгілоїдозу та монієзіозу, де ЕІ коливалася в межах від 0,87 до 11,55 % (від 1,92 до 25,48 % від виявлених мікстінвазій). З трикомпонентних мікстінвазій виявляли чотири різновиди, а саме: стронгілідозно-трихурузно-еймеріозна (ЕІ – 3,27 % та 7,21 % від мікстінвазій), трихурузно-еймеріозно-стронгілоїдозна (ЕІ – 1,53 % та 3,36 % від мікстінвазій), стронгілідозно-трихурузно-монієзіозна (ЕІ – 1,09 % та 2,40 % від мікстінвазій), стронгілідозно-трихурузно-стронгілоїдозна (ЕІ – 0,87 % та 1,92 % від мікстінвазій). Чотирикомпонентна асоціація була представлена одним різновидом, де в організмі тварин діагностували одночасне паразитування стронгілід, трихурисів, стронгілоїдесів та еймерій (ЕІ – 0,65 % та 1,44 % від мікстінвазій).

Отже, результати проведених досліджень свідчать, що паразитози шлунково-кишкового каналу кіз є поширеними захворюваннями кіз у господарствах Полтавської області, де екстенсивність інвазії становить 62,96 %. Паразитофауна представлена збудниками стронгілідозів (ЕІ – 45,32 %), трихурузу (ЕІ – 28,76 %), еймеріозу (ЕІ – 24,40 %), стронгілоїдозу (ЕІ – 10,89 %) та монієзіозу (ЕІ – 6,97 %). Про значне поширення вищезазначених збудників свідчать наукові праці багатьох авторів, де показники екстенсивності інвазії за наявності стронгілідозів сягали 85,5 %, за еймеріозу – 63–100 %, за стронгілоїдозу – 42 %, за трихурузу – 33,7 %, за монієзіозу – 9,1 % [12, 19–21].

Доведено, що в умовах одноосібних та фермерських господарств Полтавської області паразитози у 71,97 % випадках перебігають як мікстінвазії, що складаються з двох–чотирьох збудників. Отримані дані узгоджуються із даними більшості науковців, які свідчать про домінування асоціативних інвазій у кіз над моноінвазіями, що обумовили ураження тварин одночасно декількома видами шлунково-кишкових паразитів [11–13].

Висновки

Інвазійні хвороби кіз, спричинені шлунково-кишковими паразитами, мають значне розповсюдження на території Полтавської області, середня екстенсивність інвазії сягає 62,96 %. Найбільш поширеними серед виявлених паразитозів були стронгілідози, трихуруз та еймеріоз, екстенсивність інвазії становила 45,32 %, 28,76 % та 24,40 % відповідно. Рідше виявляли стронгілоїдоз та монієзіоз – 10,89 та 6,97 % відповідно. Паразитози у кіз частіше (71,97 %) перебігають як мікстінвазії, де виявлено 11 різновидів, з яких найчастіше встановлювали двокомпонентні асоціації паразитів (83,65 %). Рідше діагностували три- та чотирикомпонентні асоціації паразитів (14,90 та 1,45 % відповідно).

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях плануємо вивчити видовий склад збудників паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз за результатами гельмінтологічного розтину.

References

1. Zanzani, S. A., Gazzonis, A. L., Alberti, E., Neilly, T. M., Villa, L., & Manfredi, M. T. (2020). Gastrointestinal nematode infections in goats: differences between strongyle faecal egg counts and specific antibody responses to *Teladorsagia circumcincta* in Nera di Verzasca and Alpine goats. *Parasitology Research*, 119 (8), 2539–2548. doi: 10.1007/s00436-020-06767-4
2. Sharma, R. N. (2018). Gastrointestinal parasites in small ruminants from Grenada, West Indies: A coprological survey and a review of necropsy cases. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 13, 130–134. doi: 10.1016/j.vprsr.2018.05.004
3. Nwosu, C. O., Madu, P. P., & Richards, W. S. (2007). Prevalence and seasonal changes in the population of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *Veterinary Parasitology*, 144 (1-2), 118–124. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.004
4. Matsepe, L. G., Molapo, S., Phalatsi, M., & Phororo, M. (2021). Prevalence and fecal egg load of gastrointestinal parasites of Angora goats in four agro-ecological zones in Lesotho. *Veterinary World*, 14 (2), 339–346. doi: 10.14202/vetworld.2021.339-346
5. Alberti, E. G., Zanzani, S. A., Gazzonis, A. L., Zanatta, G., Bruni, G., Villa, M., Rizzi, R., & Manfredi, M. T. (2014). Effects of gastrointestinal infections caused by nematodes on milk production in goats in a mountain ecosystem: comparison between a cosmopolite and a local breed. *Small Ruminant Research*, 120, 155–163. doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.04.017

6. Suarez, V. H., Martínez, G. M., Viñabal, A. E., & Alfaro, J. R. (2017). Epidemiology and effect of gastrointestinal nematodes on dairy goats in Argentina. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 84 (1), 1–5. doi: 10.4102/ojvr.v84i1.1240
7. Ratanapob, N., Arunvipas, P., Kasemsuwan, S., Phimpraphai, W., & Panneum, S. (2012). Prevalence and risk factors for intestinal parasite infection in goats raised in Nakhon Pathom Province, Thailand. *Tropical Animal Health and Production*, 44 (4), 741–745. doi: 10.1007/s11250-011-9954-6
8. Di Cerbo, A. R., Roncari, S., Zanzani, S., Bencetti, F., & Manfredi, M. T. (2006). Gastrointestinal parasites in goat farms from Bergamo province (Lombardy, north Italy). *Parassitologia*, 48 (3), 385–389.
9. Guimarães, A., Gouveia, A. M., do Carmo, F. B., Gouveia, G. C., Silva, M. X., Vieira, L., & Molento, M. B. (2011). Management practices to control gastrointestinal parasites in dairy and beef goats in Minas Gerais; Brazil. *Veterinary Parasitology*, 176 (2-3), 265–269. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.10.049
10. Zeryehun, T. (2012). Helminthosis of sheep and goats in and around Haramaya, Southeastern Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 4 (3), 48–55. doi:10.5897/JVMAH12.0014
11. Win, S. Y., Win, M., Thwin, E. P., Htun, L. L., Hmoon, M. M., Chel, H. M., Thaw, Y. N., Soe, N. C., Phyto, T. T., Thein, S. S., Khaing, Y., Than, A. A., & Bawm, S. (2020). Occurrence of gastrointestinal parasites in small ruminants in the central part of Myanmar. *Journal of Parasitology Research*, 2020, 1–8. doi: 10.1155/2020/8826327
12. Koinari, M., Karl, S., Ryan, U., & Lymbery, A. J. (2013). Infection levels of gastrointestinal parasites in sheep and goats in Papua New Guinea. *Journal of Helminthology*, 87 (4), 409–415. doi: 10.1017/S0022149X12000594
13. Squire, S. A., Robertson, I. D., Yang, R., Ayi, I., & Ryan, U. (2019). Prevalence and risk factors associated with gastrointestinal parasites in ruminant livestock in the Coastal Savannah zone of Ghana. *Acta Tropica*, 199, 105126. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.105126
14. Garippa, G. (2006). Profilassi ambientale delle strongilosi gastrointestinali degli ovini e dei caprini. *Parassitologia*, 48 (3), 419–422.
15. Maurizio, A., Stancampiano, L., Tessarin, C., Pertile, A., Pedrini, G., Asti, C., Terfa, W., Frangipane di Regalbono, A., & Cassini, R. (2021). Survey on endoparasites of dairy goats in North-Eastern Italy using a farm-tailored monitoring approach. *Veterinary Sciences*, 8 (5), 69. doi: 10.3390/vetsci8050069
16. Zanzani, S. A., Gazzonis, A. L., Di Cerbo, A., Varady, M., & Manfredi, M. T. (2014). Gastrointestinal nematodes of dairy goats, anthelmintic resistance and practices of parasite control in Northern Italy. *BMC Veterinary Research*, 10, 114. doi: 10.1186/1746-6148-10-114
17. Hoste, H., Chartier, C., & Le Frileux, Y. (2002). Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk. *Veterinary Research*, 33 (5), 531–545. doi: 10.1051/vetres:2002037
18. Trach, V. N. (1992). Rekomendacii po primeneniju novogo metoda ucheta jaic gel'mintov i cist prostejshih v fekalijah zhivotnyh. Kiev: Gosagroprom USSR [in Russian].
19. Korchan, L. M., & Kornijenko, M. V. (2013). Strongiloi'doz u kiz. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 107–110. doi: 10.31210/visnyk2013.04.28 [in Ukrainian].
20. Korchan, L. M., Pryhodko, Ju. O., Korchan, M. I., & Temnyj, M. V. (2015). Poshyrennja tryhurozu kiz u Lisostepovij zoni Ukrai'ny. *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotekhnologij imeni SZ Gzhyc'kogo*, 17 (2), 78–82. [in Ukrainian].
21. Yevstafieva, V. O., Korchan, L. M., Korchan, M. I., & Mordovceva, O. M. (2014). Ejmerioz kiz v umovah osobystyh pidsobnyh gospodarstv mista Poltava. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 43–46. doi: 10.31210/visnyk2014.01.11 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 19.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Прийма О. Б., Дмитренко Н. І. Поширення паразитозів шлунково-кишкового каналу кіз у господарствах Полтавської області. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 230–235.

© Прийма Оксана Богданівна, Дмитренко Надія Іванівна, 2021



original article | UDC 616.99:636.5 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.29

SPREADING OF HEN GASTROINTESTINAL PARASITOSESES

O. V. Kruchynenko

ORCID  [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437)

Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kruchynenko, O. V. (2021). Spreading of hen gastrointestinal parasitoses. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 236–241. doi: 10.31210/visnyk2021.03.29

In Ukraine, one of the most common hen gastrointestinal invasions are representatives of the protozoa of *Eimeria* spp. (Schneider, 1875) and nematodes *Ascaridia galli* (Schränk, 1788), *Heterakis gallinarum* (Schränk, 1788), *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846), and helminths of *Capillaria* genus (Zeder, 1800). The causative agents of these parasitic diseases are localized in the gastrointestinal tract and are harmful to the host. These types of parasites impede the development of poultry farming in Ukraine, as they cause considerable economic damage to poultry farms, regardless of their ownership. As a result of the disease, the poultry lag behind in growth and development, their productivity decreases, feed costs per unit of output increase, and in some cases mortality is registered. Helminthiases and eimeriases dominate among poultry endoparasitoses and cause serious diseases, especially in young poultry. Therefore, the aim of the study was to establish the spreading of hen gastrointestinal parasites in Poltava district of Poltava region, Bohodukhiv district of Kharkiv region and Okhtyrka district of Sumy region. The paper presents the results of parasitological examination of hens for gastrointestinal parasitoses. Dung samples (at least 25 from each group) were taken from poultry houses where poultry of different age groups were kept. Laboratory studies were carried out in the Scientific Laboratory of the Department of Parasitology of Poltava State Agrarian University. Diagnostics was conducted by the modified method of McMaster (McM) with a sensitivity of 50 EHF. To do this, we took 2 g of feces and 28 ml of saturated salt solution, the specific gravity of which was 1.20. The studies have shown a significant spreading of hen parasitic diseases caused by *Eimeria* spp. (Schneider, 1875) and gastrointestinal nematodes: *Ascaridia galli* (Schränk, 1788), *Heterakis gallinarum* (Schränk, 1788), *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846) and helminths of *Capillaria* genus (Zeder, 1800). It has been established that poultry association invasions prevail over mono-invasions. It has been registered that the highest EI values in poultry are observed at ascarids (38.6 %) and heterakises (29.6 %) parasitizing, while the lowest – at eimeries (13.6 %) and trichostrongyluses (14.3 %) parasitizing. The obtained data have both scientific and practical value, as they supplement the existing data on the species diversity of pathogens of hen parasitic diseases and the peculiarities of their spreading in different regions of our country.

Key words: hens, *Eimeria* spp., *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Trichostrongylus tenuis*, *Capillaria* spp.

ПОШИРЕННЯ ШЛУНКОВО-КИШКОВИХ ПАРАЗИТОЗІВ У КУРЕЙ

O. B. Кручиненко

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

На території України одними з найпоширеніших шлунково-кишкових інвазій у курей вважаються представники найпростіших організмів *Eimeria* spp. (Schneider, 1875) та нематоду *Ascaridia galli* (Schränk, 1788), *Heterakis gallinarum* (Schränk, 1788), *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846), а також гельмінти роду *Capillaria* (Zeder, 1800). Збудники названих паразитарних захворювань локалізуються у шлунково-кишковому каналі та завдають шкоди організму господаря. Зазначені види паразитів

перешкоджають розвитку птахівництва в Україні, оскільки завдають значних економічних збитків птахівничим господарствам незалежно від форми власності. Наслідком захворювання птиці є відставання в рості і розвитку, зниження її продуктивності, зростання витрат на корми на одиницю продукції, а подекуди реєструють і летальні випадки. Гельмінтози та еймеріози домінують серед ендopаразитозів сільськогосподарської птиці і спричиняють тяжкі захворювання, особливо у молодняку. Отож, метою проведеного дослідження було встановити поширення шлунково-кишкових паразитів у курей на території Полтавського району Полтавської області, Богодухівського району Харківської області та Охтирського району Сумської області. У роботі наведено результати паразитологічного обстеження поголів'я курей щодо шлунково-кишкових паразитозів. Проби посліду (не менше 25 з кожної групи) відбирали із пташників, де утримувалася птиця різних вікових груп. Лабораторні дослідження проведені в науковій лабораторії кафедри паразитології Полтавського державного аграрного університету. Діагностику проводили модифікованим методом МакМастера (McM) з чутливістю 50 яєць у грамі посліду. Для цього ми брали 2 г посліду і 28 мл насиченого розчину кухонної солі, питома вага якого становила 1,20. За результатами проведених досліджень з'ясовано значне поширення паразитарних захворювань курей, збудниками яких виявилися *Eimeria* spp. (Schneider, 1875) і шлунково-кишкові нематоди: *Ascaridia galli* (Schrank, 1788), *Heterakis gallinarum* (Schrank, 1788), *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846) та гельмінтів роду *Capillaria* (Zeder, 1800). Встановлено, що асоціативні інвазії у птиці переважають над моноінвазіями. Зареєстровано, що найвищі показники EI у курей спостерігаються у разі паразитування аскаридій (38,6 %) та гетеракисів (29,6 %), водночас найнижчі – у разі паразитування еймерій (13,6 %) та трихостронгілюсів (14,3 %). Отримані дані мають як наукову, так і практичну цінність, оскільки доповнюють уже наявні дані щодо видового різноманіття збудників паразитарних захворювань курей та особливостей їхнього поширення на території різних регіонів нашої держави.

Key words: кури, *Eimeria* spp., *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Trichostrongylus tenuis*, *Capillaria* spp.

Вступ

Однією з найбільш технологічно розвинених галузей сільського господарства є птахівництво, оскільки воно здатне забезпечити населення високоякісними дієтичними продуктами харчування та нарощувати темпи виробництва [2]. Розвитку птахівництва в Україні заважають паразитози птиці, які є однією з найсерйозніших перешкод, оскільки завдають значних економічних збитків (птиця відстає у рості і розвитку, зростають витрати кормів на одиницю продукції). Гельмінтози та еймеріози домінують серед ендopаразитозів сільськогосподарської птиці і спричиняють тяжкі захворювання, особливо у молодняку [7]. У разі паразитування гельмінтів та еймерій виникають гіповітамінози, відбувається ослаблення загальної резистентності організму, паразити сприяють проникненню в організм збудників інфекційних захворювань [2].

З-поміж шлунково-кишкових інвазій у птиці найчастіше виявляють *Eimeria* spp., *Ascaridia galli*, *Capillaria obsignata*, *Heterakis gallinarum* і *Trichostrongylus tenuis* [3–10, 12, 17]. Проведені дослідження свідчать, що 43,6 % самців та 41,2 % самок курчат були уражені *Eimeria* spp. Серед обстежених курчат вищий ступінь ураження спостерігався у молодшій віковій групі (51,0 %), ніж у дорослих курей (36,7 %) [13]. Інші дослідження, проведені у двох штатах Північної Індії, дали змогу виявити, що з 58 птахофабрик, обстежених на наявність шлунково-кишкових паразитів, 81,03 % були позитивними щодо *Eimeria* spp., 15,5 % щодо *Ascaridia galli*, 3,4 % щодо *Heterakis gallinarum*, 1,7 % щодо *Syngamus trachea*, 5,2 % щодо *Capillaria* spp., 1,7 % щодо *Raillietina* spp., 1,7 % щодо *Trichostrongylus tenuis*. У бройлерних фермах поширеність *Eimeria* spp. була вищою (88,2 %) порівняно з іншими фермами (71,4 %) та домашнім птахівництвом (70,0 %) [5].

Результати досліджень показали, що *A. galli* досить поширена на території Європейського континенту. У середньому екстенсивність гельмінтозної інвазії була 69,5 %, а за умови патолого-анатомічного розтину – її становила 10 екземплярів на голову. Середня поширеність та інтенсивність інвазії щодо *Heterakis* spp. складала 29,0 % та 16 екз./гол. з великою різницею між країнами. В середньому кури виділяли 576 яєць аскаридій в 1 г посліду [11].

Досить часто співчленами паразитоценозу у птиці разом зі збудником капіляріозу можуть бути нематоди, цестоди та найпростіші організми. Зокрема капілярії частіше реєстрували у комбінації з двома (62,9 %) або трьома (27,5 %) видами паразитів. Дослідники з'ясували, що одночасно паразитували у вигляді капіляріозно-гангулетеракозної, капіляріозно-амідостомозної та капіляріозно-еймеріозної асоціативних інвазій. Капіляріозна моноінвазія була діагностована у 25,6 % хворої птиці [18].

За результатами проведеного епізоотологічного моніторингу щодо поширення гельмінтозів і еймеріозів курей у господарствах степової зони України з'ясовано, що протягом зимово-весняного періоду птиця, уражена аскаридями з ЕІ від 5 до 100 %, капіляріями – від 8 до 100 %, гетеракісами – від 4 до 100 %, томінксами – від 16 до 24 % й трихостронгілюсами – від 24 до 40 % [7].

Встановлено, що приватні птахівничі господарства Полтавської області з долівковим типом утримання неблагополучні щодо аскаридіозу, капіляріозу, гетеракозу, сингамозу та еймеріозу. Також було з'ясовано, що П коливалась у межах 2,3–6,8 екземплярів яєць в одній краплі досліджуваної рідини, а еймеріозної, відповідно, 24,6 ооцист в одній краплі [20].

Отже, метою наших досліджень було встановити поширення шлунково-кишкових паразитів у курей на території Полтавського, Богодухівського та Охтирського районів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили упродовж лютого-березня 2021 року на базі наукової лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та одноосібних селянських господарств Полтавського району Полтавської області, Богодухівського району Харківської області та Охтирського району Сумської області.

Під час паразитологічного обстеження поголів'я основними показниками ураження курей збудниками гельмінтозів та протозоозів були екстенсивність та інтенсивність інвазії (ЕІ та І). Проби посліду (не менше 25 з кожної групи) відбирали з пташників, де утримували птицю різних вікових груп. Кожну пробу упаковували в целофановий пакет і в той же день направляли для досліджень до лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету.

Діагностику проводили модифікованим методом МакМастера (МсМ) з чутливістю 50 ЯГП [1]. Для цього ми брали 2 г посліду і 28 мл насиченого розчину кухонної солі (ПВ=1,20). Обрахунок здійснювали із застосуванням персонального комп'ютера за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel 2016.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами вивчення епізоотичної ситуації та наслідками паразитологічних обстежень в особистих селянських господарствах Полтавського, Богодухівського та Охтирського районів встановлено наявність як протозоозів, так і гельмінтозів. Зареєстровано *Eimeria* spp. (Schneider, 1875) і шлунково-кишкові нематоди: *Ascaridia galli* (Schränk, 1788), *Heterakis gallinarum* (Schränk, 1788), *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846) та гельмінтів роду *Capillaria* (Zeder, 1800). Виявлено, що з числа паразитозів курей найбільший відсоток становили асоціативні інвазії – 71,3 %. Моноінвазії реєстрували у 28,7 % обстеженого поголів'я (рис. 1).

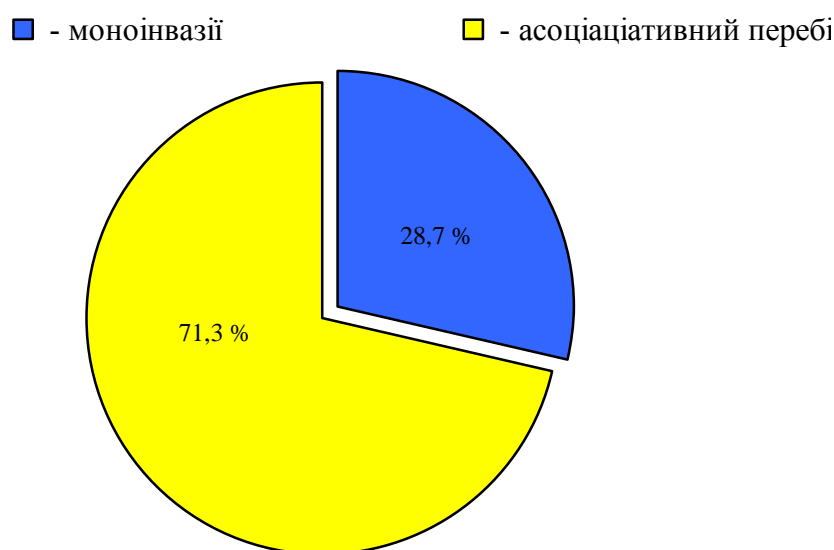


Рис. 1. Екстенсивність моно- та асоціативних інвазій у курей

Проведені копроовоскопічні дослідження дали змогу виявити, що інвазованість поголів'я курей в одноосібних господарствах Полтавського району в середньому становила: еймеріями – 13,0 %,

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

аскаридіями – 43,1 %, гетеракисами – 33,3 %, капіляріями – 28,4 % та трихостронгілюсами – 15,4 % (табл. 1). Схожа тенденція спостерігалась і при дослідженні поголів'я птиці Богодухівського та Охтирського районів. У результаті наших досліджень встановлено, що в середньому екстенсивність інвазії у курей була найнижчою у разі паразитування еймерій (13,6 %) та трихостронгілюсів (14,3 %). Водночас найвищі показники ураження птиці були відмічені у разі паразитування аскаридій (38,6 %) та гетеракисів (29,6 %).

1. Поширення кишкових паразитозів курей

Район	Поголів'я господарств, голів	Екстенсивність інвазії, %				
		Е	А	Г	Т	К
Полтавський	123	13,0	43,1	33,3	15,4	28,4
Богодухівський	138	12,3	35,5	26,8	14,5	22,5
Охтирський	164	15,2	37,8	29,3	13,4	24,4
Всього	425	13,6	38,6	29,6	14,3	24,9

Примітки: Е – еймерії, А – аскаридії, Г – гетеракиси, К – капілярії, Т – трихостронгілюси.

Показники інтенсивності кишкових паразитозів також мали певну залежність від виду збудника (табл. 2).

2. Інтенсивність інвазії кишкових паразитозів у курей

Район	Поголів'я господарств, голів	Середня інтенсивність інвазії, екз. в 1 г				
		Е	А	Г	Т	К
Полтавський	123	130±71,5	285±131,3	255±132,2	165±81,4	140±69,2
Богодухівський	138	110±51,6	310±139,0	240±130,8	145±77,9	135±62,3
Охтирський	164	120±61,7	260±124,3	225±118,4	160±85,7	150±81,6

Примітки: Е – еймерії, А – аскаридії, Г – гетеракиси, К – капілярії, Т – трихостронгілюси.

За результатами проведених досліджень з'ясовано, що інтенсивність інвазії в 1 г посліду була найвищою в середньому в разі паразитування *Ascaridia galli* та *Heterakis gallinarum*, тоді як найнижчою – у разі паразитування *Eimeria* spp.

