



ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

4'2020

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2020, № 4 (99)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

Адреса редакції:

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

ЗАСНОВНИК –

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

© «Вісник Полтавської державної
аграрної академії», 2020



POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

4'2020

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2020, № 4 (99)

**ВІСНИК
ПОЛТАВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ
АГРАРНОЇ
АКАДЕМІЇ**

**BULLETIN
OF POLTAVA
STATE
AGRARIAN
ACADEMY**

Editorial board address:

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

FOUNDER –

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

© Bulletin of Poltava State
Agrarian Academy, 2020

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 Полтавської державної аграрної академії (протокол № 7 від 15.12.2020 р.)

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

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

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

Видавець – редакційно-видавничий відділ Полтавської державної аграрної академії: 36003, м. Полтава, вул. Г. Сковороди, 1/3, корп. 4, каб. 510,
e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua

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. MARENYCH, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

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

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

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

S. V. POSPIELOV, 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 Academy (protocol No. 7 of 15.12.2020).

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

«*Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*» is indexed in electronic libraries, catalogs, repositories and international scientometric databases: GOOGLE SCHOLAR, INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL, SCIENTIFIC LITERATURE (SCILIT), SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ELIBRARY.RU, ELECTRONIC PORTAL VSENAUKI.RU, 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 Academy: 36003 1/3, Skovorody str., Poltava, building 4, office 510, e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

<i>Диченко О. Ю., Ласло О. О.</i> Моделювання просторового варіювання різноманіття рослинного покриву за допомогою даних дистанційного зондування землі	13
<i>Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В.</i> Вплив сортових особливостей зерна пшениці озимої на якість хлібопекарських властивостей	21
<i>Астахова Я. В.</i> Якість зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення	28
<i>Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононеко С. М., Коровніченко С. Г.</i> Вплив мінерального живлення на продуктивність сої	35
<i>Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Шаповал О. С., Панченко С. С.</i> Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України	45
<i>Маслійов С. В., Маслійов Є. С., Циганкова Н. А., Рудаков В. С.</i> Ріст, розвиток і врожайність цукрової кукурудзи залежно від видів основного обробітку ґрунту ...	53
<i>Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В., Барсукова О. А.</i> Агроекологічні умови формування продуктивності сорго в південних областях України в умовах змін клімату	61
<i>Поспєлов С. В., Левченко Л. М., Чайка Т. О., Перепелиця А. А., Шандиба В. О., Попова К. М.</i> Продуктивність культур у короткоротаційних сівоzmінах залежно від обробітку ґрунту й удобрення в умовах Лісостепу України	69
<i>Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Поспєлов С. В., Поляков І. А., Тур В. Ю.</i> Ефективність фунгіцидного контролю домінуючих хвороб томатів	80
<i>Міленко О. Г., Солод І. С., Могилат П. Г., Гринь М. Е., Вегеренко В. С.</i> Ефективність застосування післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно	86
<i>Єременко О. А., Онищенко О. В.</i> Динаміка змін біометричних показників рослин соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту та регулятора росту в умовах Південного Степу України	93
<i>Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспєлова Г. Д., Піщаленко М. А., Нечипоренко Н. І., Шерстюк О. Л.</i> Сучасна стратегія інтегрованого захисту рослин	104
<i>Писаренко П. В., Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г.</i> Дефляційні ризики ґрунтового покриву Волинської області	112

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Писаренко П. В., Тараненко А. О., Чальцев Д. В., Кахикало О. О., Гришина К. Є., Корчагін О. П.</i> Екологічні аспекти міжрегіональної взаємодії у сфері поводження з твердими відходами (на прикладі програми реабілітації забруднених земель)	120
<i>Колосовська В. В.</i> Вплив змін клімату на продуктивність вики на території Полісся України	128

<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Ноженко Ю. М., Рубан Ю. В.</i> Методичні засади впровадження еко-інновацій у контексті сталого розвитку сільських територій	135
<i>Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В.</i> Наукові підходи щодо екологізації технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу	142

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

<i>Матіюк В. В., Саєнко А. М., Усенко С. О., Халак В. І.</i> Поліморфізм генів <i>RYRI</i> , <i>ESR</i> , <i>MC4R</i> та <i>LEP</i> у мікропопуляції свиней великої білої породи Української селекції ...	150
<i>Недашківський В. М., Разанов С. Ф.</i> Вплив весняного поповнення кормових запасів бджолиних сімей на виробництво ними квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок.....	157

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Євстаф'єва В. О., Кручиненко О. В., Мельничук В. В., Михайлютенко С. М., Корчан Л. М.</i> Особливості поширення паразитозів овець у осінньо-пасовищний період	163
<i>Левицька В. А., Березовський А. В., Мушинський А. Б.</i> Визначення параметрів залишків дипропінату в молоці корів після застосування терапевтичних доз препарату Імкар-120	170
<i>Горб К. О.</i> Особливості локалізації бліх роду <i>Ctenocephalides</i> на тілі собак.....	176
<i>Кравченко С. О., Мельничук В. В., Канівець Н. С., Бурда Т. Л.</i> Епізоотологічні особливості перебігу демодекозу собак у місті Полтаві	183
<i>Михайлютенко С. М., Замазій А. А., Корчан Л. М.</i> Асоціативний перебіг триходектозу та гельмінтозів травного тракту в собак	189
<i>Жулінська О. С., Лобачова І. В.</i> Корекція відтворної функції вівцематок у ранньому післяродовому періоді	195
<i>Кулинич С. М., Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Зезекало М. А., Карпенко І. О.</i> Дослідження стану дистального відділу кінцівок коней в умовах кінного клубу «Верхова їзда в Полтаві»	210
<i>Кручиненко О. В., Бридихіна А. Ю.</i> Гематологічні та біохімічні показники в котів і собак за наявності ктеноцефальозу.....	218
<i>Стародуб Є. С., Мельничук В. В.</i> Епізоотологічні особливості перебігу трихостронгілозу гусей у господарствах Полтавської області.....	224
<i>Рудік О. В.</i> Вплив дієтичної кормової добавки «Апса аміновіту» на показники крові за наявності еймеріозу в перепілок	230
<i>Антіпов А. А., Мельничук В. В., Коваленко О. В., Долгін О. С.</i> Клінічний прояв отодектозної інвазії в собак.....	237

<i>Омельяненко О. Є., Кулинич С. М. Обґрунтування використання дексмететомідину у кішок під час проведення оваріогістеректомії.....</i>	<i>244</i>
---	------------

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Дудніков А. А., Дудник В. В., Бурлака О. А., Канівець О. В., Кривонос С. М. Відновлення деталей поверхневим пластичним деформуванням</i>	<i>251</i>
<i>Ляшенко С. В., Сівцов О. В. Запорожець Ю. В., Кошкалда С. І., Шевченко В. В. Обґрунтування експлуатаційних режимів роботи побутового подрібнювача відходів деревини</i>	<i>259</i>
<i>Лапенко Г. О., Горбенко О. В., Лапенко Т. Г., Ковтун В. А. Оптимізація параметрів шліфування алмазними кругами, виготовленими з алмазних порошків із нікелевим покриттям</i>	<i>267</i>
<i>Арендаренко В. М., Антонець А. В., Савченко Н. К., Самойленко Т. В., Іванов О. М. Розрахункова модель гравітаційного руху зернового матеріалу в похилому каналі з дискретно змінним кутом нахилу</i>	<i>273</i>
<i>Іванкова О. В., Гаращук О. В., Куценко В. І., Щербина В. В., Чижевський Д. В., Бабич Я. В., Тіхонов М. О. Дослідження методів відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки</i>	<i>283</i>
<i>Прасолов, Є. Я., Рижкова Т. Ю., Величко К. С. Експериментальне дослідження роботи гідро-пневматичного висівного апарату.....</i>	<i>293</i>

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Dychenko O. Yu., Laslo O. O.</i> Modeling spatial variation of vegetation cover diversity with the help of remote land sounding.....	13
<i>Barabolia O. V., Tatarko Yu. V., Antonovskiy O. V.</i> The influence of variety features of winter wheat grain on the quality of bakery properties	21
<i>Astakhova Ya. V.</i> The quality of winter wheat grain depending on sowing time and fertilization	28
<i>Barabolia O. V., Naidon M. Yu., Kononenko S. M., Korovnichenko S. H.</i> The influence of mineral nutrition on soya productivity.....	35
<i>Biliavska L. H., Biliavskiy Yu. V., Shapoval O. S., Panchenko S. S.</i> Current state and prospects of soybean seed breeding in the Forest-Steppe of Ukraine	45
<i>Masliiov S. V., Masliiov Y. S., Tsygankova N.A., Rudakov V. S.</i> Growth, development and yield of sweet corn depending on the types of basic tillage	53
<i>Polevoy A. M., Bozhko L. E., Volvach O. V., Barsukova E. A.</i> Agro-ecological conditions of sorghum productivity formation in southern regions of Ukraine under climate change conditions	61
<i>Pospelov S. V., Levchenko L. M., Chaika T. O., Perepelytsia A. A., Shandyba V. O., Popova K. M.</i> Crops' productivity in short-term rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-Steppe of Ukraine	69
<i>Pospelova G. D., Kovalenko N. P., Nechyporenko N. I., Pospelov S. V., Poliakov I. A., Tur V. Y.</i> Effectiveness of fungicidal control of dominant tomato diseases.....	80
<i>Milenko O. H., Solod I. S., Mohylat P. H., Hryn M. E., Veherenko V. S.</i> Effectiveness of post-emergence herbicides application on areas of corn grown for grain.....	86
<i>Yeremenko O., Onyshchenko O.</i> Dynamics of changes in biometric indicators of sunflower plants depending on basic tillage methods and growth regulator in the Southern Steppe of Ukraine	93
<i>Pisarenko V. M., Kovalenko N. P., Pospelova G. D., Pischalenko M. A., Nechyporenko N. I., Sherstiuk O. L.</i> Modern strategy of integrated plant protection.....	104
<i>Pysarenko P. V., Matviichuk B. V., Matviichuk N. H.</i> Deflation risks of soil cover in Volyn region.....	112

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Pysarenko P. V., Taranenko A. O., Chalcev D. V., Kahykal O. O., Gryshyna K. E., Korchagin O. P.</i> Ecological aspects of waste management interregional cooperation (on the example of the program of polluted lands' rehabilitation)	120
<i>Kolosovska V. V.</i> The impact of climate change on vetch productivity in Polissya region of Ukraine	128

<i>Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dyachenko O. Yu., Nozhenko Yu. M., Ruban Yu. O.</i> Methodical foundations of introducing eco-innovations in the context of sustainable development of rural areas	135
<i>Gorobets M. V., Pysarenko P. V., Chaika T. O., Mishchenko O. V.</i> Scientific approaches to the greening the technology of growing spring barley in conditions of the left – bank Forest – Steppe	142

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Matiuk V. V., Saienko A. M., Usenko S. O., Khalak V. I.</i> Polymorphism of <i>RYRI</i> , <i>ESR</i> , <i>MC4R</i> and <i>LEP</i> genes in pig micro-population of Large White breed of Ukrainian selection	150
<i>Nedashkovsky V. M., Razanov S. F.</i> Influence of spring replenishing feed reserves of bee families on their production of pollen, bee bread and homogenate of drone larvae	157

VETERINARY MEDICINE

<i>Yevstafieva V., Kruchynenko O., Melnychuk V., Mykhailiutenko S., Korchan L.</i> Peculiarities of sheep parasitoses spreading in the autumn-pasture period	163
<i>Levytska V. A., Berezovsky A. V., Mushynskyi A. B.</i> Determining parameters of dipropionate residues in cow milk after application of Imkar-120 therapeutic doses....	170
<i>Horb K. O.</i> Peculiarities of <i>Ctenocephalides</i> genus fleas' localization on dog body	176
<i>Kravchenko S. O., Melnychuk V. V., Kanivets N. S., Burda T. L.</i> Epizootic peculiarities of dog demodectosis in the town of Poltava.....	183
<i>Mykhailiutenko S., Zamazyi A., Korchan L.</i> Association development of trichodectosis and helminthoses in the digestive tract of dogs	189
<i>Zhulinska O. S., Lobachova I. V.</i> Correction of the ewes' reproductive function in the early postpartum period	195
<i>Kulynych S. M., Omelchenko G. O., Avramenko N. O., Zezekalo M. A., Karpenko I. O.</i> Studying the state of horse distal limb segment in the horse club "Astride riding in Poltava"	210
<i>Kruchynenko O. V., Brydykhina A. Yu.</i> Hematological and biochemical indicators of cats and dogs in case of ctenocephalosis.....	218
<i>Starodub Ye., Melnychuk V.</i> Epizootological features of goose trichostrongylosis development on farms of Poltava region.....	224
<i>Rudik O. V.</i> The effect of "Apsa aminovit" dietary feed supplement on blood indices under quail eimeriosis.....	230
<i>Antipov A. A., Melnychuk V. V., Kovalenko O. V., Dolhin O. S.</i> Clinical expression of dog otodectic mange invasion	237
<i>Omelyanenko O. E., Kulynych S. M.</i> Substantiation of administering dexmedetomidine to cats during ovary hysterectomy	244

TECHNICAL SCIENCES

<i>Dudnikov A. A., Dudnyk V. V., Burlaka O. A., Kanivets O. V., Kryvonos S. M.</i> Restoration of details by surface plastic deformation	251
<i>Lyashenko S. V., Sivtsov O. V., Zaporozhets Y. V., Koshkalda S. I., Shevchenko V. V.</i> Substantiation of operation service modes of household wood waste chopper	259
<i>Lapenko H. O., Horbenko O. V., Lapenko T. H., Kovtun V. A.</i> Optimization of parameters of grinding with diamond wheels made of nickel-coated diamond powders.....	267
<i>Arendarenko V. M., Antonets A. V., Savchenko N. K., Samoilenko T. V., Ivanov O. M.</i> Calculation model of grain gravitation movement in sloping passage with discrete variable inclination angle	273
<i>Ivankova O. V., Garashchuk O. V., Kutsenko V. I., Shcherbyna V. V., Chyzhevs'kyi D. V., Babych Ya. V., Tykhonov M. O.</i> Studying renovation methods of worn details of agricultural machinery.....	283
<i>Prasolov Ye. Ya., Ryzhkova T. Yu., Velychko K. S.</i> Experimental studies of hydro-pneumatic seeding mechanism operation	293



original article | UDC 595.142 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.01

MODELING SPATIAL VARIATION OF VEGETATION COVER DIVERSITY WITH THE HELP OF REMOTE LAND SOUNDING

O. Yu. Dychenko*

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

O. O. Laslo

ORCID  [0000-0002-0101-4442](https://orcid.org/0000-0002-0101-4442)

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

*Corresponding author

E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

How to Cite

Dychenko, O. Yu., & Laslo, O. O. (2020). Modeling spatial variation of vegetation cover diversity with the help of remote land sounding. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 13–20. doi: 10.31210/visnyk2020.04.01

Methodical approaches have been developed for applying the data of remote sounding the Earth spectroradiometer MODIS of Terra artificial satellite. It is visually possible to estimate a natural trend on phytomass increase throughout the spring period, and also the law of spatial distribution of front plant biomass increase. We can observe that in the southern areas, plant growth activation occurs earlier, than in the north. River valleys are also the zone of plant cover activity. In the end of spring, the distribution of NDVI index value becomes more evened owing to the vegetation beginning on agricultural lands. The analysis of the resulted data testifies that the general trend of NDVI index dynamics is similar in different types of plant cover. The index is minimal in the second half of winter, then there is an increase throughout all spring to the first half of summer then there is a gradual reduction till the end of autumn when the speed of decrease becomes more intensive. The derivative analysis allows to define more accurately the critical periods in vegetation phenology. On the schedule of a derivative the maximum corresponds to the greatest local speed of phytomass, increase and a minimum – the greatest speed of phytomass decrease. The point of section with an axis of abscisses corresponds to the schedule extremums: a maximum, a minimum or an excess. The analysis of the received data testifies that against the general similarity of phytomass dynamics within administrative areas it is possible to establish the periods when the greatest differences between them are observed. Features of dynamics are most accurately shown at graphic of the displayed speeds of dynamics in time (derivative) of NDVI index. So, the speed of decrease in phytomass in the end of the winter period essentially differs in various administrative areas. Differences are observed also at the beginning of the spring period which can be defined as a maximum rate of phytomass growth. The second peak marks the period of “agricultural spring” when crops actively grow. This period is accurately designated on schedules, but here areas differ a little. “Phenological summer” comes when the period of active accumulation of phytomass changes the period of its decrease. On the schedule of NDVI index, it is difficult to define precisely this period, and on the derivative schedule the corresponding point of section on an axis of abscisses is precisely defined. Accordingly, on indicators of phenological summer, essential differences between areas are observed. As a result of differences between areas which are established for dynamics of NDVI index it is possible to explain the peculiarities of a number of harmful insects dynamics. The landscape ecological diversity of the territory can be interpreted in terms of dynamics of plant cover. Each type of landscape cover forms specific time pattern of vegetation dynamics. Phenological dynamics under rather constant landscape conditions within the certain time period can differ year from a year.