Згідно з мікроскопічними дослідженнями було встановлено, що 96 % ферм були позитивними щодо еймеріозу. У результаті досліджень науковці з'ясували, що *E. maxima* (63,7 %) та *E. acervulina* (63,3 %) – найпоширеніші види [8]. У наших дослідженнях еймеріоз мав найнижчі показники ЕІ та ІІ. За результатами проведених досліджень у господарствах Житомирської області найбільш поширеними інвазіями курей були: гетеракоз, аскаридіоз, сингамоз та еймеріоз. Максимальна ураженість гельмінтами та еймеріями була виявлена у птиці віком 50–90 діб (ЕІ – 60,9–61,1 %), дещо менша 10–50 діб (ЕІ – 40,9–41,9 %) та 3–12 місяців (ЕІ – 41,6–26,3 %). Пік інвазії припадав на осінньо-зимовий період. *Ascaridia galli* домінував у курей [2]. Інші дослідження свідчать, що гельмінт *Heterakis gallinarum* (43,3 %) переважав серед нематод, далі був *A. galli* (26,7 %) [13].

Дослідники виявили, що середня інвазованість курей збудниками капіляріозу у птахогосподарствах Полтавської області не перевищувала 57,8 %. Було з'ясовано, що капіляріоз курей перебігав переважно у складі мікстинвазій (55,9 %), компонентами яких були гетеракиси (43,3 %) й аскаридії (40,0 %) [19]. У наших дослідженнях найвищі показники ЕІ спостерігались у разі паразитування аскаридій.

Наші дані підтверджують результати проведеного науковцями мета-аналізу. У тому дослідженні зазначається, що в популяціях курей, зокрема *Ascaridia galli* (35,9 %), *Heterakis gallinarum* (28,5 %) й *Capillaria* spp. (5,90 %) є найбільш поширеними гельмінтозними інвазіями [10]. Інше паразитологічне дослідження вказує на те, що *Ascaridia galli* (69,8 %) та *Heterakis gallinarum* (13,5 %) були домінуючими видами нематод [9].

Отже, ми отримали дані стосовно поширення збудників паразитозів птиці в особистих селянських господарствах Полтавського, Богодухівського та Охтирського районів за показниками ЕІ та ІІ. З'ясовано, що з числа паразитозів курей найбільший відсоток становили асоціативні інвазії. Доведено, що ураженість курей була максимальною у разі паразитування аскаридій та гетеракисів, тоді як мінімальною – у разі паразитування еймерій та трихостронгілюсів.

Висновки

Асоціативні інвазії у птиці переважають над моноінвазіями. Встановлено, що кури із одноосібних господарств Полтавського, Богодухівського й Охтирського районів інвазовані такими видами паразитів: *Eimeria* spp. (Schneider, 1875), *Ascaridia galli* (Schrank, 1788), *Heterakis gallinarum* (Schrank, 1788), *Trichostrongylus tenuis* (Mehlis, 1846) та гельмінтів роду *Capillaria* (Zeder, 1800). З'ясовано, що найвищі показники ЕІ у курей спостерігаються у разі паразитування аскаридій (38,6 %) та гетеракисів (29,6 %), водночас найнижчі – у разі паразитування еймерій (13,6 %) та трихостронгілюсів (14,3 %).

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні лікувальної ефективності протипаразитарних препаратів за наявності паразитозів курей.

References

1. Daş, G., Klauser, S., Stehr, M., Tuchscherer, A., & Metges, C. C. (2020). Accuracy and precision of McMaster and Mini-FLOTAC egg counting techniques using egg-spiked faeces of chickens and two different flotation fluids. *Veterinary Parasitology*, 283, 109158. doi: 10.1016/j.vetpar.2020.109158
2. Galat, V. F., Dovhii, Yu. Yu., & Dovhii, M. Yu. (2016). Poshyrennia kyshkovykh parazytoziv silskohospodarskykh ptakhiv u hospodarstvakh Zhytomyrskoi oblasti. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahrokolohichnoho Universytetu*, 1 (1 (53)), 188–193. [In Ukrainian].
3. Huang, Y., Ruan, X., Li, L., & Zeng, M. (2017). Prevalence of *Eimeria* species in domestic chickens in Anhui province, China. *Journal of Parasitic Diseases*, 41 (4), 1014–1019. doi: 10.1007/s12639-017-0927-1
4. Kaufmann, F., Daş, G., Sohnrey, B., & Gauly, M. (2011). Helminth infections in laying hens kept in organic free range systems in Germany. *Livestock Science*, 141 (2-3), 182–187. doi: 10.1016/j.livsci.2011.05.015
5. Kumar, S., Garg, R., Ram, H., Maurya, P. S., & Banerjee, P. S. (2013). Gastrointestinal parasitic infections in chickens of upper gangetic plains of India with special reference to poultry coccidiosis. *Journal of Parasitic Diseases*, 39 (1), 22–26. doi: 10.1007/s12639-013-0273-x
6. Lan, L.-H., Sun, B.-B., Zuo, B.-X.-Z., Chen, X.-Q., & Du, A.-F. (2017). Prevalence and drug resistance of avian *Eimeria* species in broiler chicken farms of Zhejiang province, China. *Poultry Science*, 96 (7), 2104–2109. doi: 10.3382/ps/pew499
7. Marshalkina, T. V., & Sentiurin, V. V. (2016). Biolohiia kyshkovykh parazytoziv kurei ta indykiv v umovakh Stepu Ukrainy. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoï Zony NAAN Ukrainy*, 11, 163–166. [In Ukrainian].
8. Moraes, J. C., França, M., Sartor, A. A., Bellato, V., de Moura, A. B., Magalhães, M. de L. B., de Souza, A. P., & Miletti, L. C. (2015). Prevalence of *Eimeria* spp. in broilers by multiplex PCR in the southern region of Brazil on two hundred and fifty farms. *Avian Diseases*, 59 (2), 277–281. doi: 10.1637/10989-112014-reg
9. Sarba, E. J., Bayu, M. D., Gebremedhin, E. Z., Motuma, K., Leta, S., Abdisa, K., Kebebew, G., & Borena, B. M. (2019). Gastrointestinal helminths of backyard chickens in selected areas of West Shoa Zone Central, Ethiopia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 15, 100265. doi: 10.1016/j.vprsr.2019.100265
10. Shifaw, A., Feyera, T., Walkden-Brown, S. W., Sharpe, B., Elliott, T., & Ruhnke, I. (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 100 (5), 101082. doi: 10.1016/j.psj.2021.101082
11. Thapa, S., Hinrichsen, L. K., Brenninkmeyer, C., Gunnarsson, S., Heerkens, J. L. T., Verwer, C., Niebuhr, K., Willett, A., Grilli, G., Thamsborg, S. M., Sørensen, J. T., & Mejer, H. (2015). Prevalence and magnitude of helminth infections in organic laying hens (*Gallus gallus domesticus*) across Europe. *Veterinary Parasitology*, 214 (1-2), 118–124. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.10.009
12. Tsegaye, A. A., & Miretie, A. A. (2021). Chicken ascariasis and heterakiasis: prevalence and associated risk factors, in Gondar city, northwest Ethiopia. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 12, 217–223. doi: 10.2147/vmrr.s323284
13. Van, N. T. B., Cuong, N. V., Yen, N. T. P., Nhi, N. T. H., Kiet, B. T., Hoang, N. V., Hien, V. B., Thwaites, G., Carrique-Mas, J. J., & Ribas, A. (2019). Characterisation of gastrointestinal helminths and their impact in commercial small-scale chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. doi:10.1101/628024
14. Wondimu, A., Mesfin, E., & Bayu, Y. (2019). Prevalence of Poultry Coccidiosis and Associated Risk Factors in Intensive Farming System of Gondar Town, Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2019, 1–6. doi: 10.1155/2019/5748690

15. Wongrak, K., Daş, G., Moors, E., Sohnrey, B., & Gauly, M. (2014). Establishment of gastro-intestinal helminth infections in free-range chickens: a longitudinal on farm study. *Berliner und Munchener tierarztliche Wochenschrift*, 127 (7-8), 314–321.

16. Wuthijaree, K., Lambertz, C., & Gauly, M. (2017). Prevalence of gastrointestinal helminth infections in free-range laying hens under mountain farming production conditions. *British Poultry Science*, 58 (6), 649–655. doi: 10.1080/00071668.2017.1379049

17. Yatusевич, A. I., & Saroka, A. M. (2020). Gel`minty` i gel`mintozy` indeek v severo-vostochnom regione Respubliki Belarus`. *Zhivotnovodstvo i Veterinarnaya Meditsina*, (2), 48–52 [In Russian].

18. Yeresko, V. I., & Kovalenko, V. O. (2017). Kapiliarioz u skladi mikstin vazii travnoho kanalu husei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 143–145. doi: /10.31210/visnyk2017.04.29 [In Ukrainian].

19. Yevstafieva, V. O., & Natiahla, I. V. (2014). Kapiliarioz u skladi mikstin vazii kurei v umovakh ptakhohospodarstva Poltavskoi oblasti. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya : Veterynarna Medytsyna, Yakist i Bezpeka Produktsii Tvarynnystva*, 201 (1), 65–68 [In Ukrainian].

20. Yevstafieva, V. O., Klymenko, O. S., & Khyzhnia, L. Iu. (2010). Monitorynh kyshkovykh parazytoziv kurei pryvatnykh gospodarstv Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 130–131 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 20.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:


Кручиненко О. В. Поширення шлунково-кишкових паразитозів у курей. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 236–241.


© Кручиненко Олег Вікторович, 2021


original article | UDC 636.7/8:618 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.30

USE OF ULTRASOUND EXAMINATION AS A METHOD OF DIAGNOSTICS OF SMALL ANIMALS' REPRODUCTIVE SYSTEM PATHOLOGIES
B. P. Kyrychko

 ORCID  [0000-0003-1463-5501](https://orcid.org/0000-0003-1463-5501)
T. V. Zvenihorodska*

 ORCID  [0000-0002-4186-5700](https://orcid.org/0000-0002-4186-5700)
O. B. Kyrychko

 ORCID  [0000-0002-0769-0804](https://orcid.org/0000-0002-0769-0804)

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

*Corresponding author

 E-mail: tami777@ukr.net
How to Cite

Kyrychko, B. P., Zvenihorodska, T. V., & Kyrychko, O. B. (2021). Use of ultrasound examination as a method of diagnostics of small animals' reproductive system pathologies. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 242–248. doi: 10.31210/visnyk2021.03.30

Due to an increase in the number of the reproductive system diseases of small animals, such as endometritis, polycystic ovaries, the need arises to use modern, highly effective methods of diagnosing these pathologies. 47 dogs and 103 cats aged from 1 year to 18 years old, having the following clinical signs: discharges from the external genital organs, an increase in the volume of the abdominal cavity, its pain, polyuria and polydipsia, were taken for studies in the scientific, training and production clinic of Poltava State Agrarian University. The research was also carried out on the animals' problems concerning fertilization, long anestrus, and dysfunction of the sexual cycle. When examining the uterus and ovaries, animals were placed in spinal and right and left side positions to create three acoustic windows: along a white abdominal line from the pubic bone to the umbilical area; from the caudal apex of the right kidney to the iliac zone; from the caudal apex of the left kidney to the iliac area. The ultrasonic gel was applied to the examined areas and a linear sensor was installed immediately in front of the rotating paging, orienting the scan plan in turn, strongly and segmental. At first, the urinary bladder was visualized, then the body of the uterus. Ultrasound examination was conducted in B-mode. It has been found that the average age of cats with pathologies of the reproductive system was 3.2 ± 0.5 years, the average age of dogs – 6.2 ± 1.1 years. It has been established that the most common pathologies of the reproductive system in small animals are endometritis, piometra and glandular-cystic hyperplasia of cell endometrium. The signs of endometritis on the ultrasound map are thickening, unevenness and hyperechogenic walls of the uterus body and horns, possible presence of anechoic content. Piometra is the second among the reproductive system pathologies of the examined dogs (21.3 %), and the third among the investigated cats (8.7 %). The smallest share among the reproductive system pathologies is taken by the ovarian diseases. The dogs' ovarian pathologies made 6.4 %, and cats' – 7.8 %.

Key words: *ultrasonography, reproductive system, dogs, cats, uterus, ovaries.*

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ ПАТОЛОГІЙ РЕПРОДУКТИВНОЇ СИСТЕМИ У САМОК ДРІБНИХ ТВАРИН

Б. П. Киричко, Т. В. Звенігородська, О. Б. Киричко

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Через збільшення кількості захворювань репродуктивної системи самок дрібних тварин, таких як ендометрит, полікістоз яєчників, виникає потреба у використанні сучасних, високоефективних методів діагностики таких патологій. Для вирішення завдань на базі науково-навчально-виробничої клініки Полтавського державного аграрного університету було відібрано 47 собак та 103 коти віком від 1 до 18 років протягом 2020–2021 років. У дослідних тварин реєстрували клінічні ознаки: виділення із зовнішніх статевих органів, збільшення об'єму живота, його болючість, поліурію та полідипсію. Також проводили дослідження тваринам, у яких були проблеми із заплідненням, тривалий анеструс, порушення статевого циклу. Підготовка тварин включала 10-годинну голодну дієту. При дослідженні матки та яєчників готували три акустичних вікна: вздовж білої лінії живота від лобкової кістки до пупкової ділянки; від каудального полюсу правої нирки до клубової ділянки; від каудального полюсу лівої нирки до клубової ділянки. Ультразвукове дослідження проводили в В-режимі. Встановлено, що середній вік котів з патологіями репродуктивної системи складав $3,2 \pm 0,5$ роки, середній вік собак – $6,2 \pm 1,1$ роки. Було виявлено, що найпоширенішими патологіями репродуктивної системи у дрібних тварин є ендометрит, піометра та залозисто-кістозна гіперплазія ендометрія. Ознаками ендометриту на ультразвуковій картині є потовищення, нерівність та гіперехогенність стінок тіла та рогів матки, можлива наявність анехогенного вмістимого. Піометра займає друге по частоті місце серед патологій репродуктивної системи у досліджуваних собак (21,3 %) та третє місце – серед досліджуваних котів (8,7 %). Найменша частка серед патологій репродуктивної системи припадає на захворювання яєчників. У дослідних собак патології яєчників склали 6,4 %, у дослідних котів – 7,8 %.

Ключові слова: *ультрасонографія, репродуктивна система, собаки, коти, матка, яєчники.*

Вступ

Останні десятиліття кількість собак і котів, що утримуються в домашніх умовах значно збільшилася, як і збільшився інтерес до їх племінного розведення. Тому для власників тварин досить важливе репродуктивне здоров'я їхніх улюбленців. На сьогодні доля захворювань статеві системи у дрібних домашніх тварин суттєво зростає. За даними різних авторів, хвороби репродуктивних органів реєструють у 12–20 % собак і котів, що поступають на прийом [2, 3, 6, 18, 19, 20]. У Росії останніми роками кількість звернень із запальними процесами репродуктивної системи дрібних тварин зросла на 45 % [3, 6], у Сполучених Штатах Америки – на 20 % [14, 16, 19]. Варто зазначити, що літературних даних щодо репродуктивної системи собак набагато більше порівняно з публікаціями щодо репродуктивної системи котів. Під час останнього конгресу в Берліні (2019 р.) із 166 представлених публікацій тільки 24 (14,5 %) були пов'язані із розмноженням котів та їхньою репродуктивною системою [13]. Анамнез, клінічні дані та лабораторні дослідження мають доволі високий ступінь інформативності в постановці діагнозу, проте в діагностиці хвороб репродуктивної системи дрібних тварин значну роль відіграє ультразвукове дослідження [1–3]. З його допомогою можна визначити положення та лінійні розміри репродуктивних органів, виявити наявність рідини в порожнині матки, новоутворення, кістозні утворення та інші патології.

Саме тому метою нашої роботи було виявити поширеність патологій репродуктивної системи у самок дрібних тварин методом ультразвукового дослідження. Для досягнення мети необхідно було розв'язати такі задачі:

- з'ясувати, які з патологій репродуктивної системи самок найчастіше реєструються при ультразвуковому дослідженні.
- з'ясувати ультрасонографічні зміни матки та яєчників за наявності різної патології.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі навчально-науково-виробничої клініки Полтавського державного аграрного університету м. Полтави протягом року. Використовували ультразвуковий апарат Aloka 31 F (Японія) та лінійний датчик UST-5512U з частотою 5–7,5 МГц. Об'єктами досліджень були 47

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

собак та 103 коти віком від 1 року до 18 років, у яких реєстрували клінічні ознаки: виділення із зовнішніх статевих органів, збільшення об'єму живота, його болючість, поліурію та полідипсію. Також проводили дослідження тваринам, у яких були проблеми із заплідненням, тривалий анеструс, порушення статевого циклу. Підготовка тварини до дослідження включала 10-годинну голодну дієту та вигул за 3–4 години до дослідження для спорожнення кишечника від газів та калових мас. При дослідженні матки та яєчників тварин вкладали в дорсальне та латеральне праве та ліве положення, вибривали шерсть для створення трьох акустичних вікон: уздовж білої лінії живота від лобкової кістки до пупкової ділянки; від каудального полюсу правої нирки до клубової ділянки; від каудального полюсу лівої нирки до клубової ділянки [5]. Наносили ультразвуковий гель на досліджувані ділянки та встановлювали лінійний датчик безпосередньо перед лобковим зрощенням, орієнтуючи площину сканування почергово сагітально та сегментарно. Спочатку візуалізували сечовий міхур, потім дорсально від нього знаходили тіло матки. Після цього датчик переміщали краніально до візуалізації тіла матки і далі поки можлива візуалізація рогів матки. Ультразвукове дослідження проводили в В-режимі.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати ультразвукового дослідження дослідних собак (47) та котів (103) з вересня 2020 року по вересень 2021 року представлені на діаграмах 1–2.

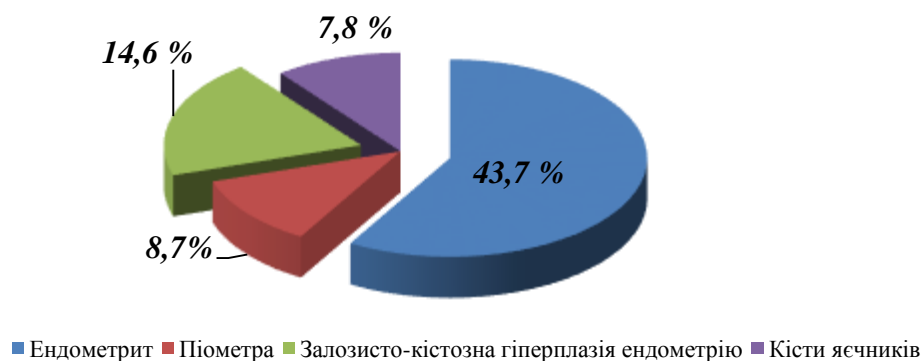


Рис 1. Результати обстеження дослідних котів (n=103) на базі науково-навчально-виробничої клініки ветеринарної медицини ПДАУ

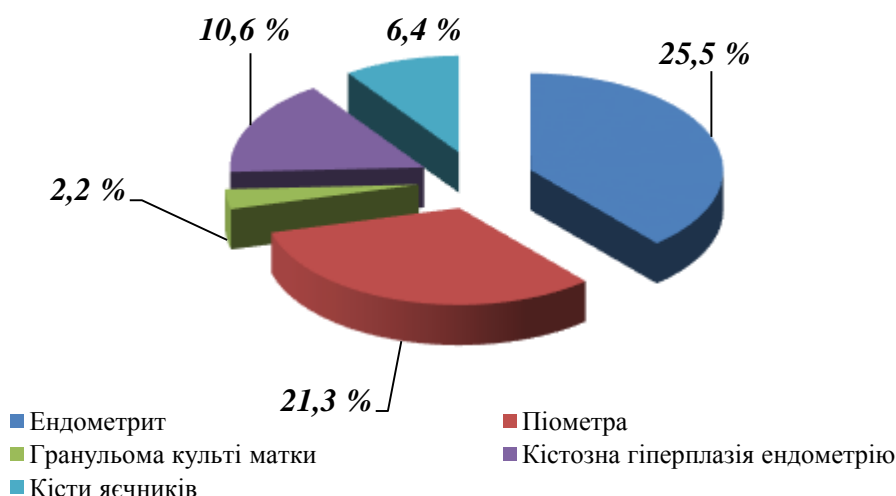


Рис 2. Результати обстеження дослідних собак (n=47) на базі науково-навчально-виробничої клініки ветеринарної медицини ПДАУ

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Встановлено, що патології матки частіше трапляються, ніж патології яєчників як у собак, так і в котів. Серед патологій матки у котів найчастіше спостерігаються ознаки ендометриту (43,7 %) та залозисто-кістозної гіперплазії ендометрію (14,6 %), у собак – ознаки ендометриту (25,5 %) та піометри (21,3 %); а серед патологій яєчників найчастіше реєструються кісти як у собак, так і в котів (6,4 % та 7,8 % відповідно). Ці результати підтверджують чисельні повідомлення авторів [2, 3, 6–9].

Середній вік котів з патологіями репродуктивної системи $3,2 \pm 0,5$ роки, середній вік собак – $6,2 \pm 1,1$ роки

У 41-го kota та 12-и собак із ендометритом реєстрували ультразвукографічні зміни, що відображені в таблиці.

Ультрасонографічні зміни матки в котів та собак за наявності ендометриту

Ультрасонографічні зміни	Кількість тварин / %	
	коти (n=31)	собаки (n=12)
Потовщення стінки тіла матки	41/100	12/100
Гіперехогенність та нерівність стінки тіла матки	41/100	12/100
Потовщення стінки рогів матки	37/90,2	12/100
Гіперехогенність та нерівність стінки рогів матки	37/90,2	9/62,5
Наявність анехогенного вмістимого	15/36,6	7/37,5
Збільшення діаметру рогів матки	14/36,1	9/62,5

Встановлено, що ендометрити на ультрасонограмах позначаються потовщенням стінки тіла матки та її гіперехогенністю й нерівністю (у 100 % дослідних тварин). Потовщення та нерівність стінки рогів матки реєстрували у 62,5 % дослідних собак та 90,2 % дослідних котів (діаметр рогів $0,9 \pm 0,03$ см у котів та $1,6 \pm 0,5$ см у собак; товщина стінки рогів матки $0,3 \pm 0,04$ см у котів та $0,7 \pm 0,1$ см у собак), наявність анехогенного вмістимого – у 37,5 % дослідних собак та 36,1 % дослідних котів.

Піометра має друге за частотою місце серед патологій репродуктивної системи у досліджуваних собак (21,3 %) та третє місце – серед досліджуваних котів (8,7 %). У дослідних котів на другому місці за частотою виявлення – залозисто-кістозна гіперплазія ендометрія. Ці показники відповідають літературним даним. Варто відмітити, що у країнах ЄС та США, де досить поширена рання кастрація тварин, практично не реєструють випадків піометри серед котів [13, 14, 18–20], тоді як у таких країнах, як Єгипет, Італія, де рання кастрація не популярна – показники захворюваності досить значні (від 20 до 56,6 % від усіх хвороб репродуктивної системи) [8, 17]. Ці дані можна застосувати й до України, де рівень ранньої кастрації дрібних тварин досить низький. Саме тому вважаємо, що і в нашому дослідженні такий високий показник захворюваності на піометру. При ультразвуковому дослідженні собак з піометрою відмічали збільшення діаметру тіла та рогів матки ($4,4 \pm 1,1$ см і $6,3 \pm 2,4$ см відповідно), збільшення ехогенності та потовщення стінок тіла та рогів матки ($0,8 \pm 0,2$ см та $0,7 \pm 0,2$ см відповідно), розширення просвіту матки та заповнення його анехогенним вмістимим, збільшення довжини рогів матки. При ультразвуковому дослідженні котів з піометрою спостерігали збільшення діаметру тіла та рогів матки ($2,3 \pm 0,8$ см і $5,7 \pm 1,4$ см відповідно), збільшення або зниження ехогенності та потовщення стінок тіла та рогів матки ($0,4 \pm 0,1$ см та $0,5 \pm 0,1$ см відповідно), розширення просвіту матки та заповнення його анехогенним вмістимим, збільшення довжини рогів матки. У собак і котів спостерігали ампулоподібні розширення матки, нерівний внутрішній контур стінки матки, роги матки займали більшу частину черевної порожнини.

На рис. 3 у дослідного kota «Соні» віком два роки спостерігаємо відповідні зміни при ультрасонографічному дослідженні: значне збільшення довжини рогів матки, вони завертаються в декілька разів, гіперехогенна стінка рогів матки, анехогенне вмістиме.

При кістозній гіперплазії ендометрія встановлено наявність кістозних утворень різного діаметру з гіпо-, гіпер- та анехогенним вмістимим. У порожнині матки як у собак, так і в котів візуалізували наявність анехогенного вмістимого. У котів через відсутність ефекту спонтанної овуляції прогестеронова атака на ендометрій більш тривала [15]. Також є публікації, де автори вважають найчастішою причиною виникнення полікістозної гуперплазії ендометрія застосування гормональних препаратів для супресії статевої функції [4, 10–12]. Через це коти більш схильні до розвитку залозисто-кістозної гіперплазії ендометрію. На рис. 4 спостерігаємо відповідні зміни при ультрасонографічному обстеженні собаки «Джека», стаффордширського тер'єра, віком 11 років: гіперехогенна стінка рогу матки, вмістиме у порожнині матки неоднорідної ехогенності, діаметр рогу 2,5 см.

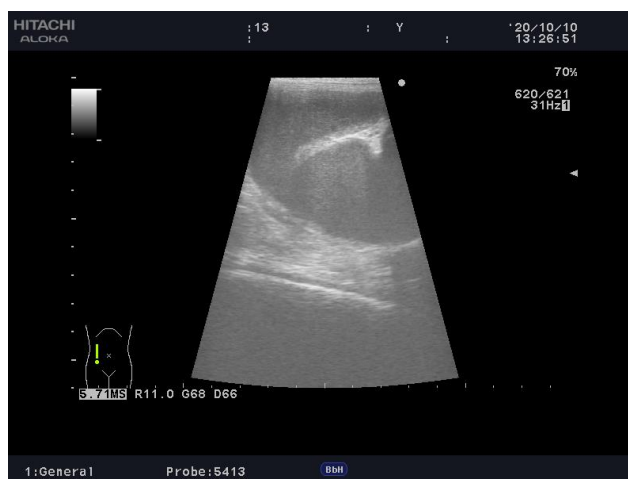


Рис. 3. Піометра, анехогенне вмістиме рогу матки. Сагітальний зріз.



Рис. 4. Полікістозна гіперплазія ендометрія, вмістиме в порожнині матки неоднорідної ехогенності. Сагітальний зріз.

Патологія яєчників у дослідних собак та котів представлена кістозними утвореннями та складає 7,8 % та 6,4 % відповідно. У шести котів кісти були множинними, у двох – одиничними, у чотирьох – односторонніми та у чотирьох – двосторонніми. У трьох собак реєстрували односторонні множинні кісти. Кісти мали овальну або округлу форму, чіткі, рівні межі та мали анехогенне вмістиме.

У однієї собаки реєстрували гранульому кульги матки через два місяці після проведеної кастрації. Вона була локалізована краніально від лобкової кістки між сечовим міхуром та прямою кишкою. Мала вигляд неоднорідної гіпоехогенної маси з нерівними нечіткими межами.

Усіх дослідних тварин кастрували після проведених досліджень. Собаці з грануломою матки була проведена операція з її видалення.

Висновки

Ультразвукове дослідження є корисним і надійним методом виявлення патологічних змін матки. Результати досліджень свідчать, що найчастіше патології, які виявляли при УЗД репродуктивної системи самок собак та котів, є патології матки: ендометрит, піометра та кістозна гіперплазія ендометрія. Ендометрит характеризується потовщенням стінок тіла та рогів матки, збільшенням їхнього діаметру, нерівномірністю внутрішньої стінки та помірною кількістю анехогенного вмістимого. Піометра характеризувалася потовщенням стінок тіла та рогів матки, збільшенням їх діаметру, нерівномірністю внутрішньої стінки, значним анехогенним вмістимим у порожнині матки, а також збільшенням її розмірів.

Перспективою подальших досліджень є контроль за допомогою сонографії консервативного лікування захворювань матки у дрібних тварин.

References

1. Busharova, E. V. (2013). *Osnovy primeneniya ultrazvukovoj diagnostiki u melkih domashnih zivotnyh*. Moskva. [In Russian].
2. Vusuk, D. O. (2015). Osoblivosti ultrazvukovogo doslidzhennya sechovogo mihura u dribnih domashnih tvarin. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 3, 171–176. [In Ukrainian].
3. Zueva, N. M., & Komarova, T. A. (2017). *Reproduktivnaya sistema samok i samcov. Beremennost*. Moskva. [In Russian].
4. Markova, M. V., & Dorofeeva, V. P. (2016). Struktura i priznaki boleznej polovyh organov u koshek po dannym ultrazvukovogo issledovaniya. *Vestnik Omskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 2 (34), 115–120. [In Russian].
5. Pennik, D., & d'Anzhu, M. (2015). *Atlas po ultrazvukovoj diagnostike. Issledovaniya u sobak i koshek*. Moskva: Akvarium [in Russian]
6. Yamin, V. V. (2015). Ehograficheskaya karakteristika matki u koshek pri nekotoryh patologiyah. *Vestnik Hakasskogo Gosudarstvennogo Universiteta im. N. F. Katanova*, 13, 125–128. [in Russian].
7. Adamovich-Rippe, K. N., Mayhew, P. D., Runge, J. J., Culp, W. T. N., Steffey, M. A., Mayhew, K. N., & Hunt, G. B. (2013). Evaluation of laparoscopic-assisted ovariohysterectomy for treatment of canine pyometra. *Veterinary Surgery*, 42 (5), 572–578. doi: 10.1111/j.1532-950x.2013.12012.x
8. Bigliardi, E., Parmigiani, E., Cavirani, S., Luppi, A., Bonati, L., & Corradi, A. (2004). Ultrasonography and Cystic Hyperplasia-Pyometra Complex in the Bitch. *Reproduction in Domestic Animals*, 39 (3), 136–140. doi: 10.1111/j.1439-0531.2004.00489.x
9. Binder, C., Aurich, C., Reifinger, M., & Aurich, J. (2019). Spontaneous ovulation in cats: uterine findings and correlations with animal weight and age. *Animal Reproduction Science*, 51, 177–184. doi: 10.1016/j.anireprosci.2019.106167
10. Bright, E., Oelke, M., Tubaro, A., & Abrams, P. (2010). Ultrasound Estimated bladder weight and measurement of bladder wall thickness—useful noninvasive methods for assessing the lower urinary tract? *The Journal of Urology*, 184 (5), 1847–1854. doi: 10.1016/j.juro.2010.06.006
11. Concannon, P., Hodgson, B., Lein, D., & Reflex, L. H. (1980). Release in estrous cats following single and multiple copulations. *Biology of Reproduction*, 23 (1), 111–117. doi: 10.1095/biolreprod23.1.111
12. Donoghue, A. M., Johnston, L. A., Goodrowe, K. L., O'Brien, S. J., & Wildt, D. E. (1993). Influence of day of oestrus on egg viability and comparative efficiency of in vitro fertilization in domestic cats in natural or gonadotrophin-induced oestrus. *Journal of reproduction and fertility*, 98 (1), 85–90. doi: 10.1530/jrf.0.0980085
13. Fontbonne, A., Prochowska, S., & Niewiadomska, Z. (2020). Infertility in purebred cats. A review of the potential causes. *Theriogenology*, 158, 339–345. doi: 10.1016/j.theriogenology.2020
14. Fournier, A., Masson, M., Corbiere, F., Mila, H., Mariani, C., & Grellet, A. (2017). Epidemiological analysis of reproductive performances and kitten mortality rates in purebred queens of different breeds and kittens in France. *Reproduction Domestic Animal*, 52 (2), 153–157. doi: 10.1111/rda.12844
15. Guderhuth, D. F., Newton, L., Daels, P., & Concannon, P. (1997). Incidence of spontaneous ovulation in young, group-housed cats based on serum and faecal concentrations of progesterone. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 51, 1770–1784.
16. Malandain, E., Rault, D., Froment, E., Baudon, S., Desquilbet, L., & Begon, D. (2011). Follicular growth monitoring in the female cat during estrus. *Theriogenology*, 76, 1337–1346. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.06.002
17. Senna, A., Farghali, A., Khattab, S., & Shalaby, R. (2020) Prevalence of most common feline genital surgical affections in teaching veterinary hospital, cairo university, Egypt and different pet clinics. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8 (7), 709–719. doi: 10.17582/journal.aavs/2020/8.7.709.719
18. Romagnoli, S., Bensaia, C., Ferre-Dolcet, L., Sontas, H. B., & Stelletta, C. (2019). Fertility parameters and reproductive management of norwegian forest cats, maine coon, persian and bengal cats raised in Italy: A questionnaire-based study. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21, 1188–1197. doi: 10.1177/1098612X18824181
19. Sapierzynski, R. A., Dolka, I., & Cywinska, A. (2009). Multiple pathologies of the feline uterus: a case report. *Veterinarni Medicina*, 54 (7), 345–350. doi: 10.17221/101/2009-VETMED

20. Vilhena, H., Figueiredo, M., Ceron, J. J., Pastor, J., Miranda, S., & Craveiro, H. (2018). Acute phase proteins and antioxidant responses in queens with pyometra. *Theriogenology*, 115, 30–37. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.04.010

Стаття надійшла до редакції: 22.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Киричко Б.П., Звенігородська Т.В., Киричко О.Б. Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій репродуктивної системи у самок дрібних тварин. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 242–248.

© Киричко Борис Павлович, Звенігородська Таміла Владиславівна,
Киричко Олена Борисівна, 2021




review article | UDC 331.46(477) | doi: 10.31210/visnyk2021.03.31

ANALYSIS OF THE STATE OF INDUSTRIAL TRAUMATISM BY REGIONS OF UKRAINE


A. P. Berezovskyi

 ORCID  [0000-0002-9526-3721](https://orcid.org/0000-0002-9526-3721)

O. M. Trus*

 ORCID  [0000-0002-9493-5469](https://orcid.org/0000-0002-9493-5469)

E. V. Prokopenko

 ORCID  [0000-0003-4642-7635](https://orcid.org/0000-0003-4642-7635)

 Uman National University of Horticulture
1, Institutaska str., Uman, 20301, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: alex_trus@ukr.net

How to Cite

 Berezovskyi, A. P., Trus, O. M., & Prokopenko, E. V. (2021). Analysis of the state of industrial traumatism by regions of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 249–257. doi: 10.31210/visnyk2021.03.31

Despite the introduction of modern and safer technologies, the issue of industrial injuries is still relevant today. The purpose of the presented review was to provide an analysis of the state of occupational injuries, including lethal in the regions of Ukraine, and determine the main causes of their occurrence as well as to conduct a comparative analysis of industrial traumatism during 2016–2020. The analysis of the state of accidents at enterprises in the regions of Ukraine was carried out according to the official data of the executive directorate bodies of the Social Insurance Fund of Ukraine. It has been established that the indicators of general injuries tend to decrease. The level of fatal injuries remains high. In 2017, compared to 2016, the number of accident victims increased by 4.2 % and the number of fatally injured persons decreased by 8.8 %. During 2017–2019 there was a decrease in the number of accidents at workplace as well as an increase in the number of fatally injured persons. As a result of the coronavirus pandemic (COVID–19) in 2020 there was a sharp increase in the number of victims of accidents at work – 6,646 persons (including fatally injured – 393), which is 51.3 % more than in 2019, and the number of fatally injured persons decreased by 4.1 %. Of these, 3,054 (including fatally injured – 66) were the victims of acute occupational diseases with the diagnosis of COVID–19 which makes 46 % of the total number of victims. 3,592 persons (327 of whom were fatally injured), victims of accidents at work were registered in 2020, excluding COVID–19 acute occupational disease. Compared to 2019, the number of accidents excluding COVID–19 decreased by 18.3 % and the number of fatally injured persons decreased by 20.2 %. In 2016–2020, the most injurious regions of Ukraine, including fatal accidents were: the city of Kyiv, Dnipropetrovsk, Donetsk, Lviv, Zaporizhzhia, Kyiv and Kharkiv regions. Among the main causes of accidents, the first place was occupied by organizational (62.9 %), the second – psychophysiological (19.5 %), the third – technical (11.0 %), and the fourth place – other reasons (6.0 %). Also 0.6 % of workers were injured due to anthropogenic, natural, environmental and social reasons.

Key words: industrial traumatism, fatal injuries accidents, workplace accidents, acute professional disease, coronavirus, industrial safety.

АНАЛІЗ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ПО РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

А. П. Березовський, О. М. Трус, Е. В. Прокопенко

 Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Україна

Незважаючи на впровадження сучасних і більш безпечних технологій, питання виробничого травматизму на сьогодні не втрачає своєї актуальності. Мета цієї статті – аналіз стану виробни-

чого травматизму, зокрема смертельного, по регіонах України та визначення основних причин його виникнення. Встановлено, що протягом 2016–2020 рр. показники виробничого травматизму по регіонах України за даними актів Н–1/П, пов'язаних із виробництвом, мають тенденцію до зниження рівня кількості потерпілих від нещасних випадків. Рівень смертельного травматизму залишається на високому рівні. 2017 року порівняно з 2016 роком кількість потерпілих від нещасних випадків збільшилася на 4,2 %, а кількість смертельно травмованих осіб зменшилась на 8,8 %. Упродовж 2017–2019 рр. спостерігалось зменшення кількості нещасних випадків на виробництві, а також збільшення кількості смертельно травмованих осіб. Внаслідок пандемії коронавірусної хвороби (COVID–19) 2020 року відбулося різке збільшення кількості потерпілих від нещасних випадків на виробництві – 6646 осіб (в т.ч. смертельно – 393), що більше на 51,3 % порівняно з 2019 роком, а кількість смертельно травмованих осіб зменшилась на 4,1 %. З них 3054 (в т.ч. смертельно – 66) – потерпілі від випадків гострого професійного захворювання з діагнозом COVID–19, що становить 46 % від загальної кількості потерпілих. 2020 року зареєстровано 3592 (з них 327 – смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві без урахування гострих професійних захворювань на COVID–19. Порівняно з 2019 роком кількість нещасних випадків без урахування гострих професійних захворювань на COVID–19 зменшилась на 18,3 %, а кількість смертельно травмованих осіб зменшилась на 20,2 %. До найбільш травмонебезпечних регіонів України, в середньому за 2016–2020 рр., за кількістю нещасних випадків, зокрема зі смертельними наслідками відносяться: Дніпропетровська область, Донецька область, м. Київ, а також Львівська, Запорізька, Київська та Харківська області. Серед основних причин настання нещасних випадків перше місце посідають організаційні (62,9 %), друге – психофізіологічні (19,5 %), третє – технічні (11,0 %), четверте – інші причини (6,6 %).

Ключові слова: виробничий травматизм, смертельний травматизм, нещасні випадки, гостре професійне захворювання, коронавірус, безпека праці.

Безпека праці стає найвищим пріоритетом у світових галузях, оскільки нещасні випадки на робочому місці значною мірою сприяють загибелі людей, зниженню продуктивності робітників і згодом впливають на економічну ситуацію загалом [1–4].

Виробничі травми пов'язані з безліччю страждань і втрат на індивідуальному, громадському, соціальному і організаційному рівнях [5]. Всесвітня організація охорони здоров'я підрахувала, що 20–50 % працівників потрапляють у різні небезпечні ситуації на виробництві у всьому світі, і ця частка, ймовірно, буде вищою у країнах, що розвиваються і нових індустріальних країнах. За підрахунками, 960000 або навіть більше працівників отримують травми і 5330 помирають щодня через професійні захворювання. Більше того, Міжнародна організація праці та окремі дослідження вказують на те, що економічні витрати через професійні захворювання і травми складають від 1,8–6 % ВВП [6]. Щодня по всій Америці сотні працівників отримують травми на виробництві. За даними Бюро статистики праці, 2017 року загинуло на виробництві понад 2017 працівників, а це приблизно 14 осіб щодня [7]. В Україні співвідношення показників загального травматизму і травматизму зі смертельними наслідками не відповідає існуючим у світі закономірностям. Так, у країнах Заходу смертельні випадки від загального травматизму складають 0,08–0,12 %, а в Україні – 4,5–5,0 %, що свідчить про неповну реєстрацію значної кількості виробничих травм [8].

На робочому місці можуть виникати різні види травм, які коштуватимуть як роботодавцю, так і працівникові дорогоцінного часу і грошових коштів [9, 10]. Найкращий спосіб захистити своїх працівників та допомогти запобігти травмам на робочому місці – це цілісний підхід до безпеки на робочому місці, також забезпечення працівників належним захисним обладнанням, належним навчанням щодо виконання своїх робіт [11, 12].

Проте рівень виробничого травматизму повільно знижується за останні 50 років. Цю тенденцію до зниження нелегко пояснити, оскільки у трудовому житті відбувається багато одночасних змін [13, 14]. Підвищена увага до проблем здоров'я та безпеки на виробництві, ймовірно, принаймні частково може бути причиною позитивних змін [15]. Однак незрозуміло, чи продовжується тенденція до зниження травматизму або спостерігається його стабілізація [16]. Цілком можливо, що ми досягли того рівня травматизму, на який значно важче вплинути, ніж набагато вищі його показники в минулому [17].

В Україні протягом останніх років становище у сфері охорони праці залишається напруженим [18, 19]. Чинна система управління охороною праці виявилася недостатньо ефективною в умовах сьогодення, тому рівень виробничого травматизму залишається достатньо високим [20, 21]. Незадовільний стан охорони праці, що спостерігається на багатьох підприємствах України, зумовлений недосконалі-

стю наявних методів управління охороною праці, зокрема, слабким упровадженням економічних методів управління, низьким рівнем планування та недостатнім фінансуванням заходів з охорони праці, недосконалим механізмом використання міжнародного досвіду з управління охороною праці [22–24].

Сучасні проблеми забезпечення виробничого здоров'я та безпеки стосуються різних аспектів діяльності всіх підприємств. Складність цих проблем полягає в тому, що їх розв'язання має забезпечуватися в кожній виробничій ланці та на кожному робочому місці, всіх етапах розвитку виробничих процесів [25, 26]. Аналіз нещасних випадків на виробництвах України є одним із основних і необхідних шляхів розробки механізмів профілактики та запобігання травматизму [27].

Значний внесок у розв'язання проблеми виробничого травматизму і розвиток заходів щодо його запобігання, а також правового регулювання охорони праці зробили такі вітчизняні вчені: Кобець В. В., Малихін О. В., Пономаренко В. С., Водяник А. О., Гогіташвілі Г. Г., Дегтяренко Г. Є., Саричева А. А., Ткачук К. Н., Костенко О. М., Ізовіт Т. В. та інші [28, 29].

Порівняльний аналіз стану нещасних випадків на підприємствах по регіонах України за 2016–2020 рр. проводили за офіційними даними робочих органів виконавчої дирекції Фонду соціального страхування України [30]. Під час аналізу не враховувалися нещасні випадки, які сталися на підприємствах, що знаходяться в населених пунктах, на території яких органи державної влади тимчасово не здійснюють або здійснюють не в повному обсязі свої повноваження згідно з Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 7 листопада 2014 року № 1085-р.

Для вивчення виробничого травматизму використано масив даних про потерпілих від нещасних випадків на виробництві, зокрема зі смертельними наслідками, в розрізі регіонів України, на яких складено акти за формою Н–1/П, пов'язаних із виробництвом.

Аналіз стану нещасних випадків на виробництві за 2016–2020 рр. згідно з даними актів Н–1/П, пов'язаних з виробництвом [30] свідчить, що в Україні спостерігається тенденція до зниження рівня кількості нещасних випадків. Проте рівень смертельного травматизму залишається високим (рис. 1).

2017 року порівняно з 2016 роком кількість потерпілих від нещасних випадків збільшилася на 199 осіб або на 4,2 %, кількість смертельно травмованих осіб зменшилась на 32 особи або на 8,8 %. Упродовж 2017–2019 рр. спостерігалось зменшення кількості нещасних випадків та збільшення кількості смертельно травмованих осіб на виробництві. Наприклад, 2019 року кількість потерпілих від нещасних випадків зменшилася на 571 особу або 11,5 % порівняно з 2017 роком, а кількість смертельно травмованих осіб збільшилася на 78 осіб або 23,5 % відповідно.

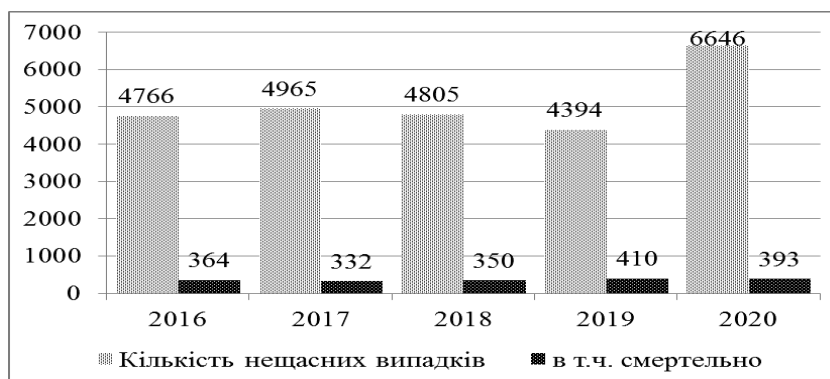


Рис. 1. Динаміка кількості нещасних випадків на виробництві за даними актів Н–1/П, пов'язаних із виробництвом (за 2016–2020 рр.), осіб. Джерело: [30]

Різке збільшення кількості потерпілих від нещасних випадків на виробництві відбулося 2020 року і становило 6646 осіб, що більше на 51,3 % порівняно з 2019 роком. Це зумовлено тим, що значна кількість нещасних випадків на виробництві сталися з працівниками внаслідок гострого професійного захворювання COVID–19. Так, за 2020 рік було зареєстровано 3054 (в т.ч. смертельно – 66) потерпілих від випадків гострого професійного захворювання з діагнозом COVID–19, на яких було складено акт за формою Н–1/П, пов'язаний із виробництвом, що складає 46 % від загальної кількості потерпілих за цей період.

За 2020 рік зареєстровано 3592 (з них 327 – смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві без урахування гострих професійних захворювань на COVID–19, на яких складено акти за формою Н–1/П, пов'язані з виробництвом. Порівняно з 2019 роком кількість нещасних випадків без урахування

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

гострих професійних захворювань на COVID-19 зменшилась на 18,3 %, або з 4394 до 3592 випадків. Кількість смертельно травмованих осіб зменшилась на 20,2 %, або з 410 до 327 випадків.

Для наочності відобразимо рівень виробничого травматизму по регіонах України в таблиці 1. Значне збільшення кількості потерпілих від нещасних випадків на виробництві 2020 року порівняно з 2016 роком відбулося: в Київській області – на 350 випадків, або у 2,6 раза, м. Києві – на 300 випадків, або у 1,8 раза, Івано-Франківській області – на 221 випадок, або у 4,1 раза, Хмельницькій області – на 203 випадки, або у 2,9 раза, Харківській області – на 196 випадків, або у 1,8 раза, Львівській області – на 164 випадки, або у 1,5 раза, Чернівецькій області – на 163 випадки, або у 5,7 раза, Черкаській області – на 140 випадків, або у 2,4 раза, Одеській області – на 111 випадків, або у 1,7 раза та Тернопільській області – на 109 випадків, або у 3 рази.

1. Стан виробничого травматизму за даними актів Н-І/П по регіонах України за 2016–2020 рр., осіб. Джерело: [30]

Регіони	2016	2017	2018	2019	2020
Вінницька область	170	183	205	171	204
Волинська область	181	168	177	183	197
Дніпропетровська область	739	781	666	683	684
Донецька область	692	673	608	488	435
Житомирська область	125	125	134	122	200
Закарпатська область	33	51	58	40	68
Запорізька область	296	340	298	217	214
Івано-Франківська область	71	89	119	87	292
Київська область	216	210	194	187	566
Кіровоградська область	77	106	92	80	142
Луганська область	133	95	128	104	100
Львівська область	302	312	339	266	466
Миколаївська область	85	84	99	95	94
Одеська область	152	149	152	166	263
Полтавська область	169	187	170	176	148
Рівненська область	108	96	102	73	196
Сумська область	120	105	87	101	89
Тернопільська область	54	60	76	72	163
Харківська область	235	203	197	159	431
Херсонська область	75	78	79	62	87
Хмельницька область	105	128	112	118	308
Черкаська область	101	103	111	89	241
Чернівецька область	35	31	36	45	198
Чернігівська область	114	109	112	101	182
м. Київ	378	499	454	509	678

Значне зменшення потерпілих від нещасних випадків на виробництві відмічається: в Донецькій області – на 257 випадків, або 37,1 %, Запорізькій області – на 82 випадки, або 27,7 %, Дніпропетровській області – на 55 випадків, або 7,4 %, Луганській області – на 33 випадки, або 24,8 %, Сумській області – на 31 випадок, або 25,8 % та Полтавській області – на 21 випадок, або 12,4 %.