Key words: vegetation, NDVI index, vegetation cover, spatial agro-ecology, ecosystem dynamics.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ВАРІЮВАННЯ РІЗНОМАНІТТЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ**О. Ю. Диченко, О. О. Ласло**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Розроблено методичні підходи для застосування даних дистанційного зондування земного спектра радіометра MODIS штучного супутника Terra. На основі первинної інформації, яка отримується при фотографуванні поверхні Землі, в рамках проекту MODIS існує значний перелік похідних продуктів. Одним з них є продукт MOD13Q1. Він містить інформацію про просторову динаміку вегетативного індексу NDVI з періодичністю 16 днів з окремою здатністю 250. Дані про вегетативні показники застосовуються для моделювання біогеохімічних та гідрологічних процесів, а також глобального та регіонального клімату. Ці дані також можуть бути використані для характеристики біофізичних властивостей поверхні Землі та таких процесів, як первинне виробництво екосистем та перетворення наземного покриву. Установлено закономірний тренд збільшення фітомаси протягом весняного періоду, а також закономірності просторового розподілу фронту нарощування біомаси рослин. Зоною активності рослинного покриву є долини рік. Наприкінці весни розподіл значення індексу NDVI стає більш вирівняним унаслідок початку вегетації на сільськогосподарських угіддях. Відмінності між районами, які встановлені для динаміки індексу NDVI, можна застосувати для пояснення особливостей динаміки чисельності шкідливих комах. Вірогідно різна динаміка фенологічних фаз у різних територіях області може бути маркером кліматичних змін, а також стану рослинного покриву, що відображається зокрема фенологічною динамікою, може безпосередньо впливати на популяції шкідників або хижих тварини, які контролюють чисельність фітофагів. Ландшафтно-екологічне різноманіття території може бути інтерпретоване в термінах динаміки рослинного покриву. Кожний тип ландшафтного покриву формує специфічний часовий патерн динаміки рослинності. Фенологічна динаміка при відносно константній ландшафтній обстановці в межах певного часового періоду може відрізнятися рік у рік. «Дозволений діапазон» відхилень фенологічної динаміки визначається типом ландшафтно-екологічного покриву.

Ключові слова: вегетаційний індекс NDVI, рослинний покрив, просторова агроекологія, динаміка екосистем.

Вступ

Ядром сучасного ландшафтознавства як природничої науки про землю є дослідження правил міжкомпонентних відносин у просторі-часі [1–3]. Концепція про елементарні ґрунтові процеси, що у своїй основі сформульована І. П. Герасимовим і М. А. Глазовською [4] і найбільш широко розвинена Ф. І. Козловським [5] як уявлення про ландшафтні або геосистемні елементарні процеси. Цю концепцію можна розглядати як природний для натураліста підхід редукції системи до її незалежних основ або частин [6–8].

Як зазначають Д. Н. Козлов і співавтори [9], можливості дослідження істотно розширюються при сполученні наземних польових вимірювань і дистанційної інформації. Остання розглядається не як засіб для дешифрування априорі існуючих образів стану земної поверхні, а як система вимірювання її фізичних властивостей через величини відбитої сонячної радіації в різних спектральних зонах [10–13]. Поряд з дистанційною інформацією природно розглядати цифрові моделі рельєфу, що потенційно відбивають просторовий перерозподіл тепла, твердого й рідкого стоку [1, 9, 10].

Перетворення сонячної енергії, представленої за допомогою спектрозональних дистанційних вимірювань, можна трактувати як інтегральний ландшафтний процес. Завдання дослідження – розчленувати його на елементарні ландшафтні процеси в розумінні їх Ф. І. Козловським [5]. Елементарний процес – це методологічний прийом подання динаміки складної реальної системи, даної спостерегачеві сукупно спостережуваних або вимірюваних змінних, а функціональний простір – є моделлю явища у просторі фізично осмислених матеріальних тіл або сил. Водночас ми розраховуємо, що перше є в остаточному підсумку відображення другого [6, 14, 15].

Досліджувати, ґрунтуючись на цьому, ландшафтовірні фактори, можна, зважаючи на два основні підходи [9, 16]. Перший – інтегральний, при якому При цьому дистанційним спектрозональним вимірюванням і властивостям рельєфу ставляться у відповідність деякі класи станів якої-небудь типологі-

чної класифікації компоненту (наприклад, групи асоціацій рослинності, види ґрунтів тощо). Другий – редуцціоністський (парціальний), при якому розглядаються елементарні вимірювані властивості кожного компонента (наприклад, висота лісу, частка участі конкретного виду в рослинному покриві або які-небудь характеристики його багатства, потужність гумусового шару, вологість ґрунту на певній глибині й т. ін.). Ці два підходи не суперечать один одному й, у кінцевому підсумку, на їх основі необхідно одержати відображення станів у просторі тих самих ландшафтних процесів. До того ж як гіпотезу можна розглянути, що, якщо на основі цих двох підходів отримані однакові відображення, то в системі не виявлені емерджентні властивості [17].

Найважливішою особливістю просторової мінливості фітомаси в агроценозах при природній і традиційній системах землеробства є збільшення ролі тренда та локальної автокореляції при сезонному збільшенні фітомаси, що маркується за допомогою індексу NDVI. У результаті більш щільне рослинне угруповання стає більш просторово структурованим. Зі збільшенням фітомаси у процесі вегетації фактори різної природи й різного масштабного рівня все більшою мірою здійснюють свій обмежувачий вплив [1].

Головною ціллю Європейської комісії «Глобальний покрив Землі 2000» було створити 2000 року глобальну гармонізовану базу даних покриву для всієї планети. Результати GLC 2000 класифікації типів поверхні Землі мають просторову точність 1 км. Пізніше були створені продукти, які надають можливість щорічно одержувати інформацію щодо структури типів покриву Землі. Наприклад, продукт MODIS (MCD12Q1) містить щорічну інформацію про структури покриву Землі та має роздільну здатність 500 м. Первинна схема класифікації земної поверхні, яка міститься у продукті MCD12Q1, це – IGBP (International Geosphere Biosphere Programme – Міжнародна геосферно-біосферна програма) [17]. Також цей продукт містить схему класифікації Мерилендського університету [18], Біомну класифікацію (Running et al., 1994), LAI/fPAR біомну класифікацію [19] та схему функціональних типів рослинності PFT (Plant functional type) [20].

Метою роботи є розробити процедури для оцінки варіювання у просторі та часі рослинного покриву засобами дистанційного зондування Землі на прикладі Полтавської області. Головним завданням досліджень було розробити модель для вирішення питань прогнозування урожайності сільськогосподарських культур та динаміки чисельності шкідників агроєкосистем.

Матеріали і методи досліджень

Важливим аспектом дослідження ролі екологічного оточення в динаміці чисельності шкідників є визначення ролі річної мінливості фітомаси рослинного покриву. Характеристика просторово-часової динаміки фітомаси є складною методичною проблемою, яка одержала своє вирішення в рамках технології обробки результатів дистанційного зондування поверхні Землі із космосу.

Ми розробили методичні підходи для застосування даних дистанційного зондування Землі зі спектродіаметру MODIS штучного супутника Терра. Зонд MODIS фотографує поверхню Землі у 36 діапазонах спектру з довжиною хвилі від 0,4 до 14,4 мкм та роздільною здатністю від 250 м до 1 км. Призначений для спостереження за глобальною динамікою Землі – мінливістю хмарності, радіаційний баланс та процеси, які відбуваються в океанах, на суходолі, у нижніх шарах атмосфери. На основі первинної інформації, яка одержується при фотографуванні поверхні Землі, у рамках проєкту MODIS одержується значний перелік похідних продуктів. Одним з них є продукт MOD13Q1. Він містить інформацію про просторову мінливість вегетаційного індексу NDVI з періодичністю 16 діб з роздільною здатністю 250 м. Дані про вегетаційні індекси застосовуються для моделювання біогеохімічних та гідрологічних процесів, а також глобального та регіонального клімату. Ці дані також можуть бути використані для характеристики біофізичних властивостей поверхні Землі та таких процесів, як первинна продукція екосистем та трансформація земного покриву. Продукт MOD13Q1 розміщений у колекторі <http://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOTA/> або може бути завантажений за допомогою сервісів *EarthExplorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) або *USGS Global Visualization Viewer* (<http://glovis.usgs.gov/>).

Дані MODIS знаходяться у форматі HDF (*Hierarchical Data Format*) – ієрархічний формат даних. Цей формат розроблений для збереження значної кількості цифрової інформації. Конверсія файлів з формату HDF в формат TIFF була зроблена у середовищі R (<http://www.r-project.org/>) за допомогою бібліотеки *gdalUtils* (http://www.gdal.org/gdal_translate.html).

Територія Полтавської області знаходиться у межах двох сцен MODIS – h20v3 та h20v4, внаслідок

цього необхідна операція мозаїчного об'єднання сцен в одне зображення. Це було зроблено у програмі ArcMap за допомогою функції Merge. За допомогою алгебри растрів зображення було обрізане за розмірами Полтавської області, яке було створене як векторний полігональний об'єкт. У роботі адміністративні райони Полтавської області позначені таким чином: 1 – Великобагачанський; 2 – Гадяцький; 3 – Глобинський; 4 – Гребінківський; 5 – Диканський; 6 – Зіньківський; 7 – Карлівський; 8 – Кобеляцький; 9 – Козельщинський; 10 – Котелевський; 11 – Кременчуцький; 12 – Лохвицький; 13 – Лубенський; 14 – Машівський; 15 – Миргородський; 16 – Новосанжарський; 17 – Оржицький; 18 – Пирятинський; 19 – Полтавський; 20 – Решетилівський; 21 – Семенівський; 22 – Хорольський; 23 – Чорнухинський; 24 – Чутівський; 25 – Шишацький. Векторна карта Полтавської області з картами адміністративних районів була завантажена із сервісу *DIVA-GIS* (<http://www.diva-gis.org/gdata>).

Для відображення динаміки індексу NDVI застосовано два підходи: це власне динаміка та похідна, яка одержана внаслідок числового диференціювання попереднього ряду даних:

$$\frac{dNDVI_i}{dt} = \frac{NDVI_{i+1} - NDVI_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}},$$

де $\frac{dNDVI_i}{dt}$ – швидкість зміни індексу NDVI в момент часу i ; $NDVI_{i+1}$ та $NDVI_{i-1}$ – значення індексу

у моменти часу t_{i+1} та t_{i-1} .

Періодичність знімання 16 діб дає змогу одержати 22 сцени на рік. Ми одержали та опрацювали інформацію з динаміки індексу NDVI в межах Полтавської області за три роки – 2012–2014 рр. Загалом опрацьовано 44 сцени MODIS.

Результати досліджень та їх обговорення

На рисунку 1 показана динаміка мінливості індексу NDVI протягом перших вісьмох дат зйомки – з 19 січня по 11 травня.

Наведені картографічні дані дають уявлення про можливості підходу та основні тренди варіювання фітомаси рослинного покриву, оціненого на основі індексу NDVI. Більшу інформацію за інші періоди тільки в ілюстративних цілях, ми вважаємо, наводити недоцільно. Візуально можна оцінити закономірний тренд зі збільшення фітомаси протягом весняного періоду, а також закономірності просторового розподілення фронту нарощування біомаси рослин. Видно, що на півдні області активізація росту рослин відбувається раніше, ніж на півночі. Також осередками активності рослинного покриву є долини річок. Наприкінці весни розподіл значення індексу NDVI стає більш вирівняним унаслідок початку вегетації на сільськогосподарських угіддях.

На рисунку 2 наведена річна динаміка індексу NDVI в різних типах рослинного покриву. Застосована класифікація типів земного покриву PFT.

Отримані дані свідчать про те, що загальний тренд мінливості індексу NDVI подібний у різних типах рослинного покриву. Це мінімум значення індексу у другій половині зими, потім відбувається збільшення протягом усієї весни до першої половини літа, після чого відбувається поступове зменшення до кінця осені, коли швидкість зменшення стає більш інтенсивною. Аналіз похідної дозволяє більш чітко визначити критичні періоди у фенології рослинності. На графіку похідної максимум відповідає найбільшій локальній швидкості нарощування фітомаси, а мінімум – найбільшій швидкості зниження фітомаси. Точка перетину графіку з віссю абсцис відповідає екстремуму: максимуму, мінімуму або перетину.

Розбіжності типів покриву стосуються загального рівня індексу, який є специфічним для типів покриву, а також деяких особливостей форми динаміки. Так, водна поверхня та деградовані землі характеризуються найменшими рівнями індексу NDVI протягом року. За цією особливістю вказані типи покриву принципово відрізняються від інших типів. Серед сукупності інших типів урбанізовані землі мають низький рівень фіто маси, визначений в термінах індексу NDVI. Широколистяні та змішані ліси характеризуються найвищою фітомасою. Вузьколисті та широколисті культури відрізняються порівняно малим рівнем індексу NDVI порівняно з природними екосистемами протягом усього року, за винятком середньої частини літа, коли відбувається значне зростання індексу NDVI. Динаміка індексу NDVI в цих типах сільгоспугідь дуже подібна, але спостерігається розбіжність у часі згаданого максимуму фітомаси. Пік фітомаси широколистяних культур спостерігається дещо раніше, ніж вузьколистяних.