Найбільша кількість потерпілих від нещасних випадків на виробництві, в середньому за 2016–2020 рр., зареєстровано у Дніпропетровській області (14,2 %), Донецькій області (11,7 %), м. Києві (9,8 %), Львівській області (6,5 %), Запорізькій (5,5 %), Київській (5,1 %) та Харківській (4,6 %) областях. Кількість травмованих осіб у цих областях складає 57,5 % від загальної кількості травмованих по Україні (рис. 2).

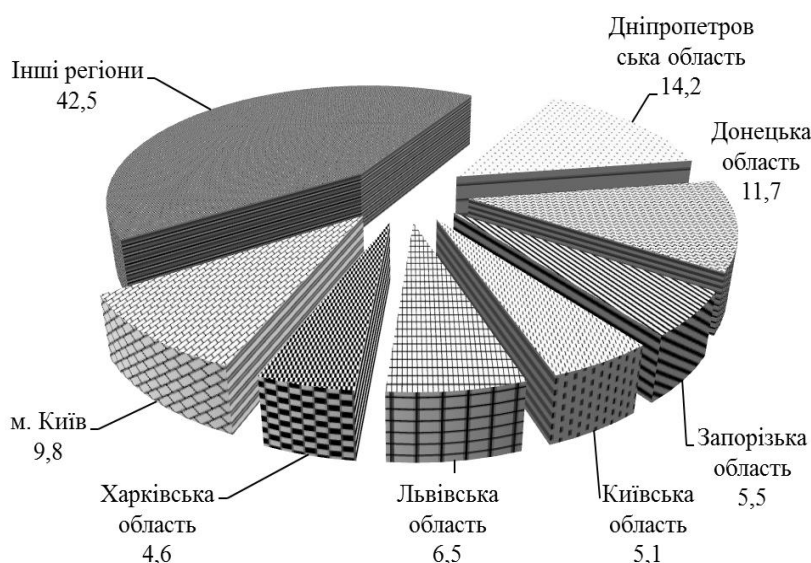


Рис. 2. Розподіл найбільш травмонебезпечних регіонів України за кількістю нещасних випадків на виробництві (середнє за 2016–2020 рр.), % від загальної кількості по Україні. Джерело: [30]

Найбільше за 2020 рік травмувалися робітники таких професій: сестра медична (брат медичний), молодша медична сестра (молодший медичний брат) з догляду за хворими, молодша медична сестра (санітарка, санітарка-прибиральниця, санітарка-буфетниця та ін.), водій автотранспортних засобів, лікар загальної практики-сімейний лікар, сестра медична (брат медичний) стаціонару.

Найбільший ріст кількості потерпілих від нещасних випадків зі смертельним наслідком 2020 року порівняно з 2016 роком відбувся в м. Києві – на 13 випадків, або у 1,6 раза, Одеській області – на 12 випадків, або у 1,6 раза, Запорізькій області – на вісім випадків, або у 1,7 раза, Вінницькій і Закарпатській областях – на сім випадків, або у 1,6 раза і 2,7 раза відповідно та Львівській області – на шість випадків, або у 1,2 раза (табл. 2).

Кількість потерпілих від нещасних випадків зі смертельним наслідком у Луганській, Херсонській та Хмельницькій областях 2020 року залишалася на рівні 2016 року.

Значне зменшення росту кількості потерпілих від нещасних випадків зі смертельним наслідком відмічається у Волинській і Дніпропетровській областях – на десять випадків, або 50,0 % і 21,3 % відповідно, Черкаській області – на дев'ять випадків, або 64,3 %, Сумській області – на вісім випадків, або 53,3 %, Донецькій області – на п'ять випадків, або 21,7 %, Полтавській області – на чотири випадки, або 30,8 %, Чернівецькій області – на два випадки, або 25 % та Кіровоградській області – на один випадок, або 11,1 %.

До найбільш травмонебезпечних регіонів України за кількістю потерпілих від нещасних випадків зі смертельним наслідком, у середньому за 2016–2020 рр., відносяться: Дніпропетровська область (11,4 %), Київська область (9,5 %), м. Київ (7,9 %), Донецька область (7,3 %), Львівська (5,8 %), Харківська (5,1 %) та Запорізька області (4,3 %). Кількість смертельно травмованих осіб у цих областях складає 51,3 % від загальної кількості смертельно травмованих по Україні (рис. 3).

Серед причин, що призвели до нещасних випадків на виробництві, протягом 2017–2020 рр., переважають організаційні – 62,9 % нещасних випадків. Через психофізіологічні причини сталося 19,5 % нещасних випадків, технічні причини – 11,0 %, інші причини – 6,0 % нещасних випадків, через техногенні, природні, екологічні та соціальні причини – 0,6 % нещасних випадків (рис. 4).

Найпоширенішими організаційними причинами стали: невиконання вимог інструкцій з охорони праці, інші організаційні причини, невиконання посадових обов'язків, порушення вимог безпеки під час експлуатації транспорту загального користування (автомобільного, водного, залізничного, повітряного), невикористання засобів індивідуального захисту за їх наявності, порушення технологічного процесу.

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

2. Рівень смертельного травматизму за даними актів Н-1/П по регіонах України за 2016–2020 рр., осіб. Джерело: [30]

Регіони	2016	2017	2018	2019	2020
Вінницька область	11	9	9	18	18
Волинська область	20	11	8	16	10
Дніпропетровська область	47	33	49	44	37
Донецька область	23	35	30	26	18
Житомирська область	8	8	12	14	12
Закарпатська область	4	6	5	5	11
Запорізька область	12	17	12	12	20
Івано-Франківська область	10	11	18	20	15
Київська область	14	11	12	26	18
Кіровоградська область	9	8	7	3	8
Луганська область	8	1	3	3	8
Львівська область	30	34	37	38	36
Миколаївська область	6	5	8	17	9
Одеська область	21	16	19	19	33
Полтавська область	13	14	17	18	9
Рівненська область	14	10	15	9	15
Сумська область	15	8	1	5	7
Тернопільська область	5	7	11	14	8
Харківська область	22	19	8	21	24
Херсонська область	6	3	6	5	6
Хмельницька область	14	14	8	13	14
Черкаська область	14	12	11	13	5
Чернівецька область	8	4	5	8	6
Чернігівська область	8	7	10	10	11
м. Київ	22	29	29	33	35

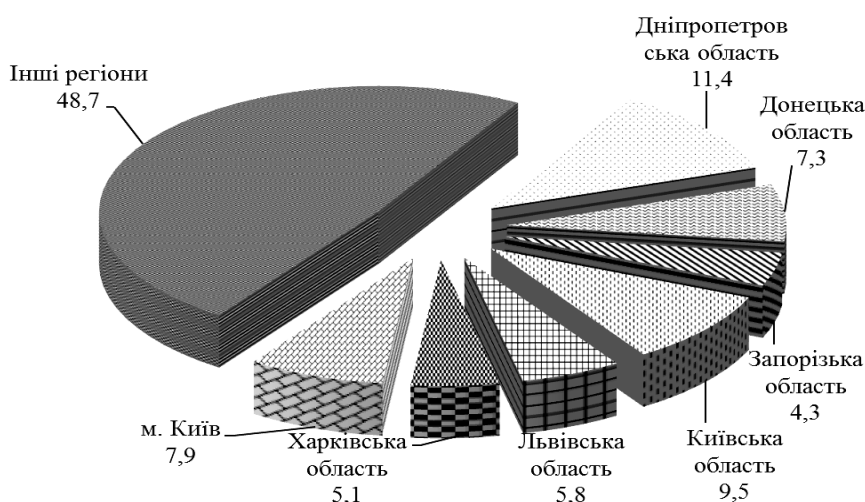


Рис. 3. Розподіл найбільш травмонебезпечних регіонів України за кількістю смертельних нещасних випадків на виробництві (середнє за 2016–2020 рр.), % від загальної кількості по Україні. Джерело: [30]

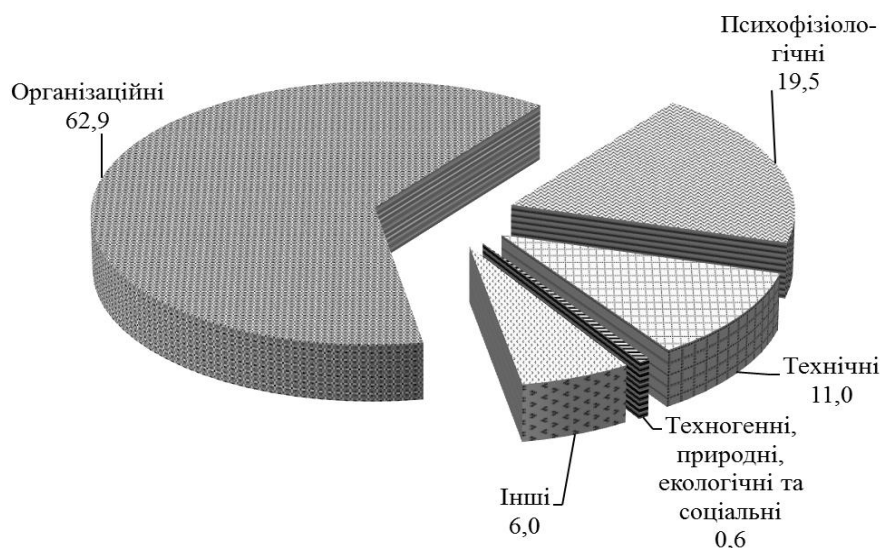


Рис. 4. Найбільш травмонебезпечні причини настання нещасних випадків (середнє за 2017–2020 рр.), % від загальної кількості по Україні. Джерело: [30]

Найпоширенішими психофізіологічними причинами стали такі: особиста необережність потерпілого, інші психофізіологічні причини, травмування (смерть) внаслідок протиправних дій інших.

Найпоширенішими технічними причинами стали: незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будинків, споруд, інженерних комунікацій, території, невідповідність засобів колективного та індивідуального захисту встановленим вимогам та їх недостатність, інші технічні причини, незадовільний технічний стан засобів виробництва, конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва.

Висновок

Проведені дослідження сучасного стану виробничого травматизму в Україні за останні п'ять років свідчать про те, що рівень загального травматизму по регіонах України має тенденцію до зниження. Рівень смертельного травматизму, пов'язаного з виробництвом, залишається високим.

Через пандемію коронавірусної інфекції 2020 року відбулося різке збільшення кількості потерпілих внаслідок гострого професійного захворювання COVID-19, що складає 46 % від загальної кількості потерпілих.

До основних травмонебезпечних регіонів України за кількістю нещасних випадків на виробництві, зокрема зі смертельним наслідком, відносяться: м. Київ, Дніпропетровська, Донецька, Львівська, Запорізька, Київська та Харківська області.

Серед причин, що призвели до нещасних випадків на виробництві, переважають організаційні причини.

Перспективи подальших досліджень. Одним із пріоритетних завдань держави є створення безпечних і здорових умов праці, воно спрямоване на зниження ризиків нещасних випадків на виробництві, і тому залишається одним із перспективних напрямів досліджень.

References

- Berhan, E. (2020). Prevalence of occupational accident; and injuries and their associated factors in iron, steel and metal manufacturing industries in Addis Ababa. *Cogent Engineering*, 7 (1), 1723211. doi: 10.1080/23311916.2020.1723211
- Wachter, J. K., & Yorio, P. L. (2014). A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation. *Accident Analysis & Prevention*, 68, 117–130. doi: 10.1016/j.aap.2013.07.029
- Malykhin, O. V., Tairova, T. M., & Slipachuk, O. A. (2015). Osoblyvosti vyrobnychoho travmatyzmu i nahliadovoi diialnosti v Ukraini v umovakh ekonomichnoi kryzy. *Informatsiyni Biuleten z Okhorony Pratsi*, 1, 45–51. [In Ukrainian].

4. Hunegnaw, B., Molla, M., Mulugeta, Y., & Meseret, M. (2021). Assessment of Occupational Injury among Industrial Workers in the Bahir Dar City of Northwest Ethiopia: Institution-Based Cross-Sectional Study. *Journal of Environmental and Public Health*, 2021, 1–8. doi: 10.1155/2021/2793053
5. Melik-Shakhnazarov, L. Sh., & Popova, T. O. (2006). Doslidzhennia vyrobnychoho travmatyzmu v Ukraini. *Informatsiinyi Biuletyn z Okhorony Pratsi*, 3, 9–13 [In Ukrainian].
6. El-Menyar, A., Mekkodathi, A., & Al-Thani, H. (2016). Occupational injuries: Global and local perspectives. *Nepal journal of epidemiology*, 6 (2), 560–562. doi: 10.3126/nje.v6i2.15161
7. William, L. P. Workplace injury procedures for employees. In: *The Law Office of William L. Phalen, P.A.* Retrived from: <https://www.phalenlawfirm.com/types-of-injuries/work-related-accidents/workplace-injury-procedures>
8. Kundiiiev, Yu. I., Nahorna, A. M., & Dobrovolskyi, L. O. (2009). Problema vyrobnychoho travmatyzmu v hlobalnomu vymiri ta stan v Ukraini. *Ukrainskyi Zhurnal z Problem Medytsyny Pratsi*, 1 (21), 3–8. [In Ukrainian].
9. Radionov, M. O., & Kozlovska, T. F. (2018). Pidvyshchennia efektyvnosti zdiisnennia derzhavnoho nahliadu za stanom okhorony pratsi na pidpriemstvakh silskoho hospodarstva. *Visnyk Kremenchutskoho Natsionalnoho Universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 1 (108), 136–146. [In Ukrainian].
10. Dehtiarenko, H. Ye., Romanenko, N. V., & Leskovets, V. I. (2004). Stan nevyrobnychoho travmatyzmu v Ukraini. *Visnyk Natsionalnoho Naukovo-Doslidnoho Instytutu Okhorony Pratsi*, 7, 33–35. [In Ukrainian].
11. Thomas Marchese. Top 5 most common workplace injuries and how to avoid them. Retrived from: <https://www.marchesecomp.com/workers-comp/top-5-most-common-workplace-injuries-and-how-to-avoid-them>
12. Atombo, C., Wu, C., Tettehfiio, E. O., Nyamuame, G. Y., & Agbo, A. A. (2017). Safety and Health Perceptions in Work-related Transport Activities in Ghanaian Industries. *Safety and Health at Work*, 8 (2), 175–182. doi: 10.1016/j.shaw.2016.10.002
13. Mehmood, A., Maung, Z., Consunji, R. J., El-Menyar, A., Peralta, R., Al-Thani, H., & Hyder, A. A. (2018). Work related injuries in Qatar: a framework for prevention and control. *Journal of occupational medicine and toxicology (London, England)*, 13, 29. doi:10.1186/s12995-018-0211-z
14. Demchuk, H. V. (2015). Systema upravlinnia okhoronoiu pratsi v novopryiniatykh krainakh-chlenakh Yevropeiskoho Soiuzu (na prykladi Rumunii). *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu Ukrainy «Kyivskyi politekhnichnyi Universytet»*, 29, 103–112. [In Ukrainian].
15. Tkachenko, I. V., & Shparka, I. I. (2013). Vyrobnychi travmatyzm – problema suchasnosti : aktualni aspekty, prychny ta shliakhy zapobihannia. *Visnyk Chernivetskoho Torhovelno-Ekonomichnoho Instytutu*, 2, 375–381. [In Ukrainian].
16. Stout, N. A., & Linn, H. I. (2002). Occupational injury prevention research : progress and priorities. *Injury Prevention*, 8 (4), 9–14. doi: 10.1136/ip.8.suppl_4.iv9
17. Verbeek, J. (2007). Occupational injuries. *Injury Prevention*, 13 (1), 13–14. doi: 10.1136/ip.2006.014746
18. Novak, I. M., & Kotova, N. I. (2011). Formuvannia suchasnoi systemy profesiinoi bezpeky ta okhorony pratsi v Ukraini. *Demohrafiia ta Sotsialna Ekonomika*, 1 (15), 110–117 [In Ukrainian].
19. Yericheva, T. Yu. (2017). Vyrobnychi travmatyzm: aktualni aspekty ta metody analizu prychn. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskyi Politekhnichnyi Instytut»*, 19 (1241), 131–135. [In Ukrainian].
20. Pakhomov, R. I., Hasii, H. M., Bilous, I. O., & Lavru, T. V. (2015). Analiz, prohnozuvannia ta profilaktyka travmatyzmu z vazhkymy naslidkamy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Kharkivskoho Universytetu Povitrianykh Syl*, 2 (43), 139–144. [In Ukrainian].
21. Berezovskyi, A. P., Trus, O. M., & Prokopenko, E. V. (2019). Stan vyrobnychoho travmatyzmu ta profesiinykh zakhvoriuvan v Ukraini. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahranoi Akademii*, 1, 241–249. doi: 10.31210/visnyk2019.01.29 [In Ukrainian].
22. Levchenko, O. H., & Ilchuk, O. S. (2016). Analiz ta otsinka stanu vyrobnychoho travmatyzmu v haluzi mashynobuduvannia. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu Ukrainy «Kyivskyi Politekhnichnyi Universytet»*, 30, 171–176. [In Ukrainian].
23. Bila, H. M. (2012). Problemy v realizatsii derzhavnoi polityky nahliadu za dotrymnyam zakonodavstva. *Publichne Upravlinnia: Teoriia ta Praktyka*, 1, 135–139. [In Ukrainian].

24. Riabenska, M. O. (2014). Suchasnyi stan ta dynamika vyrobnychoho travmatyzmu u promyslovosti Ukrainy. Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu, 1, 84, 37–41. [In Ukrainian].

25. Hulevets, V. D. (2016). Systema upravlinnia okhoronoiu zdorovia ta bezpeky personalu v umovakh vyrobnychkykh kompanii. Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini: Zbirnyk Naukovykh Prats, 32, 84–93. [In Ukrainian].

26. Rhee, K. Y., Choe, S. W., Kim, Y. S., & Koo, K. H. (2013). The Trend of Occupational Injuries in Korea from 2001 to 2010. Safety and Health at Work, 4 (1), 63–70. doi: 10.5491/shaw.2013.4.1.63

27. Skorobohatyi, Ya. P., & Buzhanska, M. V. (2018). Vyrobnychy travmatyzm – vazhlyva sotsialno-ekonomichna problema sohodennia : prychny ta shliakhy zapobihannia. Visnyk Lvivskoho Torhovelno-Ekonomichnoho Universytetu, 19, 104–108. [In Ukrainian].

28. Tairova, T. M. (2016). Problemni pytannia okhorony pratsi v Ukraini. Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini: Zbirnyk Naukovykh Prats prats, 32, 3–15. [In Ukrainian].

29. Yesypenko, A. S., & Tairova, T. M. (2011). Doslidzhennia dynamiky zmin i tendentsii stanu umov ta bezpeky pratsi v Ukraini. Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini : Zbirnyk Naukovykh Prats, 21, 111–118. [In Ukrainian].

30. Fond sotsialnoho strakhuvannia Ukrainy. Retrived from: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/category/919872> [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 14.07.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:


Березовський А. П., Трус О. М., Прокопенко Е. В. Аналіз стану виробничого травматизму по регіонах України. Вісник ПДАА. 2021. № 3. С. 249–257.


*© Березовський Андрій Павлович, Трус Олександр Миколайович,
Прокопенко Едуард Васильович, 2021*


original article | UDC 621.867.133 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.32

RESEARCHING RELIABILITY OF WORK OF GRAIN HARVESTERS' TRANSPORT SYSTEMS ELEMENTS
O. A. Burlaka^{1*}

 ORCID  [0000-0002-2296-7234](https://orcid.org/0000-0002-2296-7234)
*O. V. Gorbenko*¹

 ORCID  [0000-0003-2473-0801](https://orcid.org/0000-0003-2473-0801)
*A. O. Kelemesh*¹

 ORCID  [0000-0001-9429-8570](https://orcid.org/0000-0001-9429-8570)
*A. O. Burlaka*²
¹ Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

² Poltava Polytechnic Professional College, the Separated Structural Unit of National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

83a, Puskina str., Poltava, 36000, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: antonkelemesh@gmail.com

How to Cite

Burlaka, O. A., Gorbenko, O. V., Kelemesh, A. O., & Burlaka, A. O. (2021). Researching reliability of work of grain harvesters' transport systems elements. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 258–264. doi: 10.31210/visnyk2021.03.32

The article is presented as a systemic analysis of the reasons for failures and the provision of practical scientifically grounded proposals to improve the reliability of grain transport lines of modern combine harvesters. The authors analyzed the main factors and causes that lead to premature failure and destruction of the elements of combine harvesters' grain-transport line. The object of the study were the physical phenomena that occur in the upper part of the grain and tailings elevators of the grain transport group of combine harvesters during grain transportation. The work of coupling was investigated and analyzed in detail: the working surface of the drive sprocket – the chain with scrapers of the grain and tailings combine elevator. The main reasons for the destruction of the drive sprocket teeth and accelerated wear of the chain with scrapers of grain combine elevator: abrasive wear, contact wear, plastic deformation, corrosion wear, etc. were determined. The following scientifically substantiated and practical recommendations were proposed: conducting systemic diagnostic examination of the components of grain transport group; reducing the intervals between combine maintenance in case of work under difficult conditions of harvesting; the possibility of mirror installation of a partially worn out drive sprocket by 180° turning; thorough cleaning the working bodies of combine harvester transport systems from plant residues and mud during maintenance and storage; using new construction materials, including composites, for the manufacture of new drive sprockets of the chain with scrapers of elevators of the combine harvesters' transport group. The offered advice and recommendations on the chosen research subject are expedient at using the existing constructions and designing new elements of grain transport lines of modern grain harvesters produced in Ukraine and abroad. Also, the results of the presented study should be introduced into the educational process while training students in specialties 208 Agro-engineering and 133 Industry mechanical engineering.

Key words: combine harvester, scraper elevator, sprocket, drive chain, oscillations, wear, reliability.

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

*О. А. Бурлака*¹, *О. В. Горбенко*¹, *А. О. Келемеш*¹, *А. О. Бурлака*²

¹ Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

² Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж

Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

м. Полтава, Україна

Статтю викладено як системний аналіз причин відмов та надання практичних науково обґрунтованих пропозицій для покращення надійності роботи зерно-транспортних ліній сучасних зернозбиральних комбайнів. Автори проаналізували основні чинники та причини, що призводять до передчасного виходу з ладу та руйнування елементів зерно-транспортної лінії зернозбиральних комбайнів. Об'єктом дослідження обрано фізичні явища, що відбуваються у верхній частині зернового та колосового елеваторів зерно-транспортної групи зернозбиральних комбайнів під час транспортування зерна. Детально досліджено та проаналізовано роботу спряження: робоча поверхня привідної зірочки – ланцюг зі скребками зернового та колосового елеватора комбайна. Визначено основні причини руйнування зубів привідної зірочки та прискореного зносу ланцюга зі скребками елеватора зернозбирального комбайна: абразивне зношування, контактне зношування, пластична деформація, корозійне зношування та ін. Основними з науково обґрунтованих та практичних рекомендацій стали такі: проведення системного діагностичного обстеження складників зерно-транспортної групи; зменшення інтервалів між обслуговуванням комбайнів у разі роботи у складних умовах збирання врожаю; можливість дзеркального встановлення частково зношеної зірочки поворотом на 180°; ретельне очищення робочих органів транспортних систем зернозбирального комбайна від рослинних залишків і бруду при технічних обслуговуваннях та постановці на зберігання; використання нових конструкційних матеріалів, зокрема і композитів, для виготовлення нових привідних зірочок ланцюга зі скребками елеваторів зерно-транспортної групи зернозбиральних комбайнів. Пропоновані поради та рекомендації з обраної тематики дослідження доцільно застосовувати при використанні існуючих конструкцій та проектуванні нових елементів зернотранспортних ліній сучасних зернозбиральних комбайнів вітчизняного та закордонного виробництва. Також результати цього дослідження доцільно впроваджувати в навчальний процес при підготовці здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 Агроінженерія та 133 Галузеве машинобудування.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, скребковий елеватор, зірочка, приводний ланцюг, коливання, знос, надійність

Вступ

Є безсумнівною актуальність наукового дослідження щодо вагомості та важливості підвищення надійності роботи вузлів та агрегатів сучасного зернозбирального комбайна.