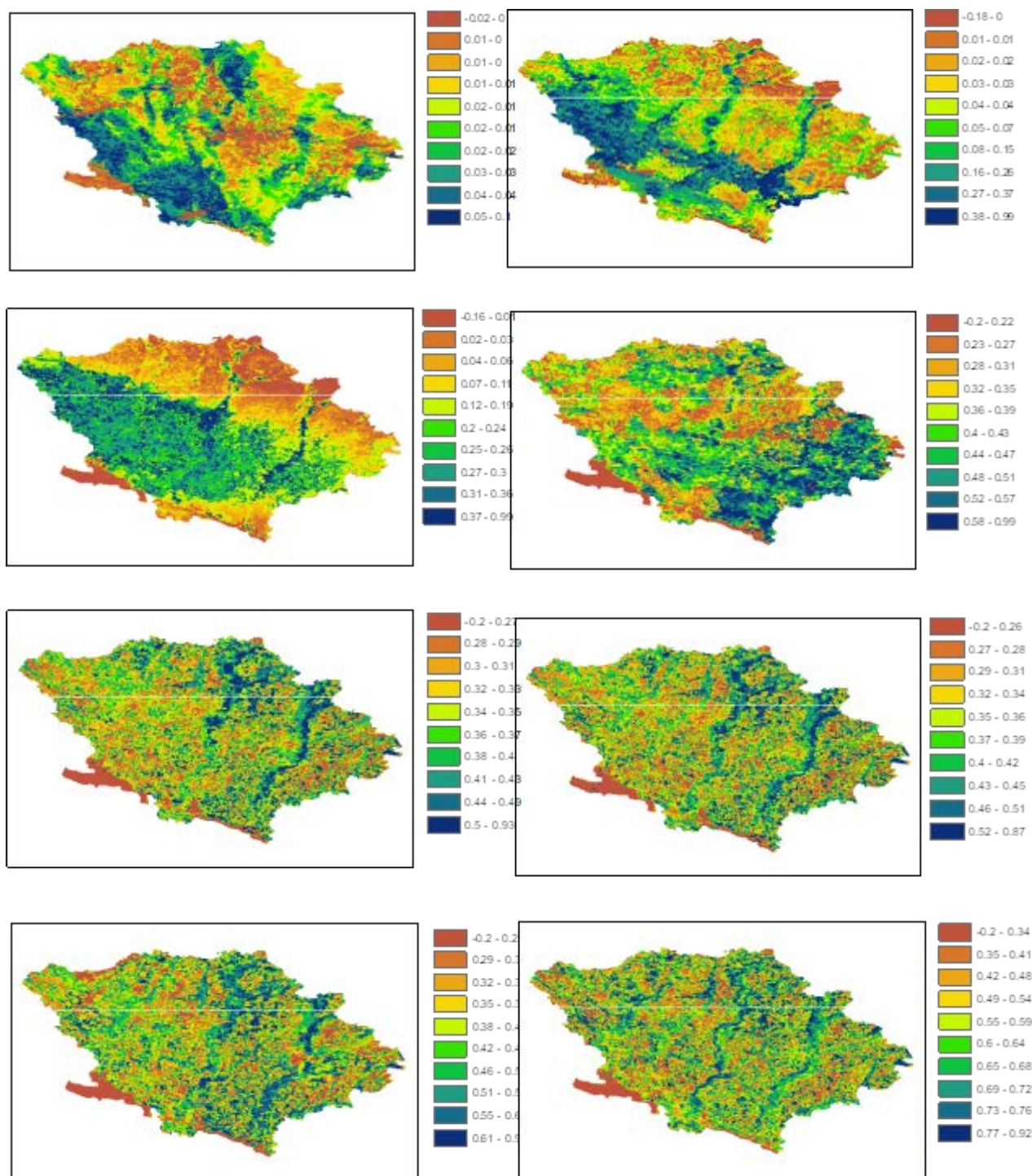


Рис. 1. Просторове варіювання індексу NDVI в межах Полтавської області

Умовні позначення: 1 – 18 доба с початку року (19 січня); 2 – 38 доба (8 лютого); 3 – 50 доба (20 лютого); 4 – 66 доба (8 березня); 5 – 86 доба (28 березня); 6 – 98 доба (9 квітня); 7 – 114 доба (28 квітня); 8 – 130 доба (11 травня).

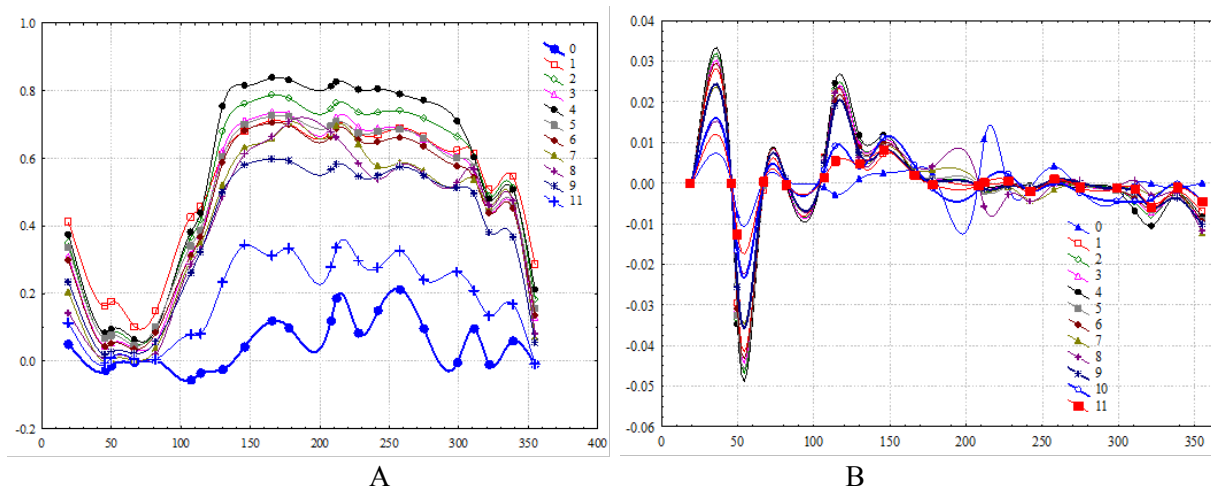


Рис. 2. Динаміка індексу NDVI (А) швидкість його приросту в одиницю часу (В) по типах покриття Землі (PFT) в межах області

Умовні позначення: ось абсцис – порядок доби з початку року

Проведений аналіз свідчить про таке. Ландшафтно-екологічне різноманіття території може бути інтерпретоване в термінах динаміки рослинного покриття. Кожен тип ландшафтного покриття формує специфічний часовий патерн динаміки рослинності. Ця фенологічна динаміка при відносно константній ландшафтній обстановці в межах певного часового періоду може відрізнятися кожного року. «Дозволений діапазон» відхилень фенологічної динаміки визначається типом ландшафтно-екологічного покриття. Конкретна реалізація залежить від характеру типологічно визначеного модусу реакції ландшафтно-екологічної системи на кліматичну обстановку з плином часу протягом цього року. Біогеоценологія постулює наявність функціонального зв'язку зооценозу з фітоценозом та кліматом. Але загальна концепція про всебічний зв'язок усього зі всім потребує визначення конкретної форми цього зв'язку.

Аналіз одержаних даних щодо динаміки індексу NDVI по районах Полтавської області, свідчить про те, що на фоні загальної подібності динаміки фітомаси в межах адміністративних районів можна встановити періоди, коли спостерігаються найбільші відмінності між ними. Особливості динаміки найбільш чітко проявляються при графічному відображенні швидкості мінливості у часі (похідної) індексу NDVI. Так, швидкість зниження фітомаси в кінці зимового періоду суттєво відрізняється в адміністративних районах області. Відмінності спостерігаються також по термінах початку весняного періоду, який можна визначити по максимуму швидкості зростання фітомаси. Цей період чітко маркується піком на графіку похідної на 100–120 добу року. Другий пік маркує період «сільськогосподарської весни», коли активно сходять посіви. Цей період чітко позначений на графіках, але за ним райони мало відрізняються між собою. «Фенологічне літо» настає, коли період активного накопичення фітомаси змінюється періодом її зниження. На графіку індексу NDVI важко точно визначити цей період, а на графіку похідної точно визначається відповідна точка перетину вісі абсцис. Цей момент відбувається в районах у різний період з діапазоном 180–240 діб із початку року. Відповідно, за показником фенологічного літа спостерігаються суттєві відмінності між районами.

Відмінності між районами, які встановлені для динаміки індексу NDVI, можна застосувати для пояснення особливостей динаміки чисельності шкідливих комах. Вірогідно, різна динаміка фенологічних фаз у різних територіях області може бути маркером кліматичних змін, а також власне стан рослинного покриття, який відображається у тому числі фенологічною динамікою, може безпосередньо впливати на популяції шкідників або хижих тварин, які контролюють чисельність фітофагів.

Висновки

1. Дані дистанційного зондування поверхні Землі MODIS надають вичерпну інформацію про динаміку рослинного покриття в часі та просторі на масштабному рівні регіону та адміністративних районів.

2. Похідна, яка одержана внаслідок числового диференціювання ряду зональних індексів NDVI

дає змогу більш чітко визначити критичні періоди у фенології рослинності.

3. Ландшафтно-екологічне різноманіття території може бути інтерпретоване в термінах динаміки рослинного покриву. Кожен тип ландшафтного покриву формує специфічний часовий патерн динаміки рослинності.

4. Фенологічна динаміка при відносно константній ландшафтній обстановці в межах певного часового періоду може відрізнятися кожного року. «Дозволений діапазон» відхилень фенологічної динаміки визначається типом ландшафтно-екологічного покриву.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження є основою для встановлення залежності рівня варіювання шкідливих комах від ландшафтно-екологічного різноманіття та визначення характеру впливу динаміки ландшафтно-екологічного покриву на динаміку популяцій шкідливих комах. Розроблені методичні підходи для застосування даних дистанційного зондування земного спектродіаметра MODIS штучного супутника Terra дають змогу провести оцінку поточного стану рослинності.

References

1. Zhukov, A. V., Kunah, O. N., Zadorozhnaya, G. A., & Andrushevich, E. V. (2013). Landshaftnaya ekologiya kak osnova prostranstvennogo analiza produktivnosti agrocenozov. *Ekologiya ta Noosferologiya*, 24 (1-2), 68–80 [In Ukrainian].
2. Running, S. W., Loveland, T. R., & Pierce, L. L. (1994). A vegetation classification logic-based on remote-sensing for use in global biogeochemical models. *Ambio*, 23 (1), 77–81.
3. Horoshev, A. V., Puzachenko, Yu. G., & Dyakonov, K. N. (2006). Sovremennoe sostoyanie landshaftnoj ekologii. *Yzvestiya RAN. Seryia Geografiya*, 5, 12–21 [In Russian].
4. Gerasimov, I. P., & Glazovskaya, M. A. (1960). *Osnovy pochvovedeniya i geografii pochv: uchebnik*. Moskva [In Russian].
5. Kozlovskij, F. I. (2003). *Teoriya i metody izucheniya pochvennogo pokrova: kniga*. Moskva: GEOS [In Russian].
6. Puzachenko, Yu. G., Fedyaeva, M. V., Kozlov, D. N., & Puzachenko, M. Yu. (2006). Metodologicheskie osnovaniya otobrazheniya elementarnyh geosistemnyh processov. In *Sovremennye estestvennye i antropogennye processy v pochvah i geosistemah*. Moskva: Izdatelstvo RASHN [In Russian].
7. Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti (2018 rik) (2019). *Departament ekologiyi ta prirodnih resursiv Poltavskoyu ODA*. Poltava [In Ukrainian].
8. 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, 113–118. doi: 10.4137/ehi.s39805
9. Kozlov, D. N., Puzachenko, M. Yu., Fedyaeva, M. B., & Puzachenko, Yu. G. (2008). Otoprazhenie prostranstvennogo varirovaniya svojstv landshaftnogo pokrova na osnove distancionnoj informacii i cifrovoj modeli reliefa. *Izvestiya Rossijskoj Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 4, 112–124 [In Russian].
10. Demidov, A. A., Kobec, A. S., Grican, Yu. I., & Zhukov, A. V. (2013). *Prostranstvennaya agroekologiya i rekultivaciya zemel: monografiya*. Dnepropetrovsk: Svidler A. L. [In Ukrainian].
11. Forrester, J. W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems Thinking*. Cambridge, MA: Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge.
12. Wierzbicki, A. P., Makowski, M., & Wessels, J. (Eds.). (2000). *Model-Based Decision Support Methodology with Environmental Applications*. doi: 10.1007/978-94-015-9552-0
13. Prokopenko, O. M. (Red.). (2019). *Statistichnij zbirnik «Dovkilliya Ukrayini» za 2018 rik*. Kiyiv [In Ukrainian].
14. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Sego, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi: 10.1016/j.apgeochem.2014.06.020
15. Onyshchenko, V. O., Holik, Y. S., & Illiash, O. E. (2012). *Rehionalna prohrama okhorony dovkillia, ratsionalnogo vykorystannia pryrodnykh resursiv ta zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky z urakhuvanniam rehionalnykh priorytetiv Poltavskoi oblasti*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].
16. Kozlov, D. N. (2006). Inventarizaciya landshaftnogo pokrova metodami prostranstvennogo analiza dlya celej landshaftnogo planirovaniya. *Landshaftnoe planirovanie. Obshie osnovaniya. Metodologiya. Tehnologiya: trudy mezhdunarodnoi konferentsyy g. Moskva, 2006 g.* Moskva [In Russian].

17. Belward, A. S., Belward, A. S., Estes, J. E., & Kline, K. D. (1999). The IGBP-DIS Global 1-km Land-Cover Data Set DISCover: A Project Overview. *Photogrammetric, Engineering and Remote Sensing*, 65, 1013–1020.
18. Hansen, M. C., Defries, R. S., Townshend, J. R. G., & Sohlberg, R. (2000). Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. *International Journal of Remote Sensing*, 21 (6-7), 1331–1364. doi: 10.1080/014311600210209
19. Myneni, R. B., Ramakrishna, R., Nemani, R., & Running, S. W. (1997). Estimation of global leaf area index and absorbed PAR using radiative transfer models. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 35 (6), 1380–1393. doi: 10.1109/36.649788
20. Bonan, G. B., Oleson, K. W., Vertenstein, M., Levis, S., Zeng, X., Dai, Y., Dickinson, R. E., & Yang, Z. (2002). The Land Surface Climatology of the Community Land Model Coupled to the NCAR Community Climate Model. *Journal of Climate*, 15, 3123–3149. doi: 10.1175/1520-0442(2002)015<3123:TLSCOT>2.0.CO;2

Стаття надійшла до редакції 29.09.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Диченко О. Ю., Ласло О. О. Моделювання просторового варіювання різноманіття рослинного покриття за допомогою даних дистанційного зондування землі. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 13–20.

© Диченко Оксана Юріївна, Ласло Оксана Олександрівна, 2020



**AGRICULTURE.
PLANT GROWING**

**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.11"324":631.526.3:664.64.016.8 |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.02

THE INFLUENCE OF VARIETY FEATURES OF WINTER WHEAT GRAIN ON THE QUALITY OF BAKERY PROPERTIES

O. V. Barabolia*

Yu. V. Tatarko

O. V. Antonovskiy

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

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

*Corresponding author

E-mail: olga.barabolia@ukr.net

How to Cite

Barabolia, O. V., Tatarko, Yu. V., & Antonovskiy, O. V. (2020). The influence of variety features of winter wheat grain on the quality of bakery properties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 21–27. doi: 10.31210/visnyk2020.04.02

The urgency of implementing a comprehensive objective assessment of a number of grain and flour quality indicators was substantiated in the article, as whole-grain bread and bakery products are gaining popularity in the world, because the nutritional value of such products is much higher than those made from refined flour. However, in recent years, Ukrainian bakery enterprises have been receiving flour with a low gluten content, which significantly decreases its baking properties. The purpose of the study was to determine the quality of flour obtained from soft winter wheat grain and to identify differences depending on the variety, to investigate and establish the characteristics of flour, their impact on baking properties. 9 samples of soft winter wheat grain harvested in 2018–2019, developed and grown by breeders of Poltava State Agrarian Academy were chosen. The following winter wheat varieties were studied: Orzhytsia, Zelenyi Hai, Liutenka, Ariivka, Dykanka, Tsarychanka, Karmeliuk, Poltavchanka and Sahaidak. Physical and chemical properties of grain and flour obtained from it were carried out on hardness, protein and gluten content in flour, gluten quality, and bread volume. Also, the assessment of bread quality on such indicators as elasticity, color, taste, flavor, was determined in the laboratory of Poltava State Agrarian Academy certified by State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy. In the study of the above mentioned parameters we used conventional techniques, which correspond to National Standards of Ukraine. The process of baking bread samples consisted of several stages: preparation and dosing of raw materials, dough batching, fermenting, forming, processing, recovering, baking, and cooling. After analyzing baked bread, it has been found that all samples have a satisfactory quality score. The best overall score belongs to Poltavchanka winter wheat variety (5 points out of 5 possible according to generally accepted standards). Bread baked from flour of Ariivka winter wheat variety has a cracked rind crust surface (2 points), a semi-oval shape (3 points), and a light brown color (4 points). The crumb is low elastic, restores shape well (4 points), has a moderately big, uniform sparseness (3 points), is light in color with a gray shade (3 points), it has a specific flavor of wheat bread (4 points). The identified research results provide an opportunity to understand what baking products will be and to what it is necessary to pay attention to in order to improve the quality of bakery products and increase productivity.