ґрунтовні наукові дослідження, тематика яких пов'язана із зернозбиральними комбайнами, технологіями збирання зернових, зернобобових культур, насіння трав, містяться у працях відомих українських учених: Погорілого Л. В., Сакуна В. А., Шейченка В. О., Погорільця О. М., Головчука А. Ф., Демко А. А., Зенко М. Д., Ліника М. К., Недовесова В. І. та ін. [8, 16, 26–28, 7].

Результати досліджень елементів технологічних процесів обмолоту та очищення зерна подано як наукові міжнародні публікації [21–24, 26–28]. Актуальність наукової тематики, дослідницькі напрями, результати дослідження з вагомості елементів систем діагностики, технічного обслуговування та ремонту відносно якості роботи сучасної зернозбиральної техніки наведено в роботах [1–6, 8, 9].

Дослідженню надійності вузлів та агрегатів зернозбиральної техніки з використанням методик системного підходу, методик оцінки ефективності діагностично-сервісних робіт присвячені наукові праці [11–15].

Пошук інноваційних підходів, методик, технологій та їх складників у сучасних виробничих системах технічного сервісу відносно діагностики, ремонту, обслуговування, техніко-економічного моніторингу зернозбиральної техніки розкрито в наукових роботах [16–19, 29–32].

Але в сучасному світі науково-технічний прогрес у напрямі розвитку техніки і технологій тільки пришвидшується. Така тенденція безперечно стосується і зернозбиральної техніки. Відповідно, подальший науковий пошук з дослідження технічних аспектів підвищення надійності та якості роботи складових систем зернозбиральних комбайнів, зокрема вузлів зерно-транспортних систем є доцільним та актуальним.

Матеріали і методи досліджень

При написанні статті використані органолептичні методи досліджень, методи прямих вимірювань [31, 32] графоаналітичні методи досліджень та методи математичного моделювання [28, 29].

Результати досліджень та їх обговорення

Під час виїзних наукових семінарів викладачів кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва в рамках взаємодії зі стейкхолдерами – провідними фахівцями аграрних підприємств, що зацікавлені в підвищенні рівня підготовки майбутніх інженерів, було детально обговорено низку однотипних залежних відмов зерно-транспортної групи зернозбиральних комбайнів. Основна причина таких відмов – прискорений знос та руйнування приводної двосторонньої зірочки (кількість зубців – 7, діаметр отвору під вал – 35 мм) ланцюга зі скребками зернового підйомного елеватора зернозбирального комбайна (рис. 1).

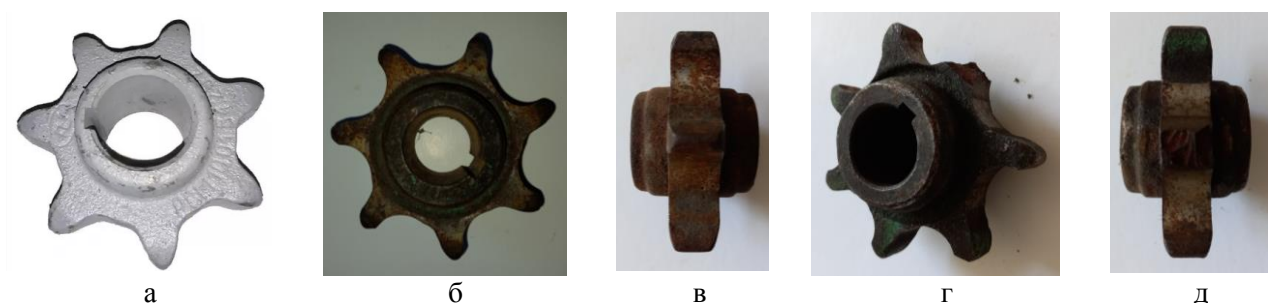


Рис. 1. Приводна двостороння зірочка скребкового зернового та колосового елеватора зернозбирального комбайна (кількість зубців – 7).

Позначення: а – нова; б, в – з граничним зносом робочих поверхонь зубців; г, д – зі зруйнованим зубом, що призвела до залежних відмов зерно-транспортної групи зернозбирального комбайна.

Вищезазначена зірочка виготовляється з ковкого чугунку марки КЧ 33-8-Ф ГОСТ 1215-79; є литою деталлю з механічно обробленими робочими поверхнями та поверхнями під посадку вала. Як правило, на зерно-транспортну лінію комбайна для забезпечення роботи ланцюга зі скребками встановлюється чотири таких зірочки. Крім посадки на привідний вал скребкового ланцюга верхньої частини зернового та колосового елеваторів, зірочка розташована на цапфах колосового та зернового шнеків зерно-транспортної групи комбайна.

Основним транспортним елементом скребкових елеваторів зернозбиральних комбайнів вітчизняного та закордонного виробництва типу «Славутич», «Дон», «Вектор», «Акрос» та інших подібних моделей є ланцюг ТРД-38-4000-2-2-6-6 ГОСТ 4267-78, додатково обладнаний гумовими скребками (рис. 2).

Розглянемо основні причини прискореного зносу спряження шарнір ланцюга – робоча поверхня зубів приводної зірочки:

1. Сухе тертя та наявність у зоні спряження шарнір ланки ланцюга – робоча поверхня зубів зірочки значної кількості абразивних часточок, тобто маємо значний абразивний знос.

2. Суттєво виражені коливання ланцюгової передачі, спричинені специфікою роботи спряження ланцюг – зірочка. Основні закономірності фізичної природи коливань ланцюгової передачі під час транспортування зерна елеватором комбайна більш детально описані у [32]. При цьому рух ланцюга зі скребками можливо визначити закономірностями руху окремого шарніру ланцюгової ланки, розглядаючи момент зачеплення такого шарніру із зубом ведучої зірочки (рис. 2; рис. 3).

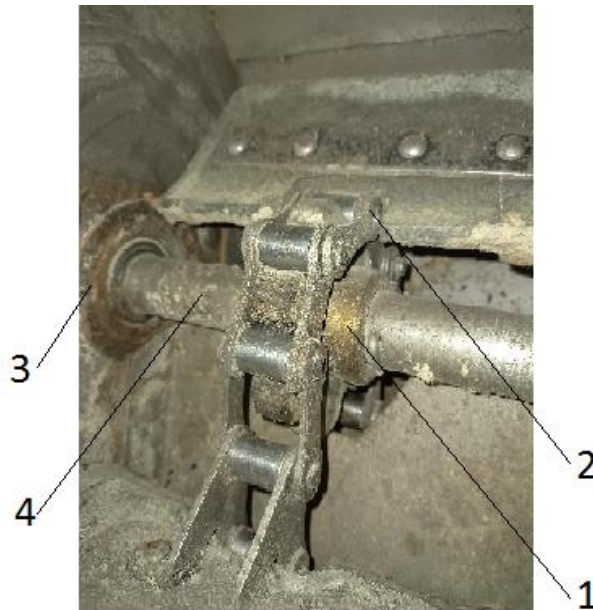


Рис.2. Верхня частина ланцюга зі скребками елеватора зернозбирального комбайна.
 Позначення: 1 – приводна зірочка, 2 – ланцюг зі скребками,
 3 – підшипниковий вузол з натяжним пристроєм; 4 – приводний вал.

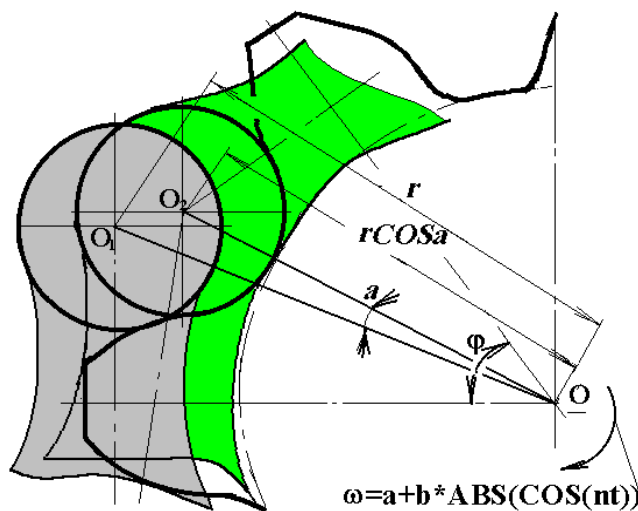


Рис. 3. Схема до обґрунтування коливань в ланцюговій передачі

Відомо, що кожна ланка під час руху переміщує ланцюг одним кутовим кроком, після чого таке переміщення здійснює наступна ланка. Значення швидкості ланцюга мають коливальну природу. Одна з причин такої природи коливань – зміна радіуса обертання центра шарніра ланцюга (від O_1 до O_2) (рис. 3) відносно центра обертання привідного вала – т. O . Максимального значення швидкості ланцюга досягає в положенні, де проведений через центр шарніра радіус ведучої зірочки стає нормаллю відносно ведучих елементів ланцюга (рис. 3). При миттєвих положеннях елементів ланцюга, що відрізняються від утворення вищеописаної нормалі, шарнір, що увійшов у зчеплення із зірочкою і отримує навантаження від зуба зірочки, між перпендикуляром до робочої частини ланцюга OO_1 та відрізком OO_2 утворюється кут α . Повздовжню швидкість ланцюга можна обчислити за формулою:

$$V = \omega \cdot r \cos \alpha, \tag{1}$$

де ω – умовна стала кутова швидкість привідної зірочки ланцюга зі скребками елеватора;

r – радіус миттєвого положення шарніру ланцюга, що увійшов у зчеплення із зірочкою;

α – утворюваний кут між відрізками OO_1 та OO_2 . Такий кут може бути зі значенням від 0 до π/z_1 .

Тобто значення швидкості ланцюга буде варіюватися в межах від v_{max} до $V_{max} \cos(\pi / z_1)$.

У відомих методиках розрахунку елементів ланцюгових передач вважають, що сама ведуча зірочка ланцюга зі скребками рухається рівномірно за причиною суттєвих з'єднаних з нею мас інерції [32]. У разі роботи такого спряження на елеваторі зернозбирального комбайна маси контр-приводу зерно-транспортної групи зіставні або менше рухомих мас зернового елеватора (маса ланцюга зі скребками, маса зернового шнека, маса зерна, що транспортується). Тому нерівномірність руху коливальної природи лінійної швидкості елементів ланцюга зі скребками буде створювати та підсилювати коливання кутової швидкості ведучої зірочки приводу (кількість зубців – 7, діаметр отвору під вал – 35 мм) такого ланцюга. Тобто чітко виражений коливальний рух та переміщення центру шарніра з т. O_1 у т. O_2 створює додаткове коливальне навантаження ударного характеру у спряженні шарнір – зуб зірочки. Останнє призводить до появи пластичної деформації, контактного зносу в зоні робочих поверхонь зірочки та прискорює загальний знос робочих поверхонь зубів зірочки.

3. Знос опорних підшипників привідного верхнього вала зернового елеватора зернозбирального комбайна – поява та збільшення зазору між внутрішнім та зовнішнім кільцями опорних підшипників значно посилює коливальні явища у спряженні привідна зірочка – ланцюг зі скребками зернового чи колосового елеватора через виникнення можливості утворення вільного люфту центру обертання привідного вала у верхній частині елеватора.

4. Знос ланцюга зі скребками. Відомо, що за відносним видовженням ланцюга, у нашому випадку ланцюг ТРД-38-4000-2-2-6-6 ГОСТ 4267-78, необхідно встановлювати граничний термін його використання та ухвалювати інженерне рішення щодо заміни такого ланцюга на новий. Подовження відстані між шарнірами ланцюга у процесі його використання в разі такого зносу підсилює кумулятивний ефект зносу спряження зірочка – ланцюг зі скребками елеватора.

5. Неправильно виконане технічне складання елементів зернової групи та неправильно проведені технологічні регулювання зернової групи: перекося елементів верхньої частини елеватора; ступінь натягування ланцюга зі скребками. Такі фактори призводять до підсилення як абразивного зношування досліджуваного спряження, так і до збільшення контактного зношування через ударні явища та пластичну деформацію.

6. Порушення посадки привідної зірочки ланцюга зі скребками елеватора в зоні шпонкового з'єднання призводить до утворення додаткового люфту між ведучим валом та зірочкою і є ще одним фактором нерівномірності руху ланцюга зі скребками та підсилення ударного навантаження.

7. Умови збирання врожаю сільськогосподарських культур, що підлягають комбайновому обмолоту. Немає сумніву, що підбір валків, або збирання забур'яненої частково полеглої маси деяких сільськогосподарських культур часто збільшує кількість абразивного матеріалу (пил, бруд, рослинні незернові рештки). Останнє прискорює абразивний знос як елементів зерно-транспортної групи, так і робочих органів молотарки зернозбирального комбайна загалом.

Перераховані основні причини прискореного зносу спряження шарнір ланки ланцюга – робоча поверхня зубів привідної зірочки у верхній частині зернового та колосового елеваторів зерно-транспортної групи зернозбиральних комбайнів у підсумку значно прискорюють загальний знос такого спряження та призводять до руйнування зубів привідної зірочки. (рис. 1(г, д)).

Таке явище, на жаль, є залежною відмовою, і призводить до пошкодження як елементів скребкового елеватора, так і витків шнеків завантажувально-вивантажувальної лінії бункера, кожухів шнеків; а також, у випадку з руйнуванням зірочки у колосовому елеваторі – руйнуванню елементів додаткового обмолочувального пристрою. Тобто при такому руйнуванні, на перший погляд, відносно дешевої привідної зірочки ланцюга зі скребками можна отримати дороговартісний ремонт зерно-транспортної групи та елементів молотарки зернозбирального комбайна.

Висновки

Основними висновками та практичними рекомендаціями з дослідженої проблематики, крім таких загальновідомих, як якісне і вчасне технічне обслуговування комбайнів, правильне технологічне регулювання, можна визначити такі:

1. Проведення системного діагностичного обстеження складників зерно-транспортної групи: підшипникових опор на наявність люфту та вібрації.

2. Урахування темпів пришвидшеного зносу у разі роботи зернозбиральних комбайнів у складних умовах та корегування міжремонтних інтервалів та інтервалів технічного обслуговування комбайнів.

3. Досліджувана зірочка є симетричною деталлю, тому переустановлення її на валу дзеркальним відтворенням – поворотом на 180° та заміною шпонки подовжить термін використання досліджуваного спряження: робоча поверхня зірочки – ланка ланцюга із шарнірами за умови мінімально можливого зменшення коливань у ланцюговій передачі.

4. Використання нових конструкційних матеріалів, зокрема і композитів, для виготовлення нових привідних зірочок ланцюга зі скребками елеваторів зерно-транспортної групи зернозбиральних комбайнів.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження рекомендовано проводити на моделях комбайнів закордонного виробництва та скребкових елеваторах зернопереробної галузі.

References

1. Boyko, A., & Dumenko, K. (2011). Vplyv efektyvnosti sfery tekhnichnoho obsluhovuvannya na vstanovlennia funktsii hotovnosti ta vidnovlennia zernozbyralnoi tekhniki. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 1, 11–14. [In Ukrainian].
2. Bondarenko, O., & Dumenko, K. (2011). Vykorystannia par tertia vuhletsevykh kompozytsiinykh materialiv v ekstremalnykh umovakh roboty zernozbyralnoi tekhniki. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 3 (60), 165–170. [In Ukrainian].
3. Bondar, M., Zavaloka, A., & Svyrydenko, N. (2010). Povyshenye pozharobezopasnosti ekspluatatsyy pernouborochnoho kombayna: kontseptsyya y puty ee realizatsyy. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 8, 12–16. [In Russian].
4. Brovarets, O. O. (2014). Rehulovana vysota zrizu zernozbyralnykh kombayniv – zasib pidvyshchennya efektyvnosti roboty zernozbyralnykh kombayniv. *Khrahenye y Pererabotka Zerna*, 3, 16–19. [In Ukrainian].
5. Vasylychenko, V., & Ruzhylo, Z. (2012). Pidhotovka zbyral'noyi tekhniki do zymivli. *Ahrarna Tekhnika ta Obladnannya*, 4, 78–80. [In Ukrainian].
6. Vasylychenko, V. (2013). Pidhotovka kombayna do zhnyv. Shcho potribno zrobyty, aby minimizuvaty vtraty. *Ahronom*, 2, 202–205. [In Ukrainian].
7. Burlaka, O. A., & Yakhin, S. V. (2018). Pidvyshchennya efektyvnosti roboty skrebkovykh elevatoriv z vidtsentrovym typtom rozvantazhennya. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 195–200. doi. 10.31210/visnyk2018.04.31 [In Ukrainian].
8. Holovchuk, A. F., Marchenko, V. I., & Orlov, V. F. (2004). *Ekspluatatsiya ta remont sil's'kohospodars'koyi tekhniki: pidruch. u 3 kn. Kombayny zernozbyral'ni*. Kyiv: Hramota [In Ukrainian].
9. Demko, O. A., Demko, A. A., & Nadtochiy, O. V. (2014). Zakonomirnosti vplyvu tryvalosti ekspluatatsiyi zernozbyral'nykh kombayniv na yikh tekhnichnyy stan. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 145, 161–167. [In Ukrainian].
10. Dumenko, K. M. (2011). Intehrovanyy pokaznyk efektyvnosti roboty zernozbyral'nykh kombayniv. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky Prychornomor'ya*, 4 (61(1)), 220–224. [In Ukrainian].
11. Dumenko, K. M., & Bondarenko, O. V. (2011). Naukovi zasady formuvannya nadiynosti pidsystem zernozbyral'nykh kombayniv. *Naukovyy Visnyk Luhans'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu*, 9, 412–419. [In Ukrainian].
12. Dumenko, K. M. (2012). Statystychnyy analiz dynamiky rozpodilu vidmov pidsystem kombayniv. *Naukovyy Visnyk Luhans'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu*, 35, 113–118. [In Ukrainian].
13. Dumenko, K. M., Komisarova, L. O., & Shevchenko, K. S. (2014). Vidnovlennya pratsezdatoho stanu vitchyznyanykh zernozbyral'nykh kombayniv. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 145, 21–27. [In Ukrainian].
14. Dumenko, K. M., Boyko, A. I., & Bondarenko, O. V. (2012). Funktsiyi vidnovlennya pidsystem zernozbyral'nykh kombayniv pry riznykh rivnyakh potentsialu bazy tekhnichnoho obsluhovuvannya. *Pratsi Tavriys'koho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu*, 12 (3), 42–52. [In Ukrainian].
15. Karabynech, S., Veznyuk, V., & Demchenko, A. (2014). Servysom po barabanu. Remont i profylaktyka molotyl'noho uzla zernouborochnoho kombayna. *Zerno*, 5, 156–161. [In Russian].
16. Kravchuk, V., Zan'ko, M., & Lysak, O. (2016). Ekspluatatsiyina otsinka kombayna MF-7370PL "BETA" kompaniyi MASSEY FERGUSON na zbyrannya yachmenyu. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 4, 10–17. [In Ukrainian].
17. Kukhtov, V. H., Znaydyuk, V. H., & Pohorilly, V. V. (2014). Do pytannya normuvannya rivnya nadiynosti novykh zernozbyral'nykh kombayniv vitchyznyanoho vyrobnytstva. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 151, 5–12. [In Ukrainian].

18. Lytvyniuk, L. (2015). Deyaki osoblyvosti pidvyshchennya produktyvnosti zernozbyral'noho kombayna i pokrashchennya rodyuchosti hruntu. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 10, 25–27 [In Ukrainian].
19. Sydorochuk, L. L. (2013). Systemnyy analiz pidprohram vykorystannya ta tekhnichnoho servisu zernozbyral'nykh kombayniv. *Mekhanizatsiya i Elektryfikatsiya Sil's'koho Hospodarstva*, 97 (2), 404–412. [In Ukrainian].
20. Smashnyuk, O. V. (2010). Zakonomirnosti vidmov zernozbyral'nykh kombayniv v umovakh ekspluatatsiyi. *Mekhanizatsiya ta Elektryfikatsiya Sil's'koho Hospodarstva*, 94, 431–437. [In Ukrainian].
21. Choi, M., Lee, K., Jang, B., Kim, Y., Chung, S., & Lee, J. (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/j.ijabe.20181105.2686
22. Fiscus, D. E., Foster, G. H., & Raufman, H. H. (1971). Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*, 14 (3), 480–485. doi: 10.13031/2013.38319
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), 150–155.
25. Sheichenko, V., Kuzmych, A., Shevchuk, M., Shevchuk, V., & Belovod, O. (2019). Research of quality indicators of wheat seeds separated by prethreshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 57 (1), 157–164.
26. Shpokas, L., Adamchuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovicky, L. (2016). The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*, 62, 106–112. doi: 10.17221/16/2015-RAE
27. Zielinski, A., & Mos, 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
28. Kelemesh, A., & Gorbenko, O. (2015). Research of kinematic and agricultural parameters of working tools when processing the cylinder liners. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the resources*, 61 (12), 32–33.
29. Gorbenko, O., & Kelemesh, A. (2015) Justification of choosing recovery method for cylinder liners of autotractor engines. Proceedings of the IInd International Scientific and Practical Conference “Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions”, 24–25 Sept. 2015. 2 (2), 9–11 Dubai: UAE.
30. Vasylenko, V. S., Hramakov, N. V., Taran, I. H., & Shchekoldin, H. A. (2000). *Kombayni zernoubrochnye samokhodnye «DON-1500B» i «DON-1200B»*. *Instkruktsyya po ekspluatatsiyi i tekhnicheskomu obsluhovunya*. OAO «Rostsel'mash» [In Russian].
31. Burlaka, O. A., Gorbenko, O. V., & Kelemesh, A. O. (2021). Studying the reliability of hydraulic system elements of grain combine harvesters. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 292–301. doi: 10.31210/visnyk2021.01.37 [In Ukrainian].
32. Burlaka O.A., & Yahin S. V. (2017). Teoretichni aspekty procesu vidcentrovogo rozvantazhennya zerna u elevatori zernozbiralnogo kombajnu. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1-2, 133–137 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 08.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бурлака О. А., Горбенко О. В., Келемеш А. О., Бурлака А. О. Дослідження надійності роботи елементів транспортних систем зернозбиральних комбайнів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 258–264.

© Бурлака Олексій Анатолійович, Горбенко Олександр Вікторович, Келемеш Антон Олександрович, Бурлака Андрій Олексійович, 2021




original article | UDC 631.361:631.53.01 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.33

INVESTIGATING CONTROLLED GRAIN GRAVITATIONAL MOVEMENT IN SLOPING CHANNEL WITH THREE VARIABLE ANGLES


A. V. Antonets^{1*}

ORCID  [0000-0002-2332-6711](https://orcid.org/0000-0002-2332-6711)


L. O. Flegantov¹

ORCID  [0000-0002-4689-1457](https://orcid.org/0000-0002-4689-1457)


O. M. Ivanov¹

ORCID  [0000-0002-1761-9913](https://orcid.org/0000-0002-1761-9913)

V. M. Arendarenko¹

ORCID  [0000-0003-0701-7983](https://orcid.org/0000-0003-0701-7983)

O. P. Koshova²

ORCID  [0000-0003-0794-6774](https://orcid.org/0000-0003-0794-6774)

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

² Higher Educational Establishment of Ukoopspilka “Poltava University of Economics and Trade”
3, Kovalia Str., Poltava, 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: anatoliyantone1@gmail.com

How to Cite

Antonets, A. V., Flegantov, L. O., Ivanov, O. M., Arendarenko, V. M., & Koshova, O. P. (2021). Investigating controlled grain gravitational movement in sloping channel with three variable angles. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 265–273. doi: 10.31210/visnyk2021.03.33

Food security of countries depends on grain quality. Special devices are used to prevent the injury of grain mass during its transportation and loading. They can work on the principle of overflow, current, and with the use of gravitational braking devices. In gravitational devices, it is important to solve the problem of controlled reducing grain speed and prevent its untimely unloading. The aim of this paper was to find the relationship between the angles of one acceleration and two brake sections of gravitational unit to obtain the controlled initial grain speed at its exit. The main task was to find and substantiate the relationship between the three angles of one acceleration and two brake sections. The experimental gravitational installation was proposed to study the angles and grain speed. It has an acceleration section located at an angle α to the horizon, where the grain flow has its maximum speed V_{\max} passing the way of length l_1 . On the first brake section with angle β and length l_2 , the grain slows down its movement to the average value between the maximum and final speeds. At the end of the second brake section with an angle γ and length l_3 , the grain speed becomes close to the initial grain speed V_0 as a result of falling from the height h_0 of the hopper to the beginning of the acceleration section. To ensure the controlled speed of grain movement, mathematical correlations between the slope angles of acceleration and braking sections of the gravitation device were found. The analysis of the nature of changing slope angles of brake channels at changing the determining factors forming their sizes was carried out. The ratios between the angles α , β and γ were primarily determined by the value of the coefficient μ of friction-sliding, which depends on the type of grain, its humidity level and roughness of the tray material of the gravitational loading device. The lengths of sections l_1 , l_2 and l_3 also significantly affect the correlation between the slope angles, as well as the shape of the proposed gravitational installation.

Key words: grain, controlled speed, acceleration and braking areas, slope angles.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЬОВАНОГО ГРАВІТАЦІЙНОГО РУХУ ЗЕРНА У ПОХИЛОМУ КАНАЛІ З ТРЬОМА ЗМІННИМИ КУТАМИ НАХИЛУ

А. В. Антоненко¹, Л. О. Флегантов¹, О. М. Іванов¹, В. М. Арендаренко¹, О. П. Кошова²

¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

² Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава, Україна

Від якості зерна залежить продовольча безпека країн. Для запобігання травмування зернової маси користуються різноманітними спеціальними пристроями. Зокрема, при використанні гравітаційних гальмівних пристроїв важливим є розв'язання проблеми контрольованого зменшення швидкості руху зерна та запобігання його передчасного сходу. Метою цієї роботи є дослідження залежностей між кутами нахилу розгінної та двох гальмівних ділянок гравітаційної установки для отримання контрольованої початкової швидкості руху зерна на її виході. Основне завдання: обґрунтувати залежності між трьома кутами нахилу однієї розгінної та двох гальмівних ділянок. Для дослідження кутів запропонована відповідна гравітаційна установка. Вона має розгінну ділянку, що розташована під кутом α до горизонту, де зерновий потік набуває свою максимальну швидкість V_{\max} , проходячи шлях довжиною l_1 . На першій гальмівній ділянці з кутом β і довжиною l_2 зерно сповільнює свій рух до усередненого значення між максимальною та кінцевою швидкостями. На кінці другої гальмівної ділянки з кутом γ і довжиною l_3 швидкість сходу зерна набуває значення, близького до початкової швидкості руху V_0 , яку зерно набуває в наслідок падіння з висоти h_0 бункера на початок розгінної ділянки. Для контролю швидкості руху зерна знайдені математичні співвідношення між кутами нахилу розгінної та гальмівних ділянок гравітаційного пристрою. Окремо проведено аналіз характеру зміни кутів нахилу гальмівних каналів при зміні визначальних факторів, що формують їх величини. Співвідношення між кутами α , β і γ насамперед визначаються значенням коефіцієнта тертяковзання μ , який залежить від виду зернових, їх рівня вологості та шорсткості матеріалу жолобів. Довжини ділянок l_1 , l_2 та l_3 також суттєво впливають на співвідношення між кутами нахилу, а також на саму форму запропонованої гравітаційної установки.

Ключові слова: зерно, контрольована швидкість, розгінна та гальмівні ділянки, кути нахилу

Вступ

Від кількості і якості зерна залежить продовольча безпека країни і сталий розвиток переробної і харчової промисловості [1]. Під час транспортування та завантаження зернової маси відбувається зіткнення зернівок з робочими органами транспортерів, стінками бункерів та бетонним дном силосів [2–5]. У роботах [6–9] розглядається вплив технічних засобів механізації сільськогосподарського виробництва на ступінь ушкодження насіння різних культур.

Відомо, що травмоване зерно менш стійке до зберігання, а отримані під час завантаження травми слугують осередком розвитку шкідливих бактерій і мікробів. Для зменшення травмування зерна при його завантаженні часто використовують пересипні полиці, концентричні кільця з вертикально розміщеними лопатями, вертикальні гвинтові конвєси з вікнами, нерухомі жолоби та пустотілі зрізані конуси [10–12]. Окремим варіантом подолання проблеми безударного завантаження силосів зерном є створення різноманітних каскадних пристроїв [13]. У [14, 15] наведено результати теоретичних досліджень гравітаційного руху зерна по різних робочих органах.

Розглянуті вище пристрої зменшують травмування зерна, але є досить громіздкими. Недостатньо висвітленою є також проблема контрольованого зменшення швидкості гравітаційного руху зернової маси. Ці дослідження були розпочаті в роботах [16–19], де наведено зв'язок між кутами розгінної та гальмівної ділянок спускного прямого та гвинтового каналів. Окремо побудована аналітична модель швидкості гравітаційного руху зерна по гвинтовому каналу із двома змінними кутами нахилу [20]. Як показали проведені дослідження, при деяких значеннях кутів відбувається згуження зерна на гальмівній ділянці. Для запобігання цьому виникає необхідність дослідження вдосконаленого пристрою з трьома змінними кутами нахилу, для розгінної та двох гальмівних ділянок спускного прямого каналу.

Метою цієї роботи є пошук та дослідження залежностей між кутами нахилу розгінної та двох гальмівних ділянок гравітаційної установки для контрольованого отримання початкової швидкості руху зерна на її виході.

Матеріали і методи досліджень

Гравітаційна установка (рис. 1) для дослідження руху зерна складається із бункера для зберігання зернового матеріалу 1, шиберної заслінки 2, розгінної ділянки 11 каналу спуску, рухомого циліндричного шарніру 4, двох гальмівних ділянок 3 і 5 каналу спуску, нерухокої стійки 6, на якій встановлена гвинтова каретка 7, еластичних тяг 8, котрі у верхній нерухомій частині установки з'єднуються із регулювальними пристроями 9, які призначені для піднімання та опускання нижніх кінців ділянок спускного каналу, та бункера для збирання зернового матеріалу 10.

Профіль ділянок каналу має форму поздовжньо зрізаного циліндра, що повернутий відкритою стороною нагору. Внутрішня робоча поверхня каналу має певний рівень шорсткості, що залежить від виду матеріалу ділянок.

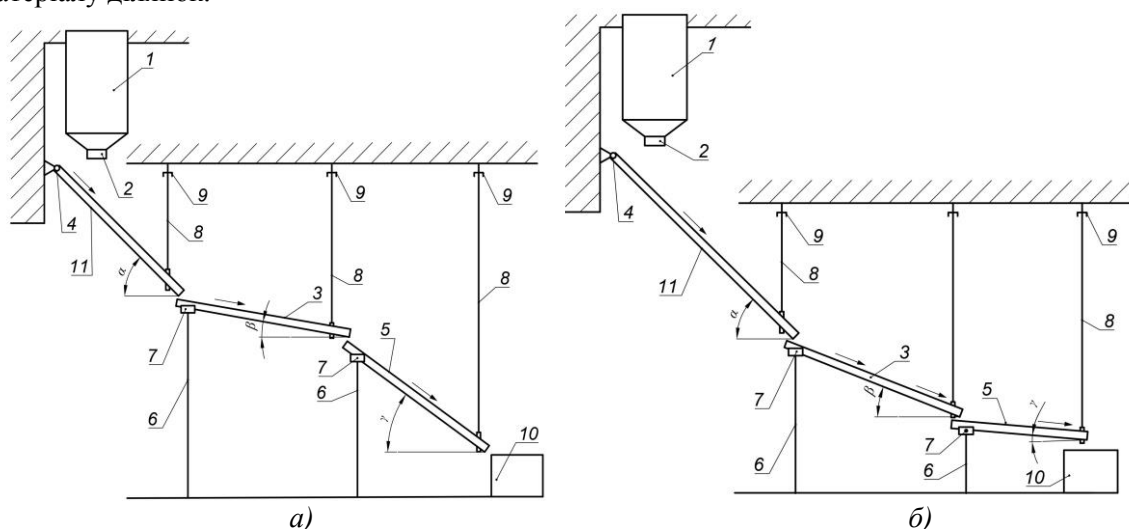


Рис. 1. Гравітаційна установка з дослідження контрольованого руху зерна на розгінному і двох гальмівних ділянках прямого каналу

Три ділянки каналу розташовуються у просторі за допомогою еластичних тяг 8, які кріпляться на кінцях жолобів каналу та можуть змінювати свою довжину завдяки регулюючим тягам 9. Розгінна ділянка біля бункера 1 кріпиться до стінки за допомогою шарніру 4. Гальмівні канали з однієї сторони встановлені на каретки 7, які можуть переміщатись уздовж нерухомих стійок 6 вгору або вниз. Розгінна ділянка встановлюється під кутом α , а гальмівні – під кутами β і γ . Можливі два варіанти розташування ділянок: $\alpha > \beta < \gamma$ (рис. 1, а) і $\alpha > \beta > \gamma$ (рис. 1, б). Зерно з висоти h_0 – висота між бункером та початком розгінної ділянки падає на верхню частину розгінного спускного каналу. На гальмівних ділянках зерно сповільнює свій рух. Швидкість сходу зерна набуває значення близького до початкової швидкості руху зерна по розгінній ділянці каналу.

Результати досліджень та їх обговорення

Рух зерна по розгінній і гальмівним ділянкам будемо вважати ламінарною течією. Під час руху зерна між поверхнею жолоба і зовнішнім шаром зернової маси виникає сила тертя, що залежить від матеріалу каналу і визначається коефіцієнтом тертя-ковзання μ . Вважаємо, що зерно висипається з бункера рівномірно з однаковою швидкістю, тобто маємо стаціонарний потік. Відповідно до рівняння нерозривності течії $V \cdot S = const$, враховуючи однакові поперечні перерізи усіх трьох каналів, маємо умову забезпечення стаціонарності потоку: $V_{поч} \leq V_{кін}$. Для спрощення подальших розрахунків будемо вважати $V_{поч} = V_{кін} = V_0$.

У момент падіння маси з отвору бункера, розташованого на висоті h_0 від краю каналу розгінної ділянки зерно набуває початкової швидкості V_0 . Відповідно до закону збереження енергії

$mgh_0 = \frac{mV_0^2}{2}$. Рухаючись по розгінній ділянці довжиною l_1 , що розташована під кутом α , зерно набирає максимальну швидкість V_{\max} . При цьому частини потенційної енергії зерна $E_{n1} = mgl_1 \sin \alpha$ переходять у кінетичну. Враховуючи роботу сили тертя $A_1 = \mu mgl_1 \cos \alpha$, маємо спрощене рівняння для зерна на розгінній ділянці:

$$\frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha = \frac{mV_{\max}^2}{2}.$$

Рух зернового потоку по першій гальмівній ділянці довжиною l_2 , розміщеної під кутом β до горизонту, відбувається за рахунок попередньо набутої максимальної кінетичної енергії та потенціальної енергії зерна $E_{n2} = mgl_2 \sin \beta$. Для запобігання сходження зернової маси та забезпечення контрольованого поступового зменшення швидкості руху будемо вважати, що на кінці першої гальмівної ділянки швидкість руху зерна буде рівною середньому значенню між максимальною V_{\max} і кінцевою швидкістю сходу V_0 . Тобто робота сили тертя $A_2 = \mu mgl_2 \cos \beta$, ($\beta \leq \alpha$) спричиняє зменшення швидкості руху зернового потоку з V_{\max} до $(V_{\max} + V_0)/2$. Із закону збереження енергії маємо:

$$\frac{mV_{\max}^2}{2} + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = \frac{m(V_{\max} + V_0)^2}{8}.$$

Рух зерна по другій гальмівній ділянці довжиною l_3 , розміщеної під кутом γ , відбувається аналогічно до попередньої ділянки, і забезпечує зменшення швидкості руху зерна з $(V_{\max} + V_0)/2$ до V_0 .

Для пошуку залежності між кутами нахилу розгінної та двох гальмівних ділянок α , β і γ розв'яжемо таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} mgh_0 = \frac{mV_0^2}{2} \\ \frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha = \frac{mV_{\max}^2}{2} \\ \frac{mV_{\max}^2}{2} + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = \frac{m(V_{\max} + V_0)^2}{8} \\ \frac{m(V_{\max} + V_0)^2}{8} + mgl_3 \sin \gamma - \mu mgl_3 \cos \gamma = \frac{mV_0^2}{2} \end{cases} \quad (1)$$

З другого та третього рівнянь системи (1) знайдемо:

$$\begin{aligned} \frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta &= \frac{m(V_{\max} + V_0)^2}{8}, \\ mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta &= \frac{m(V_{\max}^2 + 2V_{\max} V_0 - 3V_0^2)}{8}, \\ mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta &= \\ &= \frac{1}{4} \left(\frac{mV_{\max}^2}{2} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{mV_{\max} V_0}{2} \right) - \frac{3}{4} \left(\frac{mV_0^2}{2} \right), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta &= \\
 &= \frac{1}{4}(mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha) + \frac{1}{2}V_0 \sqrt{\left(\frac{mV_{\max}}{2}\right)^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{mV_0^2}{2}\right), \\
 mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta &= \frac{1}{4}mgl_1 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \\
 &+ \frac{1}{2}V_0 \sqrt{\left(\frac{m}{2}\left(\frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha\right)\right)} - \frac{1}{2}\left(\frac{mV_0^2}{2}\right). \tag{2}
 \end{aligned}$$

Використаємо перше рівняння з (1) для спрощення (2), одержимо:

$$\sin \beta - \mu \cos \beta = \frac{\sqrt{h_0^2 + h_0 l_1 \sin \alpha - h_0 \mu l_1 \cos \alpha} - h_0}{2l_2} - \frac{3l_1 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{4l_2}. \tag{3}$$

Права частина рівняння (3) буде сталою при заданому куті α , початковій висоті падіння зерна h_0 та довжинах l_1, l_2 першої та другої ділянок пристрою. Позначивши її через b , отримаємо рівняння виду $\sin \beta - \mu \cos \beta = b$. Представимо це рівняння у вигляді:

$$\begin{aligned}
 (\mu - b)tg^2 \frac{\beta}{2} + 2tg \frac{\beta}{2} - (\mu + b) &= 0, \\
 tg \frac{\beta}{2} &= \frac{-1 \pm \sqrt{1 + (\mu^2 - b^2)}}{\mu - b}.
 \end{aligned}$$

Враховуючи, що кути $\alpha, \beta \in \left[0; \frac{\pi}{2}\right]$, маємо:

$$\begin{aligned}
 \beta &= 2 \arctg \left(\frac{-1 + \sqrt{1 + (\mu^2 - b^2)}}{\mu - b} \right) + 2\pi k, \text{ де} \tag{4} \\
 b &= \frac{\sqrt{h_0^2 + h_0 l_1 \sin \alpha - h_0 \mu l_1 \cos \alpha} - h_0}{2l_2} - \frac{3l_1 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{4l_2}
 \end{aligned}$$

Аналогічно знайдемо залежність між кутами α і γ . Використовуючи друге і четверте рівняння системи (1), отримаємо:

$$\begin{aligned}
 \frac{m(V_{\max} + V_0)^2}{8} + mgl_3 \sin \gamma - \mu mgl_3 \cos \gamma + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha &= \frac{mV_{\max}^2}{2}, \\
 mgl_3 \sin \gamma - \mu mgl_3 \cos \gamma + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha &= \frac{3mV_{\max}^2}{8} - \frac{mV_{\max} V_0}{4} - \frac{mV_0^2}{8}, \\
 mgl_3 \sin \gamma - \mu mgl_3 \cos \gamma + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha &= \\
 &= \frac{3}{4}(mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha) - \frac{1}{2}V_0 \sqrt{\left(\frac{mV_{\max}}{2}\right)^2} + \frac{mV_0^2}{4}, \\
 mgl_3 \sin \gamma - \mu mgl_3 \cos \gamma + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha &= \\
 &= \frac{3}{4}(mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha) - \frac{1}{2}V_0 \sqrt{\left(\frac{m}{2}\left(\frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha\right)\right)} + \frac{mgh_0}{2},
 \end{aligned}$$

$$gl_3 \sin \gamma - \mu gl_3 \cos \gamma + \frac{1}{4}(gl_1 \sin \alpha - \mu gl_1 \cos \alpha) =$$

$$= -\frac{1}{2}\sqrt{gh_0}\sqrt{gh_0 + gl_1 \sin \alpha - \mu gl_1 \cos \alpha} + \frac{gh_0}{2},$$

$$l_3 \sin \gamma - \mu l_3 \cos \gamma + \frac{1}{4}(l_1 \sin \alpha - \mu l_1 \cos \alpha) = -\frac{1}{2}\sqrt{h_0^2 + l_1 h_0 \sin \alpha - \mu l_1 h_0 \cos \alpha} + \frac{h_0}{2}. \quad (5)$$

Рознесемо в (5) кути α і γ по різні сторони рівняння:

$$\sin \gamma - \mu \cos \gamma = -\frac{\sqrt{h_0^2 + l_1 h_0 \sin \alpha - \mu l_1 h_0 \cos \alpha}}{2l_3} + \frac{h_0}{2l_3} - \frac{l_1 \sin \alpha - \mu l_1 \cos \alpha}{4l_3} \quad (6)$$

Позначивши праву частину рівняння (6) через c , отримаємо рівняння виду $\sin \gamma - \mu \cos \gamma = c$, яке розв'яжемо аналогічно до (3):

$$\gamma = 2 \arctg \left(\frac{-1 + \sqrt{1 + (\mu^2 - c^2)}}{\mu - c} \right) + 2\pi k, \quad \text{де}$$

$$c = \frac{h_0 - \sqrt{h_0^2 + l_1 h_0 \sin \alpha - \mu l_1 h_0 \cos \alpha}}{2l_3} - \frac{l_1 \sin \alpha - \mu l_1 \cos \alpha}{4l_3} \quad (7)$$

Таким чином рівняння (4) і (7) визначають залежності кутів β і γ від кута α .

Наведені рівняння дають змогу виконати розрахунок параметрів пристрою гравітаційного спуску, при яких виключається травмування та передчасне сходження зерна, шляхом визначення оптимальних кутів нахилу розгінної та гальмівних ділянок у кожній окремій ситуації. Беручи до уваги кінцеві рівняння (4) та (7), проведемо аналіз характеру зміни кутів нахилу β і γ двох гальмівних каналів при варіативній зміні визначальних факторів, що формують їх величини: α , μ , l_1 , l_2 та l_3

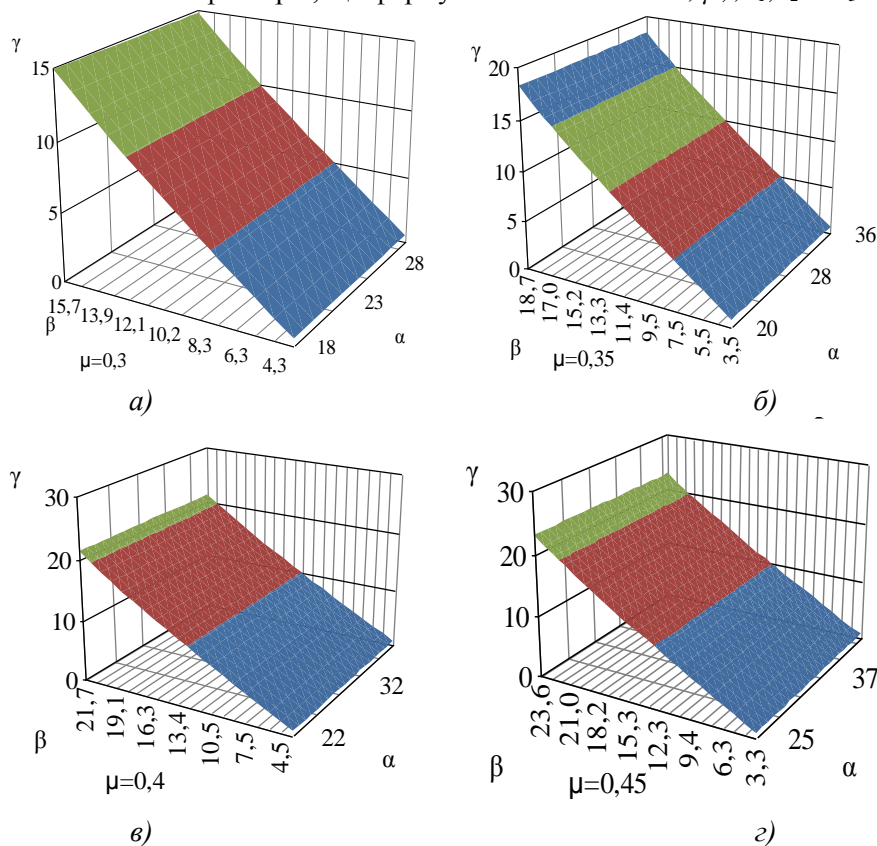


Рис. 2. Характер зміни кутів β і γ двох гальмівних каналів при варіюванні коефіцієнта тертя μ , кута нахилу розгінного каналу α та значення довжин каналі: $l_1 = 3$ м, $l_2 = 2$ м та $l_3 = 1$ м: а) $\mu = 0,3$; б) $\mu = 0,35$; в) $\mu = 0,4$; з) $\mu = 0,45$.

Під час дослідження брали до уваги такі діапазони зміни факторів впливу: $\alpha = 15 \dots 55^\circ$, $\mu = 0,3 \dots 0,45$, $l = 0,5 \dots 3 \text{ м}$, $h_0 = 0,1 \text{ м}$. Межі значень коефіцієнту тертя-ковзання μ були вибрані так, щоб врахувати увесь діапазон зміни залежно від рівня вологості, виду зернових та типу матеріалу жолобів гравітаційного пристрою. Довжини жолобів обрали за двома варіантами: перший – довжина розгінної ділянки рівна сумі довжин гальмівних, тобто $l_1 = l_2 + l_3$ (рис. 2); другий – всі довжини є однаковими, $l_1 = l_2 = l_3$ (рис. 3).

Графічне відображення результатів аналітичного аналізу характеру зміни кутів нахилу β і γ гальмівних ділянок представлено у вигляді серії просторових поверхонь відгуку на рисунках 2 і 3. Усі поверхні характеризують лінійну монотонну зміну кутів β і γ від кута α . Спільною характеристикою усіх поверхонь є яскраво виражена тенденція до зменшення кутів β і γ зі зростанням кута нахилу α розгінної ділянки каналу та зменшенні коефіцієнту тертя μ .

Зростання кута нахилу розгінної ділянки та зменшення коефіцієнта тертя-ковзання зумовлює зростання швидкості руху зернового потоку, що обумовлює лінійне зменшення кутів на гальмівних ділянках (рис 2, а-г). Це забезпечує збереження швидкості сходу зерна з гравітаційної установки рівній початковій швидкості зернового потоку при падінні зерна у розгінний канал. Підвищення гальмівного впливу на зерновий потік, а отже і більш поступове і менш різке зменшення кутів β і γ відносно кута α досягається за рахунок збільшення коефіцієнту тертя-ковзання μ (рис. 2), що може бути реалізовано зміною якості та шорсткості поверхні гальмівного каналу та іншого виду зернових.