Key words: bread, baking properties, flour quality.

ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ЯКІСТЬ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

О. В. Бараболя, Ю. В. Татарко, О. В. Антоновський

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано актуальність здійснення всебічної об'єктивної оцінки цілої низки показників якості зерна і борошна, оскільки у світі набувають популярності хліб і хлібопродукти із цілого зерна, харчова цінність яких значно вища, ніж продуктів, виготовлених із рафінованого борошна. Метою дослідження є визначити якість борошна, отриманого із зерна пшениці м'якої озимої та виявити відмінності залежно від сорту, дослідити та з'ясувати особливості борошна, їх вплив на хлібопекарські властивості. Було відібрано 9 зразків зерна пшениці м'якої озимої врожаю 2018–2019 років, розроблених і вирощених селекціонерами Полтавської державної аграрної академії. Об'єктом дослідження стали такі сорти пшениці озимої: Оржиця, Зелений гай, Лютецька, Аріївка, Диканька, Царичанка, Кармелюк, Полтавчанка та Сагайдак. Фізичні та хімічні властивості зерна й отриманого з нього борошна проводилися на склоподібність, вміст білка та клейковини в борошнові, якість клейковини, об'єм хліба. Також оцінку його якості за такими показниками як еластичність, колір, смак, запах, було визначено в сертифікованій Держспоживстандартом України лабораторії Полтавської державної аграрної академії. При дослідженні вищенаведених параметрів було застосовано загальноприйняті методики, які відповідають ГОСТу або ДСТУ. Процес випікання зразків хліба складався з декількох етапів: підготовки і дозуванні сировини, замісі тіста, його бродіння, формування, оброблення, розстойки, випічки, охолодження. Проаналізувавши випечений хліб, було виявлено, що всі зразки мають задовільну оцінку за якістю. Найкраща загальна оцінка належить сорту пшениці озимої Полтавчанка (5 балів з 5 можливих за загальноприйнятими стандартами). Хліб, випечений з борошна пшениці озимої сорту Аріївка має тріщинувату поверхню скоринки (2 бали), напівовальну форму (3 бали), світло-коричневого кольору (4 бали). М'якуш малоеластичний, добре відновлює форму (4 бали), має помірно крупну, рівномірну шпаристість (3 бали), за кольором світлий із сіреним відтінком (3 бали), має специфічний пшеничному хлібу запах (4 бали). Виявлені результати дослідження дають можливість зрозуміти якими будуть продукти випікання, на що потрібно звернути увагу для досягнення покращення якості хлібобулочних виробів та збільшити продуктивність.

Ключові слова: хліб, хлібопекарські властивості, якість борошна.

Вступ

Хліб – це знак миру, основа харчування людини, один з найдавніших та найважливіших символів української обрядовості. З ним зустрічають гостей, благословляють на подружнє життя, без нього неможливо уявити сімейну вечерю. Хліб не має культурних кордонів, ймовірно, це єдиний продукт харчування, який вживають люди майже всіх рас, культур та релігій.

У сучасному розумінні хліб – це борошно, вода, сіль, цукор та дріжджі. Наші пращури йшли до цього віками, бо спочатку вживали у їжу розтерті зерна пшениці, які змішували з водою, а потім отриману суміш випікали на камінні тонким шаром. Вважається, що такі перші хлібні коржі з'явилися понад п'ятнадцять тисяч років тому.

Люди щонайбільше використовують у раціоні продукти, отримані шляхом перероблення зерна. Для цього є вагомі підстави, адже продукти переробки зерна мають високу енергетичну цінність, збагачені мікро- та макроелементами, вітамінами. У своєму складі вони містять велику кількість вуглеводів, що є одним із найбільших джерел енергії для людини [9]. Нині люди прагнуть до покращення свого здоров'я та умов життя. А найголовніше, що впливає на стан здоров'я, – це харчування.

Значення хлібних злаків як продуктів харчування полягає у тому, що їхнє зерно задовольняє більшу частину потреби людини в калоріях. Крім того, хліб, виготовлений із борошна хлібних злаків, має високу поживну цінність і засвоюваність за рахунок найбільш оптимального співвідношення білка і крохмалю – 1 : 6–1 : 8. Таке співвідношення необхідно для підтримки ваги тіла і працездатності людини. Із хлібних злакових культур перше місце за якістю хліба належить пшениці, яка є однією із більш давніх продовольчих культур [6]. Пшениця представляє основний продукт харчування для 2 млрд людей Земної кулі. Як харчовий продукт пшениця має багато природних переваг. До складу її зернівки входять білок, крохмаль, жири і багато вітамінів. Проблема харчування людини вічна [5]. Не

випадково К. Тимірязєв в одній зі своїх праць стверджував: «... существуют вопросы, которые всегда возбуждают живой интерес... Многим ли действительно приходила в голову мысль, что ломоть хорошо испеченного хлеба... составляет одно из тех эмпирических открытий, которые научными изысканиями приходится только подтверждать и объяснять» [19].

У асортименті хлібобулочної продукції лідируючу позицію посідають вироби з пшеничного борошна. За даними статистики, 2014 року в Україні частка пшеничного хліба складала близько 45 % від загального обсягу виробництва хлібних виробів [15]. Порівняно з іншими продуктами у хлібіві найбільш повно представлені необхідні поживні речовини [11].

Нині помітно посилилась увага до якості зерна пшениці – багатогранної проблеми, що стала для цієї важливої світової продовольчої культури, без перебільшення, питанням номер один. У світі набувають популярності хліб і хлібопродукти із цілого зерна, харчова цінність яких значно вища, ніж продуктів, виготовлених із рафінованого борошна. Не стояли на місці й технології оцінки якості зерна та борошна пшениці. З'явилися досконаліші прилади, що дають змогу здійснювати всебічну об'єктивну оцінку цілої низки показників якості зерна і борошна [7, 18].

Товарна і технологічна цінність зерна м'якої пшениці визначається його силою – хлібопекарськими якостями одержаного з нього борошна, зумовленими поєднанням білково-протеїнажного і вуглеводно-амілазного комплексів. У світовій практиці сильними називають пшениці, борошно з яких дає формостійкий хліб великого об'єму з хорошим пористим м'якушем. До сильних відносять м'які пшениці, які за технологічними властивостями поділяють на сильні, середні та слабкі. Сильні пшениці використовують для поліпшення партій зерна з низькими хлібопекарськими якостями, середні – для одержання хорошого за якістю хліба без добавляння сильних пшениць [20].

За ознакою «сили» зерно пшениці м'якої нормальної якості поділяють на три групи: сильне (відмінний, добрий, задовільний поліпшувач), цінне, філери (добрий, задовільний) і слабке. Встановлено, що при змішуванні сильної і слабкої пшениці відбувається істотне покращення хлібопекарських властивостей отриманого борошна. Під змішувальною цінністю сильної пшениці розуміють здатність сильної пшениці покращувати слабку, тобто доводити показники якості хліба до норми [8, 9].

Проглядаючи дані з Державного реєстру сортів рослин, які є придатними для поширення в Україні, за останні роки можна відзначити, що за якістю зерна понад сто сортів пшениці озимої належать до сильних, ще понад п'ятдесят – до цінних. Оскільки сучасний світ не стоїть на одному місці та сприяє розвитку нових технологій і появі нових зразків, селекціонери працюють над сортами, які можна було б віднести до надсильних пшениць [1]. У минулому українські пшениці мали всесвітню славу завдяки передусім високому вмісту сирого клейковини (35–40 %) [17].

Значна увага приділяється визначенню параметрів якості зерна із самого початку селекційної роботи з пшеницею. Одними з найдавніших показників якості зерна, які і досі широко використовуються при визначенні класності зерна, є натура та склоподібність [4, 14]. Провідна роль у визначенні хлібопекарської якості борошна належить білкам, вміст яких у зерні пшениці залежить від сорту та умов вирощування культури і становить у середньому 9,0–15,0 %. Серед білків пшениці розрізняють альбуміни, глобуліни, гліадини, глютеніни залежно від їх здатності розчинятись у воді, сольових розчинах, спирті та лугах. До альбумінів і глобулінів входять ферменти, структурні білки, білки клітинних стінок і мембран, клітинних органел тощо [13]. Вміст білка і клейковини в зерні тісно пов'язаний з харчовою повноцінністю хліба та хлібопекарськими властивостями борошна [14].

Але спостерігається зниження якості клейковини при збільшенні її вмісту [12]. Існують дані як про позитивну кореляцію між вмістом білка і клейковини з силою борошна [16], так і про відсутність зв'язку [2, 18]. Вміст білка в зерні характеризується низьким ступенем успадкування порівняно з іншими ознаками якості [10]. Сила борошна є одним з найбільш інформативних серед показників якості [14].

Відомо, що хімічний склад хліба залежить насамперед від сорту борошна, з якого він виробляється. Технологічна переробка зерна пшениці в сортове борошно передбачає видалення зародку, алеїрного шару та оболонки зерна, що є цінними «коморами» білка, жиру, вітамінів і мінеральних речовин. За мірою підвищення виходу борошна, вміст білків, жирів та харчових волокон у хлібіві з такого борошна підвищується. У разі вживання денної норми хліба (277 г), зазначеної у «споживчому кошику» України, забезпечується добова потреба в білках на 40,0–43,0 % [15].

Сила борошна проявляється у здатності утворювати міцне, пружне тісто. При слабкій клейковині тісто липке, мажеться. Сила борошна залежить від структури білків, їх колоїдних властивостей та активності протеолітичних ферментів [20].

У сильному борошнові повільніше відбуваються процеси набухання при замісі та бродінні. Проте завдяки високій газоутримувальній здатності білків сильних пшениць забезпечуються добра формостійкість та водовбирна здатність тіста. Борошно із зерна високої якості містить достатню кількість ферментів, при бродінні протеїназа розщеплює білки до пентозанів, амілаза – крохмаль до цукрів та інших сполук, що сприяє одержанню хліба з високими хлібопекарськими якостями [20].

Тісто із пшеничного борошна за своєю природою є складною системою, у якій відбуваються процеси гідратації, набухання, структуроутворення, пептизації білків, які відіграють вирішальну роль у формуванні структурно-механічних властивостей тіста. Білки борошна здатні зв'язувати велику кількість води, в основному осмотично, при цьому вони сильно набухають і утворюють у тісті внутрішній клейковинний каркас. Від кількості клейковини та її якості залежить міцність цього каркасу, що обумовлює пружно-еластичні властивості тіста, його консистенцію, а також газоутримувальну здатність, яка поряд із газоутворювальною визначає об'єм хліба, структуру його м'якушки. Протягом останніх років на хлібопекарські підприємства України надходить борошно зі зниженим вмістом клейковини, що значно погіршує його хлібопекарські властивості [3].

Метою дослідження є визначити якість борошна, отриманого із зерна пшениці м'якої озимої та виявити відмінності залежно від сорту. Завданням дослідження є вивчити та з'ясувати особливості борошна, їхній вплив на хлібопекарські властивості.

Матеріали і методи досліджень

У цій статті наведені результати дослідження зерна пшениці м'якої озимої врожаю 2018–2019 років. Було відібрано 9 зразків, розроблених і вирощених селекціонерами Полтавської державної аграрної академії. Об'єктом дослідження стали такі сорти пшениці озимої: Оржиця, Зелений гай, Лютенька, Аріївка, Диканька, Царичанка, Кармелюк, Полтавчанка та Сагайдак. Фізичні та хімічні властивості зерна та отриманого з нього борошна, серед яких – склоподібність, вміст білка та клейковини в борошнові, якість клейковини, об'єм хліба й оцінка його якості за такими показниками, як еластичність, колір, смак, запах, що було визначено в сертифікованій Держспоживстандартом України лабораторії Полтавської державної аграрної академії. При дослідженні вищенаведених параметрів було застосовано загальноприйняті методики, які відповідають ГОСТу або ДСТУ. Зокрема ДСТУ 2120-93 Хлібопекарське виробництво. Терміни та визначення; ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости (Хлебобулочні вироби. Метод визначання пористості); ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности (Хлебобулочні вироби. Методи визначання кислотності); ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности (Хліб та хлебобулочні вироби. Метод визначання вологості); ДСТУ 2120 Хлібопекарське виробництво; ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне; ДСТУ 3768:2010 пшениця технічні умови; ДСТУ 7517:2014 Хлеб из пшеничной муки. Общие технические условия; органолептична оцінка хліба пшеничного проводилася згідно з ГОСТом 2077-84 «Международный стандарт. Хлеб ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Технические условия».

Результати досліджень та їх обговорення

Процес випікання зразків хліба складався з декількох етапів: підготовки і дозуванні сировини, замісі тіста, його бродіння, формування, оброблення, розстойки, випічки, охолодження. При підготовці сировини було відібрано та просіяно борошно, розчинено цукор, сіль та розведено дріжджі. Замість був здійснений опарним способом за стандартним рецептом з дотриманням встановлених доз сировини.

За *опарного способу* тісто готують у дві фази: приготування опари і приготування тіста. Для виготовлення опари беруть близько половини загальної кількості борошна, близько двох третин води, усю кількість дріжджів. Тривалість бродіння опари 3...4,5 год за початкової температури 28...32 °С. Готовність опари визначають органолептично (від натискання на поверхню опари вона починає опускати-ся) та за кислотністю і об'ємом, який збільшується у 1,5...2 рази. До приготовленої опари додають решту борошна і води, а також сіль, ретельно все вимішують до однорідної консистенції. Бродіння триває від 1 до 2 год. за початкової температури 28...32 °С. За період бродіння тісто із сортового борошна перебивають один-два рази. Хліб випікають протягом 20...30 хв. при температурі 230±5 °С. Для забезпечення оптимального режиму вологості в піч ставлять металеву посудину з водою. Випечений хліб зберігають до наступного дня таким чином, щоб не допустити його пересихання або запліснявання чи зморщування [21, 22].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Перед випіканням хліба було відібрано і досліджено зразки зерна пшениці озимої. Отримавши результати, було скомпоновано таблицю з показниками хлібопекарських властивостей, з якої помітно, що всі досліджувані зразки мають гарний хлібопекарський потенціал (табл. 1).

1. Хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої

Сорт	Вміст клейковини		Вміст білка, %
	кількість клейковини, %	ВДК, одиниць приладу	
Оржиця	30	90	13,6
Полтавчанка	36	94	16,3
Царичанка	32	90	14,8
Зелений гай	31	88	14,0
Кармелюк	32	95	14,7
Аріївка	32	102	14,5
Лютенька	37	98	16,9
Сагайдак	33	97	15,0
Диканька	31	95	14,1

Якість пшеничного хліба визначають за об'ємним виходом, зовнішнім виглядом (форма, характер поверхні і колір скоринки), шпаристістю, еластичністю і колір м'якушки, смак, запах, а також формостійкість черенового хліба [22]. Якість отриманого хліба оцінювалась органолептичним методом, тобто за допомогою органів відчуттів людини (зору, слуху, дотику, смаку). Він дає змогу визначити зовнішній вигляд, смак, запах, колір, структуру, консистенцію, ступінь подрібнення (табл. 2).

Основними вимогами до хліба є [22]:

- форма хліба може бути куполоподібною, овальною, напівовальною, плоскою, угнутою;
- поверхня скоринки може бути гладенькою, нерівною, рівною, горбистою, жорсткою, з тріщинами, підривами або без них;
- за забарвленням скоринка може бути блідою, жовтою, золотисто-жовтою, золотисто-коричневою, світло-коричневою, блідою із сіреним відтінком, попелястою;
- шпаристість м'якушки може бути дрібною, тонкостінною, рівномірною, нерівномірною, товстостінною, крупною;
- еластичність м'якушки – вона може бути еластичною, що швидко відновлює форму від натискання пальцем, малоеластичною, що недостатньо відновлює форму, нееластичною, що погано або зовсім не відновлює форму;
- колір м'якушки може бути білим або білим із жовтим, сіреним відтінками, світлим або світлим із цими ж відтінками, темно-сірим, темним, брудно-жовтим;
- смак хліба повинен бути властивим пшеничному, некислим, непрісним, непересоленим, без ознак гіркоти, стороннього присмаку та хрусту;
- запах хліба повинен бути властивим пшеничному, не мати затхлого та інших сторонніх запахів.

2. Органолептична оцінка хліба, випеченого з борошна досліджуваних зразків пшениці озимої

Сорт пшениці озимої	Поверхня хліба			Показники якості м'якуша				Загальна оцінка, бал
	поверхня скоринки	форма скоринки	колір скоринки	шпаристість	еластичність	колір	смак, запах	
Оржиця	5	4	5	5	5	4	4	4,6
Полтавчанка	5	5	5	5	5	5	5	5
Царичанка	5	4	5	3	4	3	4	4
Зелений гай	4	5	5	3	4	3	5	4,1
Кармелюк	5	4	5	5	4	3	4	4,3
Аріївка	2	3	4	3	4	3	4	3,3
Лютенька	3	4	4	3	5	3	4	3,7
Сагайдак	5	4	5	3	4	3	4	4
Диканька	5	4	5	5	5	5	5	4,9

Проаналізувавши випечений хліб, було виявлено, що всі зразки мають задовільну оцінку за якістю. Найкраща загальна оцінка належить сорту пшениці озимої Полтавчанка (5 балів з 5 можливих за загальноприйнятими стандартами). Ми отримали такі результати: скоринка була гладенька, глянцева, куполоподібна, золотисто-коричневого кольору. Щодо м'якуша, то він еластичний, швидко відновлює форму, білий за кольором, має дрібну, тонкостінну, рівномірну шпаристість та має приємний, специфічний пшеничному хлібу запах.

Хліб, випечений із борошна пшениці озимої сорту Аріївка має тріщинувату поверхню скоринки (2 бали), напівовальну форму (3 бали), світло-коричневого кольору (4 бали). М'якуш малоеластичний, добре відновлює форму (4 бали), має помірно крупну, рівномірну шпаристість (3 бали), за кольором світлий з сіреним відтінком (3 бали), має специфічний пшеничному хлібу запах (4 бали).

Виявлені результати дослідження дають можливість зрозуміти, якими будуть продукти випікання, на що потрібно звернути увагу для досягнення покращення якості хлібобулочних виробів та збільшити продуктивність.

Висновки

1. Безпосередньо сорт пшениці впливає на хлібопекарські властивості борошна, бо має різні технологічні властивості. Досліджені зразки показали досить прийнятні результати для подальшого застосування на виробництві.

2. Найкращі характеристики серед досліджуваних зразків має хліб, виготовлений з борошна пшениці озимої сорту Полтавчанка.

3. Найменша оцінка хлібопекарських властивостей належить хлібу з борошна пшениці озимої сорту Аріївка. Для покращення смакових та фізичних характеристик хліба можна удатися до способу змішання борошна з більш кращими показниками.

Перспективи подальших досліджень. Проводити відбір сортів пшениці озимої вітчизняної селекції та випікання хліба з борошна та порівняння їхніх якісних показників. Рекомендувати використання зразків із найкращими показниками якості зерна та хлібопекарськими властивостями для впровадження у виробництво. Проаналізувати вплив кількості та якості клейковини на якість хлібобулочних виробів.

References

1. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Tatarko, Yu. V., & Antonovskyi, O. V. (2020). Vplyv sortovykh osoblyvostei na yakist zerna pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03 [In Ukrainian].
2. Bona, L., Matuz, J., & Acs, E. (2003). Correlation between screening methods and technological quality characteristics in bread wheat. *Cereal Research Communications*, 31 (1–2), 201–204. doi:10.1007/bf03543268
3. Drobot, V. I. (2002). *Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva*. Kyiv : Lohos [In Ukrainian].
4. DSTU 3768:2010. Pshenytsia. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2010-04-01]. Kyiv, 2010. 14 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy) [In Ukrainian].
5. Havryliuk, M. M. (2003). *Osnovy suchasnoho nasinnytstva*. Kyiv: Ahrar. Nauka [In Ukrainian].
6. Havryliuk, M. M., & Kalenych, P. Ye. (2013). Innovatsiine ta hospodarske znachennia pshenytsi. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu im. V. V. Dokuchaieva. Ser. Roslynnnytstvo, Seleksiia i Nasinnytstvo, Plodoovochivnytstvo*, 9, 36–42 [In Ukrainian].
7. Hospodarenko, H. M., Sukhomud, O. H., & Liubych, V. V. (2012). Vmist kleikovyny v zerni pshenytsi yaroї ta yїi yakist zalezno vid rivnia azotnoho zhyvlennia. *Naukovi Pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 15, 87–91 [In Ukrainian].
8. Hospodarenko, H., & Tkachenko, I. (2014). Yakist pshenytsi spelty zalezno vid osoblyvostei udobrennia azotnymy dobryvamy. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 18, 68–74 [In Ukrainian].
9. Ieremeieva, O. A., Kharchenko, Ye. I., Tkachenko, H. V., & Liubych, V. V. (2020). Khlibopekarski vlastyvoli zerna pshenytsi miakoi z dobavlianniam pshenytsi spelty. *Naukovi Pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 28, 84–92 [In Ukrainian].

10. Kadar, R., & Moldovan, V. (2003). Achievement by Breeding of Winter Wheat Varieties with Improved Bread-Making Quality. *Cereal Research Communications*, 31 (1–2), 89–95. doi:10.1007/bf03543254
11. Kazakov, E. D., & Karpilenko, G. P. (2005). *Biokhimiya zerna i khleboproduktov K 14*. Sankt-Peterburg : GIORД [In Russian].
12. Kovtun, V. I. (2004). Metody i rezultaty selekcii ozimoy pshenicy v Donskom selekcionnom centre. *Zbirnyk Naukovykh Prats Seleksiino-Henetychnoho Instytutu – Natsionalnoho Tsentru Nasinnieznavstva Ta Sortovyvchennia*, 5 (45), 68–90 [In Russian].
13. Larchenko, K. A., & Morhun, B. V. (2010). Oznaky yakosti zerna pshenytsi ta metody yikh polipshennia. *Fiziologiya i Biohimiya Kulturnykh Rastenij*, 42, 6, 463–474 [In Ukrainian].
14. Leonov, O. Yu. (2014). Tekhnolohichni ta khlibopekarski vlastyvyosti zrazkiv pshenytsi miakoi yaroї zalezno vid pokhodzhennia. *Selektsiia i Roslynnytstvo*, 105, 130–140 [In Ukrainian].
15. Oliinyk, S. H., Stepankova, H. V., Samokhvalova, O. V., & Kravchenko, O. I. (2017). *Tekhnolohiia khliba pshenynchoho z produktamy pererobky zarodkiv vivsa ta kukurudzy: monohrafiia*. Kharkiv: KhDUKhT [In Ukrainian].
16. Orlyuk, A. P., & Bazalij, V. V. (1998). *Principy transgressivnoy selekcii pshenicy*. Herson: «Naddnipyanska pravda» [In Russian].
17. Poperelya, F. A. (1989). Polimorfizm gliadina i ego svyaz s kachestvom zerna, produktivnostyu i adaptivnymi svojstvami sortov myagkoj ozimoy pshenicy. *Selektsiya, Semenovodstvo i Intensivnaya Tehnologiya Vozdelyvaniya Ozimoy Pshenicy*, 138–159 [In Russian].
18. Rybalko, A. I., & Toporash, I. G. (2007). Kachestvo Ukrainskoj pshenicy: sostoyanie i problemy. *Hranenie i Pererabotka Zerna*, 9 (99), 30–33 [In Russian].
19. Timiryazev, K. A. (1908). *Nauchnye zadachi sovremennogo estestvoznaniya*. Moskva [In Russian].
20. Vymohy do yakosti zerna pshenytsi, pryznachenoї dlia pomelu. *Otsinka yakosti boroshna*. Retrieved from: <https://allrefrs.ru/3-12834.html> [In Ukrainian].
21. Zhemela, H. P., Bahan, A. V., Barabolia, O. V., Shakalii, S. M., & Chaika, T. O. (2020). Ekolohizatsiia vypikannia pshenynchoho khliba z vykorystanniam khmelevykh zakvasok i spiruliny. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 100–106. doi: 10.31210/visnyk2020.01.11 [In Ukrainian].
22. Zhemela, H. P., Shemavnov, V. I., Mapenych, M. M., & Oleksiuk, O. M. (2005). *Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky produktsii roslynnytstva : navchalnyi posibnyk*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 01.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Вплив сортових особливостей зерна пшениці озимої на якість хлібопекарських властивостей. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 21–27.

*© Бараболя Ольга Валеріївна, Татарко Юлія Валентинівна,
Антоновський Олександр Володимирович, 2020*



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 633.11«324»:57.014:631.53.04/81 |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.03

THE QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN DEPENDING ON SOWING TIME AND FERTILIZATION

Ya. V. Astakhova

ORCID  [0000-0003-1762-9211](https://orcid.org/0000-0003-1762-9211)

State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, 14, Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine
E-mail yana123.astax@gmail.com

How to Cite

Astakhova, Ya. V. (2020). The quality of winter wheat grain depending on sowing time and fertilization. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 28–34.
doi: 10.31210/visnyk2020.04.03

The results of three-year research in the Northern Steppe concerning the influence of sowing time and mineral nutrition on biochemical properties of grain of soft winter wheat varieties (Lastivka Odeska and Holubka Odeska) and hard wheat (Burshtyn) on weed-free fallow and after spring barley are presented in the article. Winter wheat was sown in three periods - September 7, September 22 and October 7. Fertilization variants were the following: 1 – without applying fertilizers (control); 2 – pre-sowing applying fertilizers (on weed-free fallow - $N_{30}P_{60}K_{30}$, after spring barley – $N_{60}P_{60}K_{30}$); 3 – fertilization system (against the background of pre-sowing applying mineral fertilizers on weed-free fallow, additional fertilization at the end of plant tillering stage - N_{30} locally, after spring barley – N_{30} on frozen-thawed soil + N_{30} locally). It has been found that in most variants of the experiment a higher content of protein, crude gluten in the grain and better sedimentation indices among the soft wheat varieties were observed in Lastivka Odeska variety. For Lastivka Odeska and Burshtyn varieties, no clear influence of sowing time on these indices was found. As for Holubka Odeska variety, against all fertilization backgrounds after the stubble predecessor, the largest amount of protein and gluten in grain was formed in the early sowing time (September 7). When sowing in the later periods (September 22 and October 7) these indices naturally decreased. It has been revealed that grain of Burshtyn hard winter wheat variety, in contrast to winter soft varieties, contained more protein and gluten in all fertilization variants. On the whole, the amount of protein in Lastivka Odeska varied on weed-free fallow in the range of 11.99–13.58 %, Holubka Odeska – 11.02–12.62, and in Burshtyn variety – 12.93–14.61 %. After spring barley these indices made 11.47–13.43, 10.68–12.42 and 11.92–14.53 %, respectively. But grain of hard wheat was characterized by low flour sedimentation indices, and gluten was more extensible and weaker than gluten of soft wheat varieties. It has been determined that the maximum values of grain quality indices for all winter wheat varieties were observed at fertilization system, which provided nitrogen additional fertilization of crops in the spring plant vegetation period against the background of pre-sowing application of mineral fertilizers.

Key words: winter wheat, variety, sowing time, fertilization, predecessor, protein, gluten, sedimentation.

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА УДОБРЕННЯ

Я. В. Астахова

Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро, Україна

У статті наведено результати трирічних досліджень в умовах Північного Степу щодо впливу строків сівби мінерального живлення на біохімічні властивості зерна сортів пшениці озимої м'якої (Ластівка одеська та Голубка одеська) і твердої (Буриштин) по чорному пару та після ячменю ярого. Пшеницю озиму висівали у три строки – 7, 22 вересня та 7 жовтня. Варіанти удобрення були такими: 1 – без внесення добрив (контроль); 2 – передпосівне внесення добрив (по чорному пару – $N_{30}P_{60}K_{30}$, після ячменю ярого – $N_{60}P_{60}K_{30}$); 3 – система удобрення (на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив по чорному пару підживлення наприкінці фази куціння рослин N_{30} локально, після ячменю ярого – N_{30} по МТГ + N_{30} локально). Встановлено, що здебільшого у варіантах досліді вищий вміст білка, сирої клейковини в зерні та кращі показники седиментації серед сортів пшениці м'якої відмічали у сорту Ластівка одеська. Для сортів Ластівка одеська та Буриштин не виявлено чітко вираженого впливу строків сівби на ці показники. Для сорту Голубка одеська на всіх фонах живлення після стерньового попередника найбільша кількість білка та клейковини в зерні формувалася у разі раннього строку сівби (7 вересня) та із сівбою в пізніші строки (22 вересня і 7 жовтня) вона закономірно зменшувалася. З'ясовано, що зерно пшениці твердої озимої Буриштин на відміну від сортів м'якої містило більше білка та клейковини за всіх варіантів удобрення. Загалом кількість білка в сорту Ластівка одеська варіювала по чорному пару в межах 11,99–13,58 %, Голубка одеська – 11,02–12,62 %, а у сорту Буриштин – 12,93–14,61 %, після ячменю ярого ці показники становили відповідно 11,47–13,43 %, 10,68–12,42 % та 11,92–14,53 %. Але зерно твердої пшениці характеризувалося низькими значеннями седиментації борошна, а клейковина була більш розтяжною та слабкою порівняно із клейковиною сортів пшениці м'якої. Визначено, що максимальні значення показників якості зерна для всіх сортів пшениці озимої відмічали за такої системи удобрення, яка передбачає на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив азотні підживлення посівів у весняний період вегетації рослин.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, строки сівби, удобрення, попередник, білок, клейковина, седиментація.

Вступ

Пшениця озима є однією з найважливіших стратегічних сільськогосподарських культур як в Україні, так і у світі. Її зерно використовують для борошномельно-круп'яної, хлібопекарської та комбікормової промисловості. Щоб забезпечити продовольчу безпеку держави, перед аграріями постає питання не тільки збільшення валових зборів зерна пшениці, а й поліпшення його якості. Для розв'язання цих завдань потрібно вдосконалювати технологію вирощування пшениці озимої залежно від попередників, обов'язково зважати при цьому на біологічні особливості її сортів.