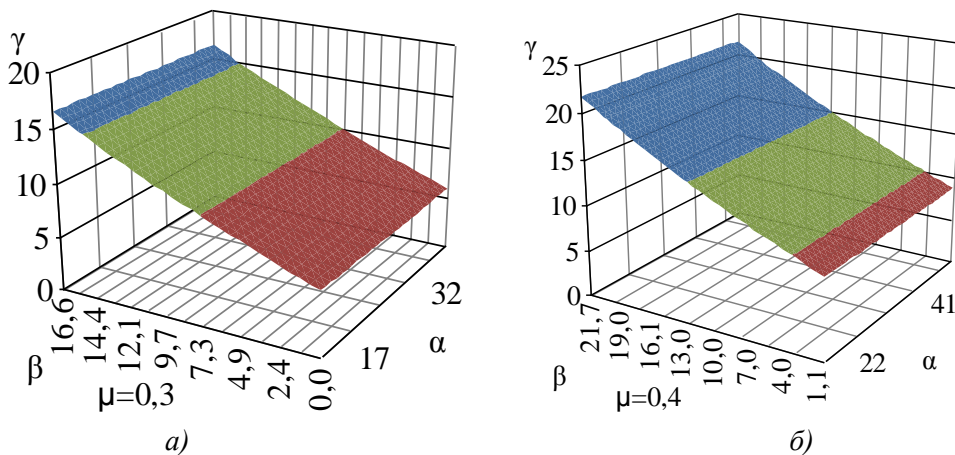


Рис. 3. Характер зміни кутів β і γ двох гальмівних каналів при варіюванні коефіцієнта тертя μ , кута нахилу розгінного каналу α та значення довжин каналів: $l_1 = l_2 = l_3 = 1 \text{ м}$: а) $\mu = 0,3$; б) $\mu = 0,4$.

Дослідження впливу співвідношень довжин розгінної та гальмівних ділянок на значення кутів показали, що за умови $l_1 = l_2 + l_3$ виконується наступна нерівність $\alpha > \beta > \gamma$ (рис. 2) і установка має вигляд згідно рисунку 1, б. За іншого варіанту, при $l_1 = l_2 = l_3$ має місце нерівність $\alpha > \beta < \gamma$ (рис. 3) і гальмівна установка має вигляд відповідно рисунку 1, а. Співвідношення, коли $\beta < \gamma$ пояснюється потребою у збільшенні кута нахилу γ для уникнення передчасної зупинки зерна на другій гальмівній ділянці, це запобігає його згруженню і передчасному сходу. Така конструктивна особливість, щодо різних варіантів нахилу гальмівних ділянок (рис. 1), залежить від співвідношення їх довжин і може бути використана для задоволення різних виробничих потреб під час завантаження зерна у ємності різних типів.

Висновки

Для контрольованого зменшення швидкості руху зерна по гравітаційній установці за рахунок забезпечення рівності початкової та кінцевої швидкості були знайдені та обґрунтовані математичні співвідношення (4), (7) між трьома кутами нахилу розгінної та двох гальмівних ділянок прямого каналу установки.

Співвідношення між кутами нахилу α , β і γ у першу чергу визначаються коефіцієнтом μ , який залежить від виду зернових, їх рівня вологості та шорсткості матеріалу жолобів гравітаційного завантажувального пристрою. Довжини відповідних ділянок l_1 , l_2 та l_3 також суттєво впливають на співвідношення між кутами нахилу та форму самої гравітаційної установки.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть направлені на побудову моделі швидкості руху зерна по відкритому гвинтовому каналі з трьома змінними кутами нахилу.

References

1. Kong, E., Liu, D., Guo, X., Yang, W., Sun, J., Li, X., Zhan, K., Cui, D., Lin, J., & Zhang, A. (2013). Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *The Crop Journal*, 1 (1), 43–49. doi: 10.1016/j.cj.2013.07.012
2. Moya, M., Aguado, P. J., & Ayuga, F. (2013). Mechanical properties of some granular agricultural materials used in silo design. *International Agrophysics*, 27 (2), 181–193. doi: 10.2478/v10247-012-0084-9
3. Sukhanova, M. V. (2020). Obosnovaniye primeneniya rabochikh organov dlya snizheniya travmirovaniya i intensivifikatsii predposevnoy obrabotki semyan. *Vestnik Agrarnoy Nauki Dona*, 3 (51), 4–10. [In Russian].
4. Goryushinsky, I. V., & Mosina, N. N. (2001). K voprosu otsenki protsessa zagruzki yemkostey sypuchimi materialami. *Sbornik Nauchnyh Trudov Studentov, Aspirantov i Molodyh Uchenykh SamIITa*, 3, 83–84. [In Russian].
5. Tarasenko, A. P., Orobinskij, V. I., Gievskij, A. M., Baskakov, I. V., Chernyshov, A. V., & Haritonov, M. K. (2019). Snizhenie travmirovaniya zerna pri posleuborochnoj obrabotke. *Vestnik agrarnoy nauki Dona*, 1 (45), 63–68. [In Russian].
6. Tarasenko, A. P., Orobinsky, V. I., Gievsky, A. M., & Merchalova, M. E. (2012). Sovershenstvovaniye sredstv mekhanizatsii dlya polucheniya kachestvennogo zerna. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 3, 109–115 [In Russian].
7. Tarasenko, A. P., & Zharkikh, V. Yu. (2015). Obzor tekhnicheskikh resheniy dlya ravnomernoy zagruzki zernoochistitel'nykh mashin. *Nauchno – Issledovatel'skie Publikatsii*, 1, 76–81. [In Russian].
8. Derevyanko, D. A., Sukmanyuk, O. V., Sarana, V. V., & Derevyanko, O. D. (2020). Obgruntuvannya vplyvu robochykh orhaniv zernozbyralnykh kombayniv na poshkodzhennya i yakist nasinnya. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 2 (803), 64–71. doi: 10.31073/agrovisnyk202002-10 [In Ukrainian].
9. Omarov, A., Müller, P., & Tomas, J. (2013). Untersuchung des Einflusses der Beanspruchungsgeschwindigkeit auf das deformations- und bruchverhalten von weizenkörnern. *Chemie Ingenieur Technik*, 85 (6), 907–913. doi: 10.1002/cite.201200054
10. Melnyk, V. I., & Samoilenko, T. V. (2018). Analiz napryamkiv udoskonalennya konstruktsiy prystroyiv dlya zavantazhennya sylosiv. *Inzheneriya Pryrodokorystuvannya*, 1 (9), 83–91. [In Ukrainian].
11. Dancey, C. L., Diplas, P., Papanicolaou, A., & Bala, M. (2002). Probability of Individual Grain Movement and Threshold Condition. *Journal of Hydraulic Engineering*, 128 (12), 1069–1075. doi: 10.1061/(asce)0733-9429(2002)128:12(1069)
12. Pylypaka, S., Nesvidomin, V., Zaharova, T., Pavlenko, O., & Klendiy, M. (2019). The Investigation of Particle Movement on a Helical Surface. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II*, 671–681. doi: 10.1007/978-3-030-22365-6_67
13. Borshchev, V. Ya., Dolgunin, V. N., & Dronova, M. Yu. (2005) Kaskadnaya gravitatsionnaya separatsiya zernistykh materialov: Osobennosti tekhnologii i modelirovaniye. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta*, 4, 903–909 [In Russian].
14. Flehantov, L. O., & Antonets, A. V. (2017). Kompyuterne modelyuvannya mekhanichnoho rukhu tila zasobamy MATHCAD. *Informatsiyi Tekhnolohiyi v Osviti*, 30, 97–109. doi: 10.14308/ite000622 [In Ukrainian].
15. Negi, S. C., Lu, Z., & Jofriet, J. C. (1997). A numerical model for flow of granular materials in silos. Part 2: Model validation. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 68 (3), 231–236. doi: 10.1006/jaer.1997.0197
16. Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., Savchenko, N. K., Samoilenko, T. V., & Ivanov, O. M. (2020). Rozrakhunkova model hravitatsiinoho rukhu zernovoho materialu v pokhylomu kanali z dyskretno zminnym kutom nakhylu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 273–282. doi: 10.31210/visnyk2020.04.35 [In Ukrainian].
17. Samoilenko, T. V., Arendarenko, V. M., & Antonets, A. V. (2020). Kinematyka rukhu zerna po spiralnomu prystroiu zi zminnym kutom spusku. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 267–274. doi: 10.31210/visnyk2020.01.31 [In Ukrainian].
18. Samoilenko, T. V., Antonets, A. V., Arendarenko, V. M., & Melnyk, V. I. (2021). Modelyuvannya udarnoyi vzayemodiyi zerna z plaskoyu tverdoyu poverkhneyu. *Inzheneriya Pryrodokorystuvannya*, 1 (19), 63–68. doi: 10.37700/enm.2021.1(19).63-68 [In Ukrainian].

19. Samoilenko, T. V., Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., & Koshova, O. P. (2021). Pro udarnu vzaiemodiiu padaiuchoho zerna pshenytsi na zhorstku betonnu osnovu sylosu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 259–265. doi: 10.31210/visnyk2021.02.34 [In Ukrainian].

20. Arendarenko, V., Antonets, A., Ivanov, O., Dudnikov, I., & Samoilenko, T. (2021). Building an analytical model of the gravitational grain movement in an open screw channel with variable inclination angles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (7 (111)), 100–112. doi: 10.15587/1729-4061.2021.235451

Стаття надійшла до редакції: 15.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:


Антонець А. В., Флегантов Л. О., Іванов О. М., Арндаренко В. М., Кошова О. П. Дослідження контрольованого гравітаційного руху зерна у похилому каналі з трьома змінними кутами нахилу. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 265–273.


© Антонець Анатолій Вікторович, Флегантов Леонід Олексійович,
Іванов Олег Миколайович, Арндаренко Володимир Миколайович,
Кошова Оксана Петрівна, 2021


original article | UDC 621.867.133 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.34

100 TONS PER HOUR, WHAT IS NEXT? LET US COMPARE AND ANALYZE CHARACTERISTICS OF THE LATEST MODELS OF HIGHLY PRODUCTIVE COMBINE HARVESTERS
*O. A. Burlaka*¹
S. V. Yakhin^{1*}
*V. V. Padalka*¹
*A. O. Burlaka*²

 ORCID  [0000-0002-2296-7234](https://orcid.org/0000-0002-2296-7234)

 ORCID  [0000-0002-0042-0844](https://orcid.org/0000-0002-0042-0844)

 ORCID  [0000-0002-0042-0844](https://orcid.org/0000-0002-0042-0844)
¹ Poltava State Agrarian University
1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

² Poltava Polytechnic Professional College, a Separated Structural Unit of the National Technical University
“Kharkiv Polytechnic Institute”

83a, Puskina str., Poltava, 36000, Ukraine

*Corresponding author

 E-mail: sergii.iakhin@pdaa.edu.ua

How to Cite

Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Padalka, V. V., & Burlaka, A. O. (2021). 100 tons per hour, what is next? Let us compares and analyzes characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 274–288. doi: 10.31210/visnyk2021.03.34

The main characteristics of the latest models of combine harvesters of well-known world companies and brands: Claas Lexion 8900 Terra Trac; New Holland CR 9.80; Case IH Axial-Flow 9240; John Deere X 9110; Fendt IDEAL 10T; T-1000 have been studied and compared in the article. According to the results of the survey, it has been determined that: 1. The productivity of the latest combine harvesters of such brands is within the limits of 40...80 t/h approaching the mark of 100 t/h. The structural weight of such combine harvesters is within the limits of 20...22 t. The capacity of the hopper fluctuates within 12,500...18,000 l. And it is approximately up to 12...17 t of additional weight at the hopper completely loaded with grain, and accordingly, pressure increase on the soil through basic movers. Moreover, the problem of soil excessive compaction is solved through the use of a semi-tracked movement. Effective highly productive use of combines of Claas, New Holland, Case, John Deere, Fendt companies and brands is possible under the condition of applying them in combination with the tractors aggregating trailers- grain trucks. 2. Is it necessary to further increase the productivity of combine harvesters by increasing their size? The issue remains open and disputable. Quite interestingly, the problem was solved in the USA by an ordinary farmer – Ben Dillon. He proposed a new architectural and layout scheme for the construction of a highly productive Tribine T-1000 combine harvester. In this model, the modular design was applied, the hopper is the back module – the trailer, and the capacity of the hopper is increased to 35 m³. Unloading is carried out directly into the truck body at the edge of the field. The combine’s design consists of two half-frames. Controlled rear wheels allow the use of “crab motion” at moving, which reduces soil compaction. The innovations of Claas, New Holland, Case, John Deere, Fendt are aimed at developing autonomous robotized farm machinery. Tribine innovations, in addition to robotics, are aimed at following environmentally friendly farming systems. When choosing a modern combine harvester or tractor, it is possible to recommend Ukrainian farmers the multi-criteria assessment and give preference to complex agricultural machinery of one brand, which will further facilitate solving problems with technical service and use. And whether the combine harvester operator of the future will be in the cabin during the harvesting, or will control the machine remotely, time will show.

Key words: highly productive combine harvester, leading manufacturers of agricultural machinery, separation, thresher, rotor, tangential drum, productivity.

100 ТОН ЗА ГОДИНУ, А ЩО ДАЛІ? ПОРІВНЮЄМО ТА АНАЛІЗУЄМО ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛАГМАНСЬКИХ МОДЕЛЕЙ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

О. А. Бурлака¹, С. В. Яхін¹, В. В. Падалка¹, А. О. Бурлака²

¹ Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

² Відокремлений структурний підрозділ «Полтавський політехнічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Полтава, Україна

У статті досліджуються та порівнюються основні характеристики флагманських моделей зернозбиральних комбайнів відомих світових фірм та брендів: Claas Lexion 8900 Terra Trac; New Holland CR 9.80; Case IH Axial-Flow 9240; John Deere X9110; Fendt IDEAL 10T; Tribine T-1000. За результатами огляду визначено, що: 1. Продуктивність флагманських зернозбиральних комбайнів таких брендів перебуває в межах 40...80 т/год, наближається до позначки 100 т/год. Конструктивна маса таких зернозбиральних комбайнів знаходиться в межах 20...22 т. Ємність бункера коливається в межах 12500...18000 л., а це приблизно до 12...17 т додаткової ваги при повністю завантаженому зерном бункері нам комбайн, і відповідно, підвищення тиску через опорні рушії на ґрунт. При цьому проблема переущільнення ґрунту розв'язується через використання напівгусеничного ходу. Ефективне високопродуктивне використання комбайнів фірм та брендів Claas, New Holland, Case, John Deere, Fendt можливо за умови застосування тандему сукупно з тракторами, що агрегують причепи зерновози. 2. Чи потрібне подальше зростання продуктивності зернозбиральних комбайнів за рахунок збільшення їхніх розмірів? Питання залишається відкритим та дискусійним. Досить цікавим є розв'язання такої проблеми у Сполучених Штатах Америки звичайним фермером – Беном Діленом. Він запропонував нову архітектоніку та компоновальну схему побудови високопродуктивного зернозбирального комбайна Tribine T-1000. У цій моделі застосовано модульну конструкцію, бункер є заднім модулем – причепом, ємність бункера збільшена до 35 м³. Вивантаження проводиться безпосередньо у кузов вантажівки на краю поля. Конструкція комбайна, що складається з двох напіврам. Керовані задні колеса дають можливість застосування при русі «крабового ходу», що зменшує ущільнення ґрунту. Інновації Claas, New Holland, Case, John Deere, Fendt направлені на розробку автономної роботизованої сільськогосподарської техніки. Інновації Tribine крім роботизації направлені на системи екологічно оццядного землеробства. Аграріям України при виборі сучасного зернозбирального комбайна чи трактора можна порекомендувати багатокритеріальне оцінювання та надання переваги складній сільськогосподарській техніці одного бренду, що надалі полегшить розв'язання проблем з технічним сервісом та використанням. А чи буде оператор зернозбирального комбайна майбутнього знаходитись у кабіні під час збирання врожаю, чи буде керувати машиною дистанційно, покаже час.

Ключові слова: високопродуктивний зернозбиральний комбайн, провідні виробники сільськогосподарських машин, сепарація, молотарка, ротор, тангенціальний барабан, продуктивність.

Вступ

Проблема вибору високопродуктивного сучасного зернозбирального комбайна не втратить свою актуальність, доки існує зерновиробництво.

Багато відомих вітчизняних та закордонних учених присвятило та присвячує такому питанню свої наукові дослідження. Наприклад, порівняння технологічних схем зернозбиральних комбайнів, особливості технологій обмолоту зернових та технічних культур розкриті в роботах українських учених: Погорілого Л. В., Сакуна В. А., Шейченка В. О., Погорільця О. М., Головчука А. Ф., Демко А. А., Зенко М. Д., Ліника М. К., Недовесова В. І. та ін. [8, 16, 26–28, 7]. Технологічні процеси сепарації зерна, елементи роботи систем очищення розкрито в міжнародних публікаціях [21–24, 26–28]. Питання удосконалення технічного сервісу, проведення ремонтно-відновлювальних робіт зернозбиральної техніки описано в роботах [1–6, 8, 9]. Щодо проведення досліджень з основних складових частин зернозбиральних комбайнів та визначення ефективності діагностичних та комплексних сервісних робіт – питання висвітлено у працях [11–15]. Здійснення техніко-економічного аналізу щодо ефективності використання зернозбиральних комбайнів досліджено у публікаціях [16–19, 29–32, 33].

Науково-технічний прогрес не спинити. Сучасне сільське господарство все більше використовує цифрові технології та досягнення інших сфер діяльності людства, зокрема і військової.

Впровадження інновацій тільки пришвидшується. За останні 20 років середня продуктивність самохідних зернозбиральних комбайнів зросла майже у чотири – п’ять разів. Зріс і рівень комп’ютеризації механізованих операційних технологій.

Попит на продукцію зернового підкомплексу тільки зростає. В Україні домінує різноманітний парк промислових зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва, що придбані як новими, так і вживаними, використання цих зерно-транспортних систем є доцільним та актуальним. Питання вибору сучасного високопродуктивного зернозбирального комбайна та питання ефективного його використання залишаються актуальними.

Матеріали і методи досліджень

При написанні статті використані методи експертних оцінок досліджень, методи порівняння [31, 32] та методи математичної статистики [28, 29].

Результати досліджень та їх обговорення

За обраною тематикою наукового дослідження ми систематизували основні питання дискусійного характеру у вигляді табл. 1.

1. Проблематика щодо основних напрямів подальшого розвитку світового комбайнобудування (SWOT – аналіз)

<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>	<i>Перспективи</i>	<i>Загрози</i>
Підвищена продуктивність	Підвищення рівня ущільнення ґрунту, збільшення габаритів та ваги зернозбирального комбайна	Зернозбиральні комбайни з інноваційними компонувальними схемами, комбайни-роботи	Переущільнення поверхневого та підорного шару ґрунту
Зменшення тривалості збирання зернових культур у рамках агротехнічних вимог	Необхідність виконання землевпорядних робіт з метою укрупнення посівних площ	Збільшення обсягів виробництва зернових культур	Погіршення структури сівозмін
Зменшення собівартості збиральних робіт	Ускладнення організації та транспортної логістики збиральних робіт (переміщення крупногабаритної техніки)	Підвищення прибутковості аграрних підприємств	Наявність аграрних та фінансових ризиків
Зменшення експлуатаційних і матеріальних витрат	Висока початкова вартість нової збиральної техніки.	Розвиток програм державної фінансової підтримки аграрних підприємств	Обмеженість привабливих кредитних, лізингових програм

Тобто маємо ситуацію, коли питання вибору сучасного високопродуктивного комбайну є багатокритеріальним та доволі дискусійним. За даними табл. 1, на кінцевий вибір високопродуктивного зернозбирального комбайна суттєво впливають рівень технологій конструювання, вартість, екологічність, адаптованість до виробничих умов збирання врожаю.

Оглядову частину досліджень розпочинаємо з відомого німецького виробника зернозбиральної техніки – фірми Claas. Одним із високопродуктивних флагманів такої моделі є зернозбиральний комбайн Claas Lexion 8900 Terra Trac (табл. 2). Основними особливостями цієї конструкції молотарки є застосування гібридного молотильно-сепарувального пристрою, який складається з тангенціальних барабанів та аксіальних роторів (APS HYBRID SYSTEM = APS + ROTO PLUS). Це двоступенева система активного обмолоту та сепарації, яка добре зарекомендувала себе на попередніх моделях комбайнів фірми Claas. Потужність двигуна збільшена до 790 кінських сил. Потрібно зазначити, що така архітектоніка молотарки досить складна, потребує високої технічної та інженерної культури щодо обслуговування та використання. При цьому продуктивність таких машин на збиранні високоврожайних зернових культур сягає 80...90 т/год. Об’єм бункера збільшено до 18 кубічних метрів. Маса комбайну складає понад 22 т. Для ефективного високопродуктивного використання потребує роботи у складі збирального комплексу з машинно-тракторними агрегатами-зерновозами (табл. 2).

Проблема переуцільнення ґрунту розв'язана частково через застосування напівгусеничного ходу Terra Trac. Ці машини також характеризуються високою вартістю діагностики, технічного обслуговування та ремонтно-сервісних робіт загалом. На особливу увагу заслуговує інноваційна система подрібнення та розкидання незернової частки врожаю по полю.

2. Основні технічні та технологічні характеристики зернозбирального комбайна Claas lexion 8900 terra trac та один з інноваційних векторів компанії Claas

Claas lexion 8900 terra trac (URL: <https://www.claas-group.com/>)



Потужність двигуна максимальна – 790 hp/580 kW
 Діаметр основного молотильного тангенціального барабану – 755 мм
 Місткість бункера – 18000л
 Продуктивність вивантажувального шнека бункера – до 180 л/с
 Кількість роторів – 2 Кількість дек роторів - 6
 Діаметр ротора – 455 мм Довжина ротора – 4200 мм
 Площа очистки – 6,2м²
 Ширина похилої камери (ширина молотарки)– 1700 мм
 Конструктивна маса – 22400кг

Пріоритетний спосіб розвантаження бункера – причеп – зерновоз + трактор, що рухається по полю за комбайном



Інновації компанії направлені на створення сільськогосподарських машин- роботів.
 Компанія CLAAS заснувала спільне підприємство та почала наукові дослідження зі стартапом AgXeed B.V. Метою є спільна розробка автономних сільськогосподарських машин-роботів.



Зернозбиральний комбайн Claas Lexion 8900 Terra Trac може комплектуватися жниварками шириною захвату понад 12 м.

Компанія New Holland представила флагманську модель – New Holland CR 9.80. Це високопродуктивний комбайн з молотаркою аксіально-роторного типу (табл. 3).

3. Основні технічні та технологічні характеристики зернозбирального комбайна New Holland CR 9.80 та один з інноваційних векторів компанії New Holland

New Holland CR 9.80 (URL: <https://agriculture.newholland.com/>)



Потужність двигуна номінальна – 530 hp/390 kW
 Місткість паливного баку – 1000 л Місткість бункера – 12500 л
 Продуктивність вивантажувального шнека бункера – до 126 л/с
 Кількість роторів – 2 Діаметр ротора – 559 мм
 Довжина ротора – 2638 мм Площа очистки – 6,5 м²
 Ширина похилої камери (ширина молотарки) – 1560 мм
 Конструктивна маса – 19623 кг

Пріоритетний спосіб розвантаження бункера – причеп – зерновоз + трактор, що рухається по полю за комбайном



Інновації компанії направлені на створення сільськогосподарських машин-роботів – Безпілотний трактор New Holland NH Drive



При проектуванні такої машини акцент зроблений на підвищення продуктивності збирання та обмолоту зернових культур. Застосування пари аксіально розташованих роторів є відносно простою та доволі надійною схемою молотильно-сепарувального пристрою комбайна. Потужність дизельного двигуна доведена до 530 кінських сил. Маса комбайна вагою в межах 21 т. Місткість бункера – 12500 л. Комбайн використовується також сукупно із зерновозами: трактор + причіп з вивантажувальним шнеком (табл. 3). Площа очистки складає 6,2 м². Перевагою такої моделі є її невисока вартість на ринку нової зернозбиральної техніки відносно конкурентів.

Наступним конкурентом високопродуктивних флагманських зернозбиральних комбайнів є розробка фірми Case - Case IH Axial-Flow 9240. (табл. 4). Цей комбайн має однороторну конструкцію молотильно-сепарувального пристрою. В нашому огляді така конструкція є найбільш простою та при цьому не менш ефективною та надійною в роботі за своїх конкурентів. Відомо, що якість сепарації в аксіально-роторних молотильно-сепарувальних системах залежить від просторових форм робочих органів поверхні роторів та дек. А в цьому напрямі компанія Case має значний досвід та наукові напрацювання. Тобто щодо обмолоту зерна, то маємо досить просту за архітектонікою та надійну в роботі систему.