Одним із важливих елементів технології вирощування пшениці озимої є строк сівби. У разі правильно визначеного строку сівби забезпечується добрий розвиток кореневої системи, вузла куціння та надземної маси рослин [1–4].

Щодо якості зерна, то за даними, наприклад, Г. П. Жемели [5], В. В. Лихочвора [6], а також І. Т. Нетіса [7], до зниження вмісту білка та клейковини в зерні призводить сівба пшениці в ранні строки. І навпаки, вміст білка та клейковини в зерні зростає, якщо сівбу пшениці озимої здійснюють в оптимальні й пізні строки, що пояснюється кращим забезпеченням рослин азотом з огляду на дещо меншу вегетативну масу.

Доведено, що необхідним заходом підвищення урожайності пшениці озимої та поліпшення якості її зерна є застосування мінеральних добрив. Суттєве значення мають азотні добрива [8–15], внесення яких навіть за умови вирощування після непарових попередників, дозволяє одержувати продовольче зерно 2–3-го класу якості [16]. На початку вегетації цей захід сприяє підвищенню інтенсивності росту рослин, накопиченню азотних сполук у вегетативних органах, на наступних етапах розвитку пшениці азотні добрива відіграють важливу роль у формуванні зерна.

Загалом, що стосується доз і строків внесення азотних добрив, то серед учених на це питання немає єдиної точки зору. Результати зарубіжних [17] і вітчизняних [18] досліджень свідчать, що засто-

сування азотних підживлень виправдано у разі низького вмісту цього елементу у ґрунті, а одноразове внесення високих норм як підживлення (180–240 кг/га) є неефективним [19]. Найбільша віддача від добрив спостерігається у разі низьких норм їх внесення, а по мірі збільшення – віддача на кожен додатково внесений кілограм зменшується [7].

Щоб одержати максимальну врожайність зерна пшениці озимої доброї якості, необхідно одночасно з азотними вносити фосфорні й калійні добрива в оптимальних співвідношеннях [5, 20–25]. Кожен кілограм поживної речовини азотних добрив на фоні фосфорних і калійних сприяє підвищенню вмісту білка в зерні на 0,05 % [26].

Водночас, незважаючи на досить вагомі результати попередніх досліджень, потребує більш глибокого вивчення питання формування якості зерна сучасних сортів пшениці озимої залежно від комплексу технологічних прийомів вирощування в умовах змін клімату, а раніше встановлені рекомендації потребують перегляду та оновлення.

Метою досліджень було з'ясувати особливості формування якості зерна сортів пшениці м'якої та твердої озимої залежно від строків сівби та мінерального живлення по чорному пару та після ячменю ярого в умовах Північного Степу.

Завданням досліджень передбачалося дослідити вплив строків сівби при різних варіантах удобрення посівів на якість зерна сортів пшениці озимої з різними біологічними особливостями.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили упродовж 2016–2019 рр. у дослідному господарстві «Дніпро» ДУ Інститут зернових культур, яке відноситься до північної підзони Степу України. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем звичайний малогумусний повнопрофільний. Клімат зони – помірно континентальний, з недостатнім та нестійким зволоженням.

Сіяли пшеницю сівалкою СН-16 суцільним рядковим способом на глибину 5–6 см у триразовій повторності. Ділянки розміщували послідовно систематичним способом. Площа елементарної облікової ділянки 30 м², повторність у досліді – триразова.

Сорти пшениці м'якої озимої Голубка одеська, Ластівка одеська (сильні за якістю зерна) та твердої озимої Бурштин висівали 7, 22 вересня та 7 жовтня після попередників чорний пар та ячмінь ярий. Варіанти підживлень були такими: 1 – без внесення добрив (контроль); 2 – передпосівне внесення добрив (по чорному пару – N₃₀P₆₀K₃₀, після ячменю ярого – N₆₀P₆₀K₃₀); 3 – система удобрення (на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив по чорному пару підживлення наприкінці фази кушіння рослин N₃₀ локально, після ячменю ярого – N₃₀ по МТГ + N₃₀ локально). Всі спостереження та дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій [27–29].

Показники якості зерна визначали за методиками, передбаченими нормативними документами: вміст білка в зерні – на приладі NEOTEC методом інфрачервоної спектроскопії (для калібрування приладу використано значення загального азоту, одержані хімічним методом за К'ельдалем – ГОСТ 10846-91), кількість клейковини – шляхом ручного відмивання у воді (ГОСТ 13586.1-68), індекс деформації клейковини – на приладі ВДК-1, число седиментації – згідно із загальноприйнятими методиками з використанням 2 % розчину оцтової кислоти.

Результати досліджень та їх обговорення

Поживна цінність зерна пшениці, хлібопекарські властивості характеризуються насамперед такими показниками, як вміст білка, кількість та якість клейковини.

За результатами проведених трирічних досліджень було з'ясовано, що в сортів пшениці м'якої озимої Ластівка одеська та Голубка одеська найвищий вміст білка та клейковини в зерні як по чорному пару, так і після ячменю ярого, формувався у варіантах, де на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив проводили весняні азотні підживлення. Причому більше білка по чорному пару в цих сортів відмічали у разі оптимального строку сівби (22 вересня), після ячменю ярого таку ж закономірність на фоні без добрив та у разі передпосівного внесення повного добрива мали для сорту Ластівка одеська, а щодо сорту Голубка одеська, та при різних варіантах удобрення кращою білковістю вирізнялося зерно при ранній сівбі (7 вересня). Варто зауважити, що здебільшого після обох попередників за вмістом білка та клейковини в зерні сорт Ластівка одеська переважав сорт Голубка одеська (табл. 1, 2).

З'ясовано, що мінеральне удобрення посівів позитивно впливало на формування вмісту білка та клейковини в зерні пшениці м'якої озимої при всіх строках сівби. Так, у сорту Ластівка одеська кіль-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

кiсть бiлка у разi передпосiвного внесення комплексного добрива збiльшувалася вiдносно контролю по чорному пару на 0,22–0,45 %, пiсля ячменю ярого – на 0,51–1,04 %, у сорту Голубка одеська вiдповiдно до попередника на 0,46–0,60 та 0,38–0,49 %. Причому по чорному пару кращу реакцiю на таке удобрення спостерiгали у сорту Голубка одеська, а пiсля стерньового попередника – у сорту Ластiвка одеська.

1. Вмiст бiлка в зернi та число седиментацiй в рiзних сортiв пшеницi озимої залежно вiд строку сiвби та удобрення, в середньому за 2017–2019 рр.

Сорт	Строк сівби	Варіант удобрення					
		без добрив (контроль)		передпосівне внесення добрив*		система удобрення**	
		вміст білка в зерні, %	число седи- ментації, мл	вміст білка в зерні, %	число седи- ментації, мл	вміст білка в зерні, %	число седи- ментації, мл
Попередник – чорний пар							
Ластівка одеська	7.09	11,99	38	12,35	39	13,25	48
	22.09	12,68	41	13,13	43	13,58	48
	7.10	12,40	42	12,62	43	13,34	50
Голубка одеська	7.09	11,02	37	11,62	38	12,19	44
	22.09	11,21	39	11,79	40	12,62	44
	7.10	11,07	40	11,53	42	12,05	43
Бурштин	7.09	12,93	15	13,31	17	14,61	18
	22.09	13,42	16	13,69	18	14,52	20
	7.10	13,36	17	13,61	18	14,30	20
Попередник – ячмінь ярий							
Ластівка одеська	7.09	11,47	37	12,51	40	13,43	45
	22.10	11,76	38	12,76	42	13,24	43
	7.10	11,50	39	12,01	41	13,26	43
Голубка одеська	7.09	10,93	37	11,42	39	12,42	42
	22.09	10,85	38	11,25	40	12,08	41
	7.10	10,68	35	11,06	36	11,95	37
Бурштин	7.09	12,69	12	12,71	14	14,41	17
	22.09	12,19	13	12,60	15	13,54	18
	7.10	11,92	13	12,84	15	14,53	17

Примiтки: *Норма мiнеральних добрив у передпосiвне внесення по чорному пару – $N_{30}P_{60}K_{30}$, пiсля ячменю ярого – $N_{60}P_{60}K_{30}$; **На фонi передпосiвного удобрення по чорному пару наприкинцi фази куцiння рослин вносять N_{30} локально; пiсля ячменю ярого – N_{30} по МТГ + N_{30} локально.

Щодо вiмiсту сирої клейковини в зернi, то аналогiчно бiльший прирiст вiд передпосiвного внесення комплексного добрива по чорному пару виявлено у сорту Голубка одеська порiвняно з сортом Ластiвка одеська, пiсля стерньового попередника – навпаки.

При системi удобрення, яка передбачає на фонi передпосiвного внесення комплексного добрива проведення азотних пiдживлень посiвiв пшеницi озимої (по чорному пару – наприкинцi фази куцiння рослин N_{30} локально, а пiсля ячменю ярого – N_{30} по МТГ + N_{30} локально), вiмiст бiлка пiсля обох попередникiв при всiх строках сiвби у сорту Ластiвка одеська був понад 13 %, у сорту Голубка одеська переважно понад 12 %. Прирiст бiлка по вiдношенню до контролю для сорту Ластiвка одеська по пару варiював у межах 0,90–1,26, а пiсля ячменю ярого – 1,48–1,96 %, для сорту Голубка одеська цi показники становили вiдповiдно 0,98–1,41 та 1,23–1,49 %.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Кількість та якість сирової клейковини в різних сортів пшениці озимої залежно від строку сівби та удобрення, в середньому за 2017–2019 рр.

Сорт	Строк сівби	Варіант удобрення					
		без добрив (контроль)		передпосівне внесення добрив*		система удобрення**	
		вміст клейковини в зерні, %	одиниці приладу ВДК-1	вміст клейковини в зерні, %	одиниці приладу ВДК-1	вміст клейковини в зерні, %	одиниці приладу ВДК-1
Попередник – чорний пар							
Ластівка одеська	7.09	21,3	75	22,2	73	24,5	73
	22.09	22,0	55	23,2	65	24,1	56
	7.10	22,1	53	23,1	50	24,8	54
Голубка одеська	7.09	19,2	63	20,7	60	23,3	85
	22.09	19,9	55	21,8	59	24,6	78
	7.10	20,2	60	21,6	61	22,8	53
Бурштин	7.09	22,5	97	23,5	98	26,4	100
	22.09	22,3	97	23,8	100	26,3	97
	7.10	22,7	98	24,6	98	27,6	100
Попередник – ячмінь ярий							
Ластівка одеська	7.09	20,6	65	23,2	67	24,3	69
	22.09	19,6	65	22,7	58	23,4	60
	7.10	19,2	58	21,8	65	23,5	58
Голубка одеська	7.09	18,5	65	20,2	75	23,4	68
	22.09	17,6	63	19,6	53	21,4	73
	7.10	16,8	57	18,7	48	21,3	60
Бурштин	7.09	21,5	98	23,6	98	24,5	98
	22.09	20,9	97	22,5	99	24,0	98
	7.10	20,6	100	23,2	98	25,4	100

Примітки: *Норма мінеральних добрив у передпосівне внесення по чорному пару – $N_{30}P_{60}K_{30}$, після ячменю ярого – $N_{60}P_{60}K_{30}$; **На фоні передпосівного удобрення по чорному пару наприкінці фази куціння рослин вносять N_{30} локально; після ячменю ярого – N_{30} по МТГ + N_{30} локально.

Відомо, що хлібопекарські властивості пшениці тісно пов'язані з таким показником якості, як седиментація (визначається об'ємом осаду, який утворюється внаслідок змішування борошна зі слабким розчином оцтової або молочної кислоти). Чим більша величина осаду з певної наважки борошна, тим хлібопекарські якості зразка кращі. Виявлено, що у варіантах з максимальним насиченням добрив були й найкращі показники седиментації сортів пшениці м'якої озимої. Так, по чорному пару число седиментації борошна цих сортів змінювалося від 43 до 50 мл, після стерньового попередника – від 37 до 45 мл, у контролі (без добрив) значення седиментації були відповідно 37–42 та 35–39 мл.

Встановлено, що зерно пшениці твердої озимої Бурштин на відміну від сортів м'якої містило більше білка та клейковини при всіх варіантах удобрення. Так, у сорту Ластівка одеська кількість білка в зерні по чорному пару варіювала в межах 11,99–13,58 %, Голубка одеська – 11,02–12,62 %, а у сорту Бурштин – 12,93–14,61 %, після ячменю ярого ці показники становили відповідно 11,47–13,43 %, 10,68–12,42 % та 11,92–14,53 %. Але зерно твердої пшениці характеризувалося низькими значеннями седиментації борошна, а клейковина була більш розтяжною та слабкою порівняно з клейковиною сортів пшениці м'якої. Варто зауважити, що внаслідок своїх властивостей зерно твердої пшениці використовується переважно для виготовлення високоякісних макаронних виробів та круп, тоді як м'якої – для вироблення борошна.

Кореляційний аналіз отриманих даних показав, що спостерігалася висока позитивна залежність показників білка та клейковини в зерні різних сортів пшениці озимої, але вона була неоднакової сили. Найбільшим зв'язок між цими двома показниками якості був у сорту Голубка одеська. Як по чорному пару, так і після ячменю ярого коефіцієнт кореляції r для цього сорту становив 0,98.

Висновки

За результатами трирічних досліджень не встановлено чітко вираженого впливу строків сівби на біохімічні показники зерна сортів пшениці озимої Ластівка одеська та Бурштин при вирощуванні в умовах Північного Степу. Водночас для сорту Голубка одеська на всіх фонах живлення після ячменю ярого найбільша кількість білка та клейковини в зерні формувалася у разі раннього строку сівби (7 вересня) та із сівбою в пізніші строки (22 вересня і 7 жовтня) вона закономірно зменшувалася. У сорту пшениці твердої озимої Бурштин на відміну від сортів м'якої формувалося більше білка та клейковини в зерні при всіх варіантах удобрення, але клейковина була більш розтяжною та слабкою, а значення седиментації борошна низькими. Максимальні значення показників якості зерна для всіх сортів пшениці озимої відмічали за такої системи удобрення, яка передбачає на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив азотні підживлення посівів у весняний період вегетації рослин.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень можуть бути використані для оптимізації технологічних прийомів вирощування високоякісного зерна нових сортів пшениці м'якої та твердої озимої в умовах степової зони.