У конструкції молотарки використана двороторна система обмолоту. При порівнянні такої моделі з найближчими конкурентами потрібно відмітити також і відмінну роботу дизайнерів, що розробили Fendt IDEAL 10T.

Описані вище основні характеристики флагманських моделей відомих світових фірм та брендів дещо схожі. В такому разі можна визначити таке:

1. Продуктивність флагманських зернозбиральних комбайнів перебуває в межах 40–80 т/год та наближається до позначки 100 т/год.

2. Конструктивна маса зернозбиральних комбайнів підвищеної продуктивності перебуває в межах 20–22 т.

3. Ємність бункера зернозбиральних комбайнів, що розглянуті вище, коливається в межах 12500–18000 л., а це приблизно до 12–17 тонн додаткової ваги при повністю завантаженому зерном бункері нам комбайн, і відповідно підвищення тиску через опорні рушії на ґрунт.

4. Проблема переущільнення ґрунту розв'язується через використання напівгусеневого ходу.

5. Ефективне високопродуктивне використання комбайнів фірм та брендів Claas, New Holland, Case, John Deere, Fendt можливо за умови застосування тандему сукупно з тракторами, що агрегатують причепи зерновози.

6. Інновації щодо розвитку вищенаведених компаній направлені на розробку зокрема і автономної роботизованої сільськогосподарської техніки.

7. Маємо дилему: з одного боку виробники сучасної сільськогосподарської техніки намагаються максимально підвищити її продуктивність, з іншого – зростає вага та конструкційні габарити таких машин, зокрема зернозбиральних комбайнів. Останні негативно впливають на збереження родючості ґрунту та неможливе до нескінченності. Чи потрібне подальше зростання продуктивності зернозбиральних комбайнів через збільшення їхніх розмірів? Питання залишається відкритим та дискусійним. Хоч в історичному недавньому описі, якщо проводити аналогії з військовими машинами, то людство 40-х...50-х років ХХ сторіччя відмовилося від важких танків, і за основу був узятий середній універсальний танк з подальшим розвитком модульних конструкцій. Просимо вибачити авторів за таке порівняння, та все ж, повернемося до флагманських зернозбиральних комбайнів.

Зважаючи на проблеми, наведені вище у п.п. 1...7, у Сполучених Штатах Америки звичайний фермер – Бен Ділен запропонував нову архітектоніку та компоновальну схему побудови високопродуктивного зернозбирального комбайна. (табл. 7). Детально описувати таку конструкцію ми не будемо, оскільки вже існує низка науково-популярних публікацій із цього питання. Зупинимося на дійсно відмінних характеристиках і особливостях такої машини:

- застосовано модульну конструкцію, бункер є заднім модулем – причепом, ємність бункера збільшена до 35 м³. Така величина майже удвічі переважає, ніж у розглянутих конкурентів, і це не тільки гонитва за продуктивністю, а відмова від необхідності здійснення проміжних перевантажень зерна в причепи – зерновози. Вивантаження проводиться безпосередньо у кузов вантажівки на краю поля;

- застосовано два окремих двигуна сумарною потужністю до 650 кінських сил: один двигун обслуговує молотильно-сепарувальні та транспортні механізми комбайна, інший – приводить у дію гідростатичну повнопривідну трансмісію. Таке, на перший погляд, просте технічне рішення дає змогу отримати відносно стабільне завантаження двигуна на обмолоті зерна та економити паливо під час транспортних переїздів;

- конструкція комбайна, що складається з двох напіврам-модулів та керовані задні колеса дають можливість застосування при русі «крабового ходу», що зменшує ущільнення ґрунту;

- можливість використання в подальшому напівгусеничного ходу чи спарених коліс або мостів;

- полегшення навантаження на опорні елементи конструкції молотарки через відмову від верхнього розташування бункера порівняно з основними конкурентами.

На жаль, на період здійснення наших досліджень Tribine T-1000 відсутній не тільки на українському, але і на європейському, ринку. Сподіваємося все ж на появу такої машини в Україні, тоді можна буде провести більш детальні порівняльні дослідження.

7. Основні технічні та технологічні характеристики зернозбирального комбайна Tribine T-1000 та один з інноваційних векторів бренду Tribine

Tribine T-1000 (URL: <https://tribine.com/#top>)



Кількість дизельних двигунів – 2
 Місткість паливного баку – 1893 л
 Діаметр ротора – 970 мм
 Кут обхвату ротора – 270°
 Площа сепарації – 2,30 м²
 Місткість зернового бункера – 35,239 м³
 Продуктивність вивантажувального шнека бункера – 300 л/с
 Конструктивна маса – 24,494 кг

Сумарна потужність двигунів – 650 hp/485 kW
 Час роботи комбайна без дозаправки – 18 годин
 Ширина похилої камери – 1680 мм
 Площа обмолоту – 2,30 м²
 Площа очистки – 8,58 м²

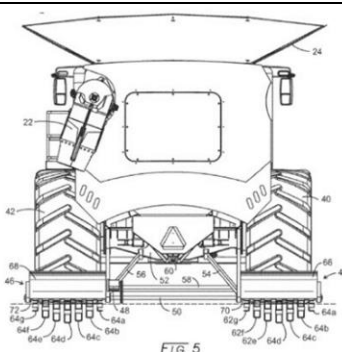
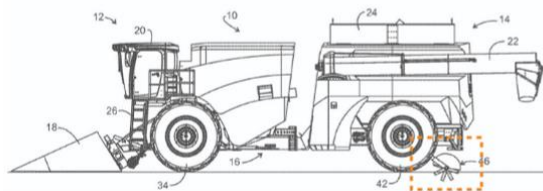
Пріоритетний спосіб розвантаження бункера – вантажний автомобіль на дорозі чи краю поля



Інновації, направлені на органічне землеробство та збереження гумусу – фреза за рушіями для розпушування колії

United States Patent

(10) Patent No.: US 10,231,371 B2
 (45) Date of Patent: Mar. 19, 2019



А тепер про інновації. Що далі чекає аграрне виробництво з питання забезпечення якісною високопродуктивною сільськогосподарською технікою? У представлених таблицях 1...4 нам вдалося виділити основні, на нашу думку, стратегії подальшого розвитку сільськогосподарських машин провідних фірм, що представлені у відкритих джерелах. Видно, що від повної автоматизації елементів технологічних процесів обмолоту врожаю, технічної та технологічної налашки сучасних зернозбиральних комбайнів, – останнє успішно реалізовано в описаних вище машинах, провідні виробники сільськогосподарської техніки активно переходять до розробки автономних роботизованих систем. На першому етапі – це роботи-трактори. Цікаво, що крім масової роботизації, провідні інженери Tribine пропонують елементи технології (табл. 7) ґрунтоощадного землеробства з можливістю здійс-

нення рихлення колії рушіїв комбайна активною фрезою. При цьому подальша обробка ґрунту розглядається як мінімальна чи нульова з максимально можливим скороченням проходів машинно-тракторних агрегатів по полю.

Ще одна проблема, яку дуже опосередковано розв'язують сучасні високопродуктивні зернозбиральні комбайни – це травмування та подрібнення зерна робочими елементами елеваторів і транспортерів. Тут два основних шляхи вирішення – зменшення циклів перевантажень зерна та відмова від елеваторів і шнеків. Останнє майже не можливо, але «майже» – це цікаве формулювання. Просимо вибачити авторам публікації, але на контрастах з'явилося нестерпне бажання здійснити невеликий історичний екскурс до минулого і згадати один із селекційних німецьких міні комбайнів марки HEGE (рис. 1). На цій машині відсутні шнеки та скребкові елеватори. На інших подібних моделях є варіанти транспортування зерна повітряними потоками. Але це селекційна зернозбиральна техніка, а на промислових надпотужних зернозбиральних комбайнах питання травмування та подрібнення зерна транспортними системами досі повністю не розв'язане [33, 34].



Рис. 1. Селекційний зернозбиральний міні комбайн HEGE, де відсутні шнеки і скребкові елеватори.

Джерело – фото авторів.

Чи впроваджуються та працюють інноваційні проєкти у сільськогосподарському виробництві в Україні? Безперечно, так, хоч немає бажання на песимістичній ноті закінчувати цю статтю, згадуючи проблеми із вітчизняними зернозбиральними комбайнами: «Славутич», «Скіф», «Обрій», «Лан» та ін. Оптимістичним є те, що розвиток аграрного виробництва та ринку аграрної продукції в Україні пришвидшується з кожним роком. Приємно бачити на таких важливих сільськогосподарських майданчиках, як «Битва Агротитанів – 2021» – промислові дрони-обприскувачі (рис. 2), дрони для моніторингу посівів, інноваційні системи для внесення рідких засобів захисту рослин та добрив, інноваційні робочі органи для обробки ґрунту.



Рис. 2. Промисловий дрон-обприскувач (на виставці «Битва агротитанів – 2021»).

Джерело – фото авторів.

Дуже сподіваємося побачити найближчим часом і інновації в напрямі вітчизняного комбайнобудування.

Який сучасний зернозбиральний комбайн найбільше потребують сільськогосподарські підприємства Полтавщини? Для узагальнюючої відповіді на таке питання було проведено опитування

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

працівників цієї сфери з використанням основних положень методу експертних оцінок. Анкета опитування представлена у вигляді табл. 8.

8. Анкета опитування експертів

Питання	Варіанти відповіді		
	комбайнер	керівник підприємства	фахівець інженерної служби
1. Означте свою фаховість та статус відносно технологічних процесів обмолоту зерна	комбайнер	керівник підприємства	фахівець інженерної служби
2. Чи є доцільним подальше збільшення продуктивності зернозбирального комбайна?	так	ні	вагаюся з відповіддю
3. Зробіть свій вибір відносно доцільності застосування видів рушіїв зернозбирального комбайна	колеса з широко профільними шинами	напівгусені	гусеничні
4. Який, на Вашу думку, більш доцільний об'єм зернового бункеру?	5...15м ³	15...25м ³	25...35м ³
5. Надайте пріоритет свого вибору під час купівлі зернозбирального комбайна	новий	вживаний від 5 років	вживаний від 10 років
6. Яка виробнича програма збиральних робіт на Вашому підприємстві.	до 1000 га	від 1000 га до 5000 га	понад 5000 га
7. Чи вважаєте Ви доцільним використання мобільних переважувачів	так	ні	вагаюся з відповіддю
8. Надайте перевагу зернозбиральному комбайну з наступним типом молотильно-сепарувальної системи	тангенціальний барабан	аксіальний ротор	гібридна система
9. Яка, на Вашу думку, оптимальна ширина захвату жниварки зернозбирального комбайна	до 6м	до 12м	понад 12м
10. Хто повинен, на Вашу думку, проводити сервісне обслуговування зернозбиральних комбайнів?	дилери, дистриб'ютори	власними силами	сторонніми організаціями
11. Які, на Вашу думку, оптимальні шляхи забезпечення запасних частин до зернозбирального комбайна?	які були у вжитку зі списаної техніки	постачання оригінальних нових запчастин	власне відновлення та виготовлення запасних частин
12. Які, на Вашу думку, є оптимальні фінансові програми придбання зернозбиральних комбайнів?	разова оплата за повну вартість	кредит чи лізинг	придбання за державними програмами підтримки с.-г. виробника
13. Яка, на Вашу думку, повинна бути фаховість комбайнера?	без базової технічної освіти з навчанням на підприємстві	з базовою технічною освітою (коледж) з навчанням на підприємстві	з вищою технічною освітою з навчанням на підприємстві
14. Чи надаєте Ви перевагу використанню у Вашому господарстві зернозбиральних комбайнів та інших сільськогосподарських машин одного бренду?	так	ні	вагаюся з відповіддю
15. Який рівень застосування інноваційних інженерних технологій у Вашому господарстві?	низький	середній	високий
16. Який середній розмір площ посівів зернових культур у Вашому господарстві?	До 200 га	200...500 га	понад 500 га
17. Як Ви оцінюєте рівень мотивації роботи комбайнерів та інженерних фахівців у Вашому господарстві?	низький рівень	середній рівень	високий рівень

Результати цієї частини дослідження виявилися досить різноплановими та об'ємними. Наводимо основні з них: для аграрних підприємств із площами посівів сільськогосподарських культур, що підлягають комбайновому обмолоту 1000...3000 га сучасний високопродуктивний зернозбиральний комбайн позиціонується з двигуном потужністю 400 кінських сил, шириною захвату жниварки 8...10 м, об'ємом бункера – 15 м³ та повинен оснащуватись напівгусеничними рушійми.

Чому в наших дослідженнях ми навмисно порівняли Tribine T-1000 з провідними високопродуктивними зернозбиральними комбайнами основних відомих світових виробників? Чому в наведених таблицях до технічних характеристик комбайнів додані стратегії розвитку компаній і брендів? Чому спробу порівняти здійснено на протиріччях та визначенні недоліків та нерозв'язаних проблем? Чому аграрії переважно надають перевагу не найпотужнішим і продуктивним зернозбиральним комбайнам, що вже існують на ринку? Відповідь на такі питання може бути дуже довга і неоднозначна, а може бути коротка: межі досконалості не існує, не потрібно боятися нестандартних рішень, навіть якщо сьогодні їх частково не сприймає аграрна наука.

Висновки

У статті проведено аналітичний огляд актуального питання вибору напрямів та перспектив розвитку конструкцій зернозбиральних комбайнів з погляду їх практичного застосування на полях Полтавського регіону. За результатами експертного опитування та аналітичного аналізу конструкцій передових моделей Claas Lexion 8900 Terra Trac; New Holland CR 9.80; Case IH Axial-Flow 9240; John Deere X 9110; Fendt IDEAL 10T; Tribine T-1000 встановлено:

1. Середньозважена продуктивність флагманських зернозбиральних комбайнів наближається до позначки 100 т/год. Конструктивна маса комбайнів підвищеної продуктивності перебуває в межах 20-22 т. Ємність зернового бункера коливається в межах 12500–18000 л., що збільшує власну вагу комбайнового агрегату на 12–17 тон, і відповідно, призводить до збільшення тиску через опорні рушії на ґрунт.

2. Ефективне високопродуктивне використання комбайнів можливо за умови поєднання в технологічній схемі тандему сукупно з тракторами, що агрегують причепи-зерновози.

3. Інновації Claas, New Holland, Case, John Deere, Fendt направлені на розробку сільськогосподарської техніки з елементами мехатроніки та роботизації.

4. Суттєві інноваційні технологічні, на відміну від поширених комбайнів, є застосування альтернативних конструктивних схем, наприклад, комбайн Tribine T-1000, що наводить на роздуми впровадження модульної компоновальної схеми в перспективних розробках зернозбиральної техніки.

5. За результатами порівняння основних характеристик флагманських високопродуктивних зернозбиральних комбайнів постає дилема: з одної сторони – виробники сільськогосподарської техніки намагаються максимально підвищити її продуктивність, з іншої – зростає вага та конструкційні габарити таких машин, що негативно впливає на збереження родючості ґрунту та неможливе до нескінченності.

6. За результатами експертного опитування, для аграрних підприємств із площами посівів сільськогосподарських культур, що підлягають комбайновому обмолоту 1000...3000 га, сучасний високопродуктивний зернозбиральний комбайн позиціонується з двигуном потужністю 400 кінських сил, шириною захвату жнивarki 8...10 м, об'ємом бункера – 15 м³ та повинен оснащуватися напівгусеничними рушіями.

Перспективи подальших досліджень. Аграріям України при виборі сучасного зернозбирального комбайна чи трактора можна порекомендувати багатокритеріальне оцінювання та надання переваги складній сільськогосподарській техніці одного бренду, що в подальшому полегшить вирішення проблем з технічним сервісом та ефективним використанням. А чи буде оператор зернозбирального комбайна майбутнього знаходитись у кабіні під час збирання врожаю, чи буде керувати машиною дистанційно, покаже час.

References

1. Boyko, A., & Dumenco, K. (2011). Vplyv efektyvnosti sfery tekhnichnoho obsluhovuvannya na vstanovlennia funktsii hotovnosti ta vidnovlennia zernozbyralnoi tekhniki. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 1, 11–14. [In Ukrainian].

2. Bondarenko, O., & Dumenco, K. (2011). Vykorystannia par tertia vuhletsevykh kompozytsiinykh materialiv v ekstremalnykh umovakh roboty zernozbyralnoi tekhniki. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 3 (60), 165–170. [In Ukrainian].

3. Bondar, M., Zavaloka, A., & Svyrydenko, N. (2010). Povyshenye pozharobezopasnosti ekspluatatsyy pernouborochnoho kombayna: kontseptsyya u puty ee realizatsyy. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 8, 12–16. [In Russian].

4. Brovarets, O. O. (2014). Rehulovana vysota zrizu zernozbyralnykh kombayniv – zasib pidvyshchennya efektyvnosti roboty zernozbyralnykh kombayniv. *Khranenyє y Pererabotka Zerna*, 3, 16–19. [In Ukrainian].
5. Vasylychenko, V., & Ruzhylo, Z. (2012). Pidhotovka zbyral'noyi tekhniky do zymivli. *Ahrarna Tekhnika ta Obladnannya*, 4, 78–80. [In Ukrainian].
6. Vasylychenko, V. (2013). Pidhotovka kombayna do zhnyv. Shcho potribno zrobyty, aby minimizuvaty vtraty. *Ahronom*, 2, 202–205. [In Ukrainian].
7. Burlaka, O. A., & Yakhin, S. V. (2018). Pidvyshchennya efektyvnosti roboty skrebkovykh elevatoriv z vidtsentrovym typom rozvantazhennya. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 195–200. doi: 10.31210/visnyk2018.04.31 [In Ukrainian].
8. Holovchuk, A. F., Marchenko, V. I., & Orlov, V. F. (2004). *Ekspluatatsiya ta remont sil's'kohospodars'koyi tekhniky: pidruch. u 3 kn. Kombayny zernozbyral'ni*. Kyiv: Hramota [In Ukrainian].
9. Demko, O. A., Demko, A. A., & Nadochiy, O. V. (2014). Zakonomirnosti vplyvu tryvalosti ekspluatatsiyi zernozbyral'nykh kombayniv na yikh tekhnichnyy stan. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 145, 161–167. [In Ukrainian].
10. Dumenko, K. M. (2011). Intehrovanyy pokaznyk efektyvnosti roboty zernozbyral'nykh kombayniv. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky Prychornomor'ya*, 4 (61(1)), 220–224. [In Ukrainian].
11. Dumenko, K. M., & Bondarenko, O. V. (2011). Naukovi zasady formuvannya nadiynosti pidsystem zernozbyral'nykh kombayniv. *Naukovyy Visnyk Luhans'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu*, 9, 412–419. [In Ukrainian].
12. Dumenko, K. M. (2012). Statystychnyy analiz dynamiky rozpodilu vidmov pidsystem kombayniv. *Naukovyy Visnyk Luhans'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu*, 35, 113–118. [In Ukrainian].
13. Dumenko, K. M., Komisarova, L. O., & Shevchenko, K. S. (2014). Vidnovlennya pratsezdatnoho stanu vitchyznyanykh zernozbyral'nykh kombayniv. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 145, 21–27. [In Ukrainian].
14. Dumenko, K. M., Boyko, A. I., & Bondarenko, O. V. (2012). Funktsiyi vidnovlennya pidsystem zernozbyralnykh kombayniv pry riznykh rivnyakh potentsialu bazy tekhnichnoho obsluhovuvannya. *Pratsi Tavriyskoho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu*, 12 (3), 42–52. [In Ukrainian].
15. Karabynesh, S., Veznyuk, V., & Demchenko, A. (2014). Servysom po barabanu. Remont i profylaktyka molotylnoho uzla zernouborochnoho kombayna. *Zerno*, 5, 156–161. [In Russian].
16. Kravchuk, V., Zan'ko, M., & Lysak, O. (2016). Ekspluatatsiyina otsinka kombayna MF-7370PL "BETA" kompaniyi MASSEY FERGUSON na zbyrannya yachmenyu. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 4, 10–17. [In Ukrainian].
17. Kukhtov, V. H., Znaydyuk, V. H., & Pohorilyy, V. V. (2014). Do pytannya normuvannya rivnya nadiynosti novykh zernozbyral'nykh kombayniv vitchyznyanoho vyrobnytstva. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 151, 5–12. [In Ukrainian].
18. Lytvyniuk, L. (2015). Deyaki osoblyvosti pidvyshchennya produktyvnosti zernozbyral'noho kombayna i pokrashchennya rodyuchosti hruntu. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 10, 25–27. [In Ukrainian].
19. Sydoruk, L. L. (2013). Systemnyy analiz pidprohram vykorystannya ta tekhnichnoho servisu zernozbyral'nykh kombayniv. *Mekhanizatsiya i Elektryfikatsiya Sil's'koho Hospodarstva*, 97 (2), 404–412. [In Ukrainian].
20. Smashnyuk, O. V. (2010). Zakonomirnosti vidmov zernozbyral'nykh kombayniv v umovakh ekspluatatsiyi. *Mekhanizatsiya ta Elektryfikatsiya Sil's'koho Hospodarstva*, 94, 431–437. [In Ukrainian].
21. Choi, M., Lee, K., Jang, B., Kim, Y., Chung, S., & Lee, J. (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/j.ijabe.20181105.2686
22. Fiscus, D. E., Foster, G. H., & Raufman, H. H. (1971). Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*, 14 (3), 480–485. doi: 10.13031/2013.38319
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., & Dowlatsah, A. (2012). Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. *Agricultural Engineering International : CIGR Journal*, 14 (4), 150–155.

25. Sheichenko, V., Kuzmych, A., Shevchuk, M., Shevchuk, V., & Belovod, O. (2019). Research of quality indicators of wheat seeds separated by prethreshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 57 (1), 157–164.
26. Shpokas, L., Adamchuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovicky, L. (2016). The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*, 62, 106–112. doi: 10.17221/16/2015-RAE
27. Zielinski, A., & Mos, 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
28. Kelemesh, A., & Gorbenko, O. (2015). Research of kinematic and agricultural parameters of working tools when processing the cylinder liners. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the resources*, 61 (12), 32–33.
29. Gorbenko, O., & Kelemesh, A. (2015) Justification of choosing recovery method for cylinder liners of autotractor engines. Proceedings of the IInd International Scientific and Practical Conference “Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions”, 24–25 Sept. 2015. 2 (2), 9–11 Dubai: UAE.
30. Vasylenko, V. S., Hramakov, N. V., Taran, I. H., & Shchekoldin, H. A. (2000). *Kombayni zernoubrochnye samokhodnye «DON-1500B» i «DON-1200B»*. *Instkruksyya po ekspluatatsiyi i tekhnicheskomu obsluhovunyu*. OAO «Rostsel'mash» [In Russian].
31. Burlaka, O. A., Gorbenko, O. V., & Kelemesh, A. O. (2021). Studying the reliability of hydraulic system elements of grain combine harvesters. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 292–301. doi: 10.31210/visnyk2021.01.37 [In Ukrainian].
32. Burlaka, O. A., & Yahin, S. V. (2017). Teoretichni aspekty procesu vidcentrovogo rozvantazhennya zerna u elevatori zernozbiralnogo kombajnu. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, № 1-2, 133–137 [In Ukrainian].
33. Pohorilyi, L., Ivasiuk, V., & Solomakha, O. (2020). Do praktychnoi realizatsii monitorynhu gruntiv u systemi tochnoho zemlerobstva. *Tekhnika APK*, 10-11, 8–9. [In Ukrainian].
34. Novosti i stati. In: *Fadeevagro*. Retrived from: <https://www.fadeevagro.com/novosti/> [In Russian].

Стаття надійшла до редакції: 26.08.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бурлака О. А., Яхін С. В., Падалка В. В., Бурлака А. О. 100 тон за годину, а що далі? Порівнюємо та аналізуємо характеристики флагманських моделей високопродуктивних зернозбиральних комбайнів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 274–288.

© Бурлака Олексій Анатолійович, Яхін Сергій Валерійович,
Падалка В'ячеслав Вікторович, Бурлака Андрій Олексійович, 2021