References

1. Gasanova, I. I. (2013). Fundament dlya yakosti. *The Ukrainian Farmer*, 9. Retrived from: <http://www.agrotimes.net/journals/article/fundament-dlya-yakosti> [In Ukrainian].
2. Dergachov, O. L. (2010). Vplyv strokiv sivby ta faktoriv mineralnoho zhyvlennia na khlibopekarsku yakist zerna ozymoi pshenytsi. *Scientific-Technical. Bulletin of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat*, 10, 247–253 [In Ukrainian].
3. Gandjaeva, L. (2019). Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (3), 474–479.
4. Krivenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezede, N. G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, (107), 78–85. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.10
5. Zhemela, G. P., & Musatov, A. G. (1989). *Agrotechnichni osnovi pidvishennya yakosti zerna*. Kyiv: Urozhaj [In Ukrainian].
6. Lykhochvor, V. V. (2006). *Suchasni intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia osnovnykh polovykh kultur*. Lviv: NVF Ukrayinski tekhnolohii [In Ukrainian].
7. Netis, I. T. (2011). *Psheniczya ozima na pivdni Ukrayini: monohrafiia*. Kherson: Oldi-plyus [In Ukrainian].
8. Lykhochvor, V. V. (2004). *Roslynnystvo*. Kyiv [In Ukrainian].
9. Litke, L., & Gaile, Z. (2018). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*, 16 (2), 500–509. doi: 10.15159/AR.18.064
10. Campillo, R., Jobet, C., & Undurraga, P. (2010). Effects of Nitrogen on Productivity, Grain Quality, and Optimal Nitrogen Rates in Winter Wheat cv. Kumpa-INIA in Andisols of Southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (1), 122–131. doi: 10.4067/s0718-58392010000100013
11. Hirzel, J., Matus, I., & Madariaga, R. (2010). Effect of Split Nitrogen Applications on Durum Wheat Cultivars in Volcanic Soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (4), 590–595. doi: 10.4067/s0718-58392010000400009
12. Zecevic, V., Knezevic, D., Boskovic, J., Micanovic, D., & Dozet, G. (2010). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Research Communications*, 38, 243–249.
13. Gasanova, I. I., Yerashova, M. V., & Pedash, O. O. (2019). Vplyv pidzhyvlennia azotom na urozhainist i yakist zerna pshenytsi miakoi ozymoi v pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 3 (1), 77–82 [In Ukrainian].
14. Usova, N. M., Solodushko, M. M., & Romanenko, O. L. (2018). Vplyv poperednykiv ta mineralnoho zhyvlennia na urozhainist i yakist zerna pshenytsi ozymoi. *Zernovi Kultury*, 2 (2), 281–286 [In Ukrainian].
15. Bilousova, Z. V. (2019). Tekhnolohichni vlastyvoli zerna pshenytsi ozymoi zalezno vid dii rehuliatora rostu ta rivnia azotnoho zhyvlennia. *Taurian Scientific Herald*, 110 (1), 19–24. doi: 10.31867/2523-4544/0037 [In Ukrainian].
16. Gasanova, I. I., Kostirya, I. V., Ostapenko, M. A., Ostapenko, S. M., & Bondarenko, N. S. (2012). Zakhody pidvyshchennia urozhainosti ta yakosti zerna pshenytsi ozymoi v umovakh Prysyvashshia. *Biuleten Institutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 2, 98–103 [In Ukrainian].

17. Cao, P., Lu, C., & Yu, Z. (2018). Historical nitrogen fertilizer use in agricultural ecosystems of the contiguous United States during 1850–2015: application rate, timing, and fertilizer types. *Earth System Science Data*, 10 (2), 969–984. doi: 10.5194/essd-10-969-2018
18. Filonenko, T. A. (2015). Zabezpechenist silskohospodarskykh kultur elementamy zhyvlennia ta yikh urozhainist zalezno vid zastosuvannia zrostaiuchykh doz azotnykh dobryv. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 130–137 [In Ukrainian].
19. Gasanova, I. I. Bondarenko, A. S., Poroczka, L. P., & Girka, A. D. (2006). Vplyv zakhodiv ahrotekhniki na yakist zerna ozymoi pshenytsi v pivnichnomu Stepu. *Biuleten Institutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 95–98 [In Ukrainian].
20. Kisil, V. I. (2005). *Agrokhimichni aspekty ekologizaciyi zemlerobstva*. Kharkiv [In Ukrainian].
21. Lisovij, M. V. (2004). Zastosuvannia pidzhyvlennia ozymoi pshenytsi u dva stroky spryiaie pidvyshchenniu urozhainosti i yakosti zerna. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Serija «Agrokhimiya»*, 1, 208–211 [In Ukrainian].
22. Golubchenko, V. F., Lisovij, M. V., & Kulidzhanov, G. A. (2015). Vplyv mineralnykh dobryv na vrozhaunist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v roky z riznoi volohozabezpechenistiu gruntu. *Peredgirne ta Girske Zemlerobstvo i Tvarinnicstvo*, 58 (1), 51–55 [In Ukrainian].
23. Olkhovskij, G. F. (2002). *Ispolzovanie azota nekornevykh podkormok rasteniyami ozimoy pshenicy. Agrokhimiya i gruntoznavstvo*. Kharkiv [In Ukrainian].
24. Sidorenko, A. V. (2012). *Vliyanie nekornevoj podkormki mikroudobreniyami i karbamidom na kachestvo zerna ozimoy pshenicy v usloviyakh czentralnogo Kryma*. Kherson: Ajlant, 57, 68–72 [In Russian].
25. Mostipan, M. I., Shepilova, T. P., & Kovalov, M. M. (2009). Qualitative indicators of winter wheat grain depending on fertilizers and agrostimulin in the northern steppe of Ukraine. *Tavrijskij Naukovyj Visnik*, 110, 120–127 doi: 10.32851/2226-0089.2019.110-1.16 [In Ukrainian].
26. Duda, G. G., Druzhchenko, A. V., & Ivanenko, O. V. (1975). Zalezhnist deiakykh pokaznykiv yakosti zerna ozymoi pshenytsi vid gruntovo-klimatychnykh umov, poperednykiv i udobrennia. *Agrokhimiya i Gruntoznavstvo*, 30, 29–35 [In Ukrainian].
27. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy (5-th ed. rev.)*. Moskva: Ahropromizdat [in Russian].
28. Tsikov, V. S., & Pikush, G. R. (1983). *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh opytov s zernovymi, zernobobovymi i kormovymi kulturami*. Dnepropetrovsk [in Russian].
29. Vovkodav, V. V. (2001). *Metodika derzhavnogo sortoviprobuvannya s.-g. kul'tur*. Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 01.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Астахова Я. В. Якість зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 28–34.

© Астахова Яніна Владиславівна, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 631.82/.85:631.559 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.04

THE INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON SOYA PRODUCTIVITY

O. V. Barabolia*

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

M. Yu. Naidon

S. M. Kononenko

S. H. Korovnichenko

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

*Corresponding author

E-mail: olga.barabolia@ukr.net

How to Cite

Barabolia, O. V., Naidon, M. Yu., Kononenko, S. M., & Korovnichenko, S. H. (2020). The influence of mineral nutrition on soya productivity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 35–44. doi: 10.31210/visnyk2020.04.04

The relevance of combining of phosphate-potassium and nitrogen fertilizers in soybean fertilization system in order to implement its genetic potential has been substantiated in the article. The aim of the study was to establish the optimal reasonable rates of nitrogen fertilizers. The research to study the effectiveness of different quantities of nitrogen fertilizers during soybean cultivation was performed in a temporary experiment with three randomized variant placements. The following mineral fertilizers were used: ammonium nitrate, granular superphosphate and potassium chloride. Phosphate and potassium fertilizers were applied at basic tillage, and nitrogen – at pre-sowing soil cultivation in the spring. Carrying out field experiments, selecting plant and soil samples, observing and studying were conducted according to the recommendations and methodical instructions of recent years. The research results have shown that applying nitrogen fertilizers is the main factor influencing the realization of the genetic potential of soybean productivity and reduces moisture consumption on the formation of yield unit. The application of nitrogen fertilizers (N_{60}) and (N_{90}) at phosphate-potassium background ($P_{60}K_{60}$) allows to reduce moisture consumption on the formation of yield unit by 34–39 % as compared with the variant without fertilizers. The application of nitrogen fertilizers (N_{30-90} at the background of $P_{60}K_{60}$) increases the content of nitrate and ammonium nitrogen in soil layers 0–20 and 20–40 cm in the range from 1.1 to 4.7 %, respectively. Mineral fertilizers had a very positive effect on biometric indicators of soybean plants. The variants, in which nitrogen fertilizers were used at the background of phosphate-potassium fertilizers, were the best ones. There was a tendency to improve the corresponding indicators at increasing the rates of nitrogen fertilizers. On the average, the highest yield of soybean seeds, over the years of the research was 25.5 hundredweight/ha, and it was formed in the variant with applying nitrogen at a rate of N_{90} . The increase, as compared with the variant without fertilizers, was 7.6 hundredweight/ha or 42 %. The difference according to the given indicator on the variants, in which N_{30} and N_{60} were applied, was 1.6 hundredweight/ha. Positive effect after applying mineral fertilizers on soybean seed quality indicators was revealed. The maximum protein content in soybean grain (38.2 %) was found in the variant with applying nitrogen fertilizers at a rate of 90 kg/ha of active substance. The same variant was characterized by its highest yield per unit area – 9.7 hundredweight/ha. The highest fat content (22.0 %) in soybean grain was found in the variant without fertilizers. Improving the conditions of mineral nutrition due to applying nitrogen fertilizers contributed to reducing its content by 20.1 %.

Key words: soybean, fertilizers, phosphate-potassium fertilizers, nitrogen fertilizers, yield.

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

О. В. Бараболя, М. Ю. Найдьон, С. М. Кононенко, С. Г. Коровніченко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано актуальність поєднання в системі удобрення сої фосфорно-калійних та азотних добрив для реалізації її генетичного потенціалу. Метою дослідження є встановити оптимально обґрунтовані дози застосування азотних добрив. Дослідження з вивчення ефективності різних доз азотних добрив під час вирощування сої проводили в тимчасовому досліді з триразовим рендомізованим розміщенням варіантів. Використовувалися такі форми мінеральних добрив: аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, а азотні – навесні під передпосівну культивування. Закладання польових дослідів, відбір рослинних і ґрунтових зразків, спостереження та дослідження проводили згідно з рекомендаціями і методичними вказівками останніх років. Результати досліджень показали, що застосування азотних добрив є головним чинником, що впливає на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сої та дає змогу зменшити витрати вологи на формування одиниці врожаю. Внесення азотних добрив (N_{60}) та (N_{90}) на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$) дозволяє зменшити на 34–39 % витрати вологи на формування одиниці врожаю порівняно з варіантом без добрив. Внесення азотних добрив (N_{30-90} на фоні $P_{60}K_{60}$) збільшує вміст нітратного і амонійного азоту в шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см у межах від 1,1 до 4,7 % відповідно. Мінеральні добрива досить позитивно вплинули на біометричні показники рослин сої. Найкращими виявилися варіанти, де азотні добрива застосовувалися на фоні фосфорно-калійних. Спостерігається тенденція до покращення відповідних показників за умов збільшення дози азотних добрив. Найвища врожайність насіння сої, в середньому за роки проведення досліджень 25,5 ц/га, формується на варіанті із внесенням азоту в дозі N_{90} . Перевищення порівняно з варіантом без добрив становить 7,6 ц/га або 42 %. Розбіжність за цим показником на варіантах, де вносили N_{30} і N_{60} , становить 1,6 ц/га. Виявлено позитивний вплив внесення мінеральних добрив на показники якості насіння сої. Максимальний вміст білка в зерні сої (38,2 %) виявлено на варіанті із внесенням по фоні азотних добрив у дозі 90 кг/га д. р. Цей же варіант характеризувався і найвищим його виходом з одиниці площі – 9,7 ц/га. Найвищий вміст жиру (22,0 %) у зерні сої встановлено у варіанті без внесення добрив. Покращення умов мінерального живлення шляхом внесення азотних добрив сприяло зниженню його вмісту до 20,1 %.

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

Вступ

Україна є основним репродуктором сої в Європі, має багату історію створення сортів, розробки технології вирощування і впровадження на європейському континенті. Останні 10 років площі посівів сої зросли в Україні від 583 тис. га до 1,8 млн га [13]. Основна причина збільшення виробництва сої полягає у високій харчовій та кормовій цінності компонентів її насіння – білка та олії. Обидва ці продукти є важливим джерелом харчування людей, крім того, світове птахівництво і свинарство базуються на згодовуванні соєвого протеїну [12].

До Державного реєстру України на сьогодні занесені понад 90 сортів сої різних груп стиглості, придатних для вирощування в усіх областях. Найкращі з них за оптимальних погодних умов здатні давати врожай на рівні 3,8–4,2 т/га [16]. На жаль, у разі настання посушливих погодних умов їх урожайність знижується до 0,7–0,8 т/га, тому підвищення адаптивних можливостей, особливо стійкості до недостатнього зволоження, залишається одним із найбільш важливих показників, які потрібно покращити шляхом селекції в найближчій перспективі [18].

Головні напрями в селекції сої полягають у збільшенні врожайності та її стабільності у разі зміни умов зовнішнього середовища, створенні генотипів з оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, введенні генів стійкості у новий вихідний матеріал, який створюється шляхом гібридизації, підвищенні адаптивності, покращенні технологічності, тобто придатності до індустриальної технології вирощування, поліпшенні азотофіксувальної здатності [20, 21]. Дуже важливо, щоб усі ці ознаки були наявні в одному сорті, хоча це досить складна справа. Тому часто програма створення нового сорту включає низку етапів і кінцева мета досягається поступовим поліпшенням окремих ознак [23].

Необхідність використання сої в Україні для виробництва насамперед високоякісних харчових продуктів, а також кормових добавок не викликає сумніву. Однак недостатня адаптивна пластичність використовуваного генетичного матеріалу на практиці негативно позначається на зерновій продуктивності культури при нестабільних погодних умовах, якими характеризується більшість регіонів України. Виробничі сорти часто мають порівняно високу чутливість рослин до знижених температур як на ранніх, так і на подальших етапах росту і розвитку, що впливає на їхню здатність формувати повноцінний урожай у несприятливих за температурним фактором умовах [22].

До того ж здебільшого в сортів істотно знижується зернова продуктивність на фоні дії посухи. Умови зрошення також не завжди дозволяють реалізувати потенціал зернової продуктивності [24, 25]. Крім того, реальний збір зерна, як і його якість, нерідко знижуються з причини ураження посівів хворобами [9, 10]. Все це спричиняє різкі коливання урожайності сої за роками та залежно від місця вирощування і є однією з основних причин того, що протягом вже тривалого періоду в нашій державі не відбулося істотного збільшення частки цієї цінної культури у структурі посівних площ [1, 3].

Окрім того, в Україні урожайність сортів сої у виробничих умовах значно нижча від їхньої потенційної можливості, що свідчить про недостатній рівень вивченості особливостей росту й розвитку рослин, формування фотосинтетичних параметрів посівів залежно від поширеності й розвитку хвороб та шкідників, рівня стійкості до посухи та холоду [2, 4]. Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених цим питанням [11, 17, 18–20], з кожним роком проходять випробування та реєстрацію нові сорти, які характеризуються генетичною різноманітністю, але потребують індивідуального оцінювання на стійкість щодо біо- та абіотичних чинників для виявлення джерел стійкості та залучення в сучасні селекційні програми, що і становить актуальність напряду наших досліджень.

Проблема недостатньої кількості виробництва зерна сої полягає в нестабільних площах посіву і використанні не повною мірою біологічної продуктивності сортів, що вирощуються [5–7]. Важливого значення в умовах сьогодення набуває агроекологічне обґрунтування використання технологічних заходів вирощування культури [8], що повинні спрямовуватися на підвищення врожайності і якості насіння в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах і сприяти збільшенню вмісту доступних сполук азоту у ґрунті шляхом азотфіксації [19].

Метою дослідження є встановити оптимально обґрунтовані дози застосування азотних добрив. Для реалізації поставленої мети ми розв'язали такі завдання:

- дослідити запаси продуктивної вологи у ґрунті;
- визначити поживний режим ґрунту;
- виявити реакцію рослин сої на умови мінерального живлення;
- визначити вміст білка і жиру в насінні сої та їхній збір залежно від умов мінерального живлення.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження з вивчення ефективності різних доз азотних добрив під час вирощування сої проводили в тимчасовому досліді. Площа дослідної ділянки складала 120 м², облікової – 80 м², повторення дослідів триразове з рандомізованим розміщенням варіантів. Агротехніка вирощування сої в досліді була загальноприйнятою для регіону. Для закладання дослідів використовували такі форми мінеральних добрив: аміачну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, а азотні – навесні під передпосівну культивування. Закладання польових дослідів, відбір рослинних і ґрунтових зразків, спостереження і дослідження проводили згідно з рекомендаціями і методичними вказівками останніх років.

Відбір та підготовку зразків ґрунту для проведення аналізу проводили згідно з ДСТУ ISO 10381-6-2001. Зразки ґрунту для визначення вмісту елементів живлення в шарі 0–100 см з кроком 20 см відбирали у фазі повних сходів, цвітіння, повної стиглості насіння сої. Хімічні аналізи ґрунту рослин та зерна сої проводили в лабораторії. Висоту рослин вимірювали у 100 типових рослин кожного варіанту дослідів. Площу листової поверхні визначали методом «висічок» за методикою О. О. Ничипоровича зі співавторами (1961). Під час оцінки якості зерна визначали: вміст «сирого» протеїну в зерні сої за методикою Н. І. Третьякова та ін. (1990); вміст «сирого» жиру – згідно з ГОСТом 8756.21–70. Статистичну обробку експериментальних даних проводили дисперсійним методом на персональному комп'ютері за методиками Б. А. Доспехова (1985). Використані методи і методики проведення польових і лабораторних досліджень забезпечили належну точність та достовірність одержаних результатів.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень, які проводились у господарстві було встановлено, що запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см значною мірою залежали від кількості опадів за вегетацію і характеризувались найбільшою її кількістю в період сівби досліджуваної культури. Внесення фосфорних і калійних добрив восени та азотних під передпосівну культивування згідно зі схемою нашого дослідження не впливали на вміст доступної вологи під час сівби. В період цвітіння сої спостерігалась чітка різниця запасів продуктивної вологи між досліджуваними варіантами у разі внесення удобрення. Найбільшу кількість вологи рослини сої споживали для формування врожаю у варіантах із внесенням азотних добрив у дозах 30, 60 і 90 кг д.р./га, різниця між цими варіантами дослідження і варіантом без внесення добрив склала, відповідно 4,9, 7,3 і 8,0 мм.

Аналогічна тенденція зміни запасів доступної вологи під посівами сої залежно від внесення різних доз азотних добрив відповідно до поставлення дослідження спостерігалась і в період повної стиглості зерна сої. Встановлено прямо пропорційну залежність між кількістю добрив і підвищенням ролі умов зволоження посівів досліджуваної культури. Варто відмітити, що добрива інгібують негативний вплив екстремальних погодно-кліматичних умов вирощування.

Найбільше вологи на формування 1 т зерна сої витрачалось у варіанті без внесення добрив – від 127,5 мм до 158,4 мм залежно від погодно-кліматичних умов вегетаційного періоду. За умов покращення фону мінерального живлення рослини сої більш раціонально використовували вологу ґрунту на формування 1 т зерна. У середньому за роки проведення досліджень внесення фосфорних і калійних добрив зменшило кількість витраченої вологи ґрунту на формування врожаю на 15,3 мм/т порівняно з варіантом без внесення добрив. У варіантах з внесенням азотних добрив під культивування в дозах 30, 60 і 90 кг д.р./га на фосфорно-калійному фоні також зменшувались витрати вологи ґрунту на формування врожаю сої, відповідно на 26,1, 32,3 і 39,1 мм/т порівняно з контролем.

Соя характеризується відносно помірними темпами накопичення сухої речовини і засвоєння азоту на ранніх стадіях онтогенезу. Високу інтенсивність указаних процесів спостерігали в період утворення та формування бобів. Аналізуючи динаміку засвоєння азоту рослинами протягом вегетації, відмічено суттєву роль внесених азотних добрив у загальний азотний баланс рослин. Зважаючи на той факт, що засвоєння соєю мінерального азоту уповільнюється на час цвітіння, то в період підвищеної її потреби в азоті єдиним його джерелом був процес симбіотичної азотфіксації, що відбувався досить інтенсивно.

Високі темпи азотфіксації в період репродуктивної фази підтримувались через посилення активності одиниць маси бульбочок, пізніше – шляхом збільшення їхньої маси. У період від початку плодоутворення до наливання насіння в рослини сої надійшло 50–60 % азоту від загальної його кількості, фіксованого бульбочками за вегетаційний період. Тому ріст бобів і наливання зерна здійснювались, головню, шляхом безпосереднього використання фіксованого азоту і ні в жодному разі не шляхом реутилізації раніше накопиченого азоту, фіксованого бульбочками за вегетацію.

Дослідження, проведені в господарстві, свідчать, що вміст нітратного азоту у ґрунті під посівами сої відповідно збільшувався за умови внесення азотних добрив. У середньому за роки проведення досліджень у разі внесення азотних добрив у дозі N_{30} (найменшої кількості) в період фази росту сходів становив у шарі ґрунту 0–20 см – 18,74 мг/кг. Під час збільшення внесення дози азотних добрив ще на 30 кг д.р./га вміст нітратного азоту відповідно зростав ще на 1,2 мг/кг. Водночас вміст нітратного азоту в середньому за роки проведення досліджень під час внесення азотних добрив у дозі N_{90} в період сходів відповідно збільшувався у шарі ґрунту 0–20 см і становив 22,3 мг/кг.

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

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Вміст мінерального азоту у ґрунті на посівах сої (в середньому за 2017–2019 рр.), мг/кг

Варіант досліджу		Фаза росту і розвитку рослин														
		сходи					цвітіння					повна стиглість				
		шар ґрунту, см														
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Без добрив (контроль)		17,6	18,0	15,6	13,8	13,7	15,2	16,2	13,5	13,0	10,8	8,1	8,9	8,6	8,1	7,7
Фон (Р ₆₀ К ₆₀)		17,7	18,4	15,8	14,1	13,8	15,3	16,0	13,3	13,2	10,7	8,2	8,7	8,2	8,0	7,5
Фон+N ₃₀		18,7	19,0	15,7	14,5	14,1	16,3	16,9	13,4	13,5	10,9	9,3	9,7	8,8	8,2	7,9
Фон+N ₆₀		20,2	20,4	15,8	14,4	14,2	17,8	18,4	13,8	13,3	10,8	10,3	10,7	9,2	8,5	8,2
Фон+N ₉₀		22,3	22,3	16,2	14,6	14,0	19,3	20,8	13,1	13,5	10,5	11,2	11,6	9,5	8,7	8,4
НІР ₀₅	2017	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
	2018	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
	2019	1,1	1,3	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5

У період фази цвітіння, в середньому за роки проведених досліджень, показники вмісту нітратного азоту у верхніх шарах ґрунту від 0 до 40 см були дещо нижчими, ніж на початку періоду вегетації, що пояснюється більш інтенсивним використанням азоту рослинами сої. Так, на контролі (без добрив) і на фоні внесення мінерального азоту коливається в межах від 15,2–16,2 мг/кг і до 15,3–16,0 мг/кг відповідно.

Внесення азотних мінеральних добрив, як і в першому варіанті, має досить позитивний вплив на вміст мінерального азоту. За умови внесення азотних добрив у дозі N₃₀ вміст мінерального азоту в шарі ґрунту від 0 до 40 см порівняно з попередніми показниками відповідно збільшився на 1,0–1,1 мг/кг та 0,7–0,9 мг/кг. А саме у разі внесення азотних мінеральних добрив у відповідній дозі 30 кг д.р./га не спостерігалось достовірного підвищення вмісту досліджуваної форми азоту.

Більш достовірне підвищення вмісту мінерального азоту у ґрунті спостерігається на варіантах сої, де вносили азотні мінеральні добрива в більших дозах а саме від 60 і до 90 кг д.р./га. В цьому разі перевищення показника мінерального азоту відповідно до контролю та фону удобрення було в межах 2,2–4,6 мг/кг.

Отже, як свідчать отримані дані, починаючи з шару ґрунту 40–60 см і аж до шару 80–100 см внесення азотних мінеральних добрив не мало особливо значного впливу на підвищення форм азоту, що відповідно ми досліджували. Різниця на цих варіантах не перевищувала межу 0,1–0,4 мг/кг (табл. 1).

У період від повного наливу насіння до повної фази стиглості сої спостерігалась відповідна тенденція до зменшення вмісту рухомих сполук азоту в метровому шарі ґрунту, в результаті чого засвоєння азоту рослинами і мікроорганізмами зменшувалась. Значення цього показника на всіх без винятку варіантах досліджу суттєво зменшилось майже в декілька разів порівняно з періодом фази сходів рослин сої, або трійчатого листка. Істотний вплив мінеральних азотних добрив на вміст мінерального азоту у ґрунті спостерігається на варіантах з дозою 60 і 90 кг д.р./га. Достовірне підвищення вмісту досліджуваної форми азоту від внесення азотних добрив в дозі N₃₀ спостерігається лише у верхніх шарах ґрунту, тобто не глибше 40 см.

У середньому за роки проведення досліджень шляхом внесення мінеральних добрив у дозі N₃₀ підвищення вмісту азоту було лише у верхніх шарах ґрунту від 0 до 40 см. Найбільший його вміст, що спостерігався в цих шарах ґрунту, було виявлено при внесенні азотних добрив у дозі N₉₀.

Найбільш чіткі зміни кількості вмісту мінерального азоту на посівах сої залежно від дози внесення азотних мінеральних добрив спостерігались у шарах ґрунту від 0–20 до 20–40 см. У середньому за роки проведення досліджень найменший вміст мінерального азоту в шарах ґрунту від 0 до 40 см в усі періоди спостережень встановлено у варіантах без внесення мінеральних добрив та з внесенням P₆₀K₆₀. Так, у фазу сходів сої або 3-й трійчастий листок, його вміст відповідно перебував у межах від 17,6–18,0 до 17,7–18,4 мг/кг. Необхідно визначити, що в роки проведення досліджень суттєве збільшення вмісту мінерального азоту у варіанті Фон+N₃₀, порівняно з варіантом контролю, не виявлено. Найкращий азотний

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

режим ґрунту під посівами сої створювався при внесенні N_{90} , збільшення азоту в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см становило відповідно 3,1–4,7 мг/кг ґрунту залежно від варіанту досліду.

Дослідження продуктивності рослин сої вказують на позитивний вплив мінеральних добрив на основні елементи структури врожаю культури. Реакція рослин досліджуваної сої на умови вирощування відображається насамперед на висоті рослин. Ростові процеси характеризують значною мірою продуктивність рослин, оскільки вони пов'язані з наростанням листової поверхні, накопиченням надземної маси.

Як свідчать отримані у процесі замірів дані таблиці 2, застосування мінеральних добрив має позитивний вплив на збільшення висоти рослин сої. Низькорослі (54,3 см) рослини формуються на варіанті без добрив (контроль). Застосування мінеральних добрив (фон), як і внесення азотних мінеральних добрив у дозі 30 кг д.р./га має незначний вплив на збільшення висоти рослин. Різниця між контролем і цими варіантами становить 2,6 см і 4,2 см відповідно.

2. Продуктивність рослин сої залежно від застосування азотних добрив (у середньому за 2017–2019 рр.)

Варіанти	Висота рослин, см		Кількість на одну рослину, шт.			Маса насінин з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
	загальна	прикріплення нижніх бобів	гілок	бобів	насінин		
Без добрив (контроль)	54,3	8,7	1,6	12,4	22,7	3,11	137,2
Фон ($P_{60}K_{60}$)	56,9	9,2	1,7	15,5	29,6	4,35	146,8
Фон+ N_{30}	58,5	10,1	1,8	18,4	34,5	5,11	148,1
Фон+ N_{60}	64,4	10,3	1,9	19,9	35,7	5,17	147,5
Фон+ N_{90}	66,2	11,7	гілок	20,6	37,0	6,30	148,8
HP_{05}	3,6	0,8	0,11	0,8	2,3	0,22	7,4

Достовірне збільшення висоти рослин сої спостерігається на варіантах від внесення азотних добрив у дозі N_{60} і N_{90} . У цьому разі висота рослин збільшилася порівняно з контролем на 10,1 см і 11,9 см. Відповідно, розбіжностей між варіантами, де вносили азотні добрива, за висотою рослин сої не спостерігається.

Здебільшого втрати врожаю насіння вирощеної сої під час збирання визначаються висотою прикріплення нижніх бобів. За даними таблиці 2, найнижчим цей показник був на ділянках без внесення добрив (контроль) – 8,7 см. На цьому ж варіанті спостерігається і найменша (54,3 см) висота самої рослини сої.

Застосування мінеральних добрив має позитивний вплив на формування відповідного показника продуктивності рослин сої. Особливо істотного значення висота прикріплення нижнього бобу сої набуває за умови застосування підвищеної дози азотних мінеральних добрив. У разі внесення доз N_{30} ; N_{60} і N_{90} висота прикріплення нижніх бобів порівняно з контролем збільшувалася на 1,4 см; 1,6 см і 3,0 см. Між досліджуваними варіантами використання азотних добрив не виявлено істотного впливу на збільшення висоти прикріплення нижнього бобу.

Щодо інших показників структури врожайності сої, то, як свідчать дані таблиці 2, внесення мінеральних добрив мало позитивний ефект на формування гілок порівняно з контролем. Найбільш істотний вплив на формування гілок відмічається на варіантах з внесенням азотних добрив. У цьому випадку спостерігається тенденція до збільшення кількості гілок за умови підвищення дози азоту. Найбільша кількість бобів сформувалася на варіанті, де на фоні вносили азот у дозі 60 кг/га д.р. На нашу думку, це пов'язано з тим, що підвищена доза азотних мінеральних добрив мала більший вплив на формування вегетативної маси, що вплинуло на зменшення кількості бобів.

Відповідно, проаналізувавши дані таблиці, варто відмітити, що деяке зменшення кількості бобів на варіанті з дозою N_{90} компенсується кількістю насінин, яка формується на рослині. Тут значення показника перебуває на рівні 37,0 шт., тоді як на контролі формувалося лише 22,7 шт., а на варіанті з фосфорними і калійними мінеральними добривами (фон) 29,6 шт. (табл. 2). Внесення азотних мінеральних добрив у дозі N_{30} і N_{60} не мало істотного впливу на формування кількості насінин відповідно з однієї рослини порівняно з фоном.

Це, своєю чергою, як свідчать дані таблиці 2, мало позитивний вплив на формування такого показника, як маса насіння з однієї рослини. В цьому випадку спостерігається тенденція до збільшення

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

маси насінин з однієї рослини сої на варіантах, де збільшувалася його кількість. Так, найбільша маса насінин становила (6,30 г) з однієї рослини і формувалася на варіанті із внесенням азоту в дозі 90 кг/га д.р. Зменшення норм азоту на 30 кг/га д.р. знизило масу насінин на 1,33 г, а на 60 кг/га д.р. – на 1,39 г, відповідно значення цього показника продуктивності на контролі і фоні коливалося в межах 3,11–4,35 г.

Водночас варто відмітити, що найбільша маса 1000 насінин у досліджуваних рослин сої була сформована на варіанті із внесенням азоту в дозі N_{60} і становила 147,5 г. Практично на однаковому рівні (148,8–148,1 г) була маса 1000 насінин на варіантах дослідів з мінімальною і максимальною дозою азоту, що досліджувалися.

Величина асиміляційної поверхні сої також зростала з покращенням умов мінерального живлення насамперед азотного, як шляхом внесення мінеральних добрив, так і інокуляції. Так, у фазу гілкування залежно від дії досліджуваного фактора площа листової поверхні зростала на 4–17 %, цвітіння –

9–27, повної стиглості – 8–24 % порівняно з контролем.

Встановлено, що мінеральні добрива сприяли кращому формуванню врожайності насіння сої (табл. 3).

3. Урожайність насіння сої залежно від удобрення, ц/га

Варіант досліджу	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середня за три роки
Без добрив (контроль)	18,5	16,2	19,1	17,9
Фон ($P_{60}K_{60}$)	21,3	17,5	21,2	20,0
Фон+ N_{30}	24,6	18,9	22,8	22,1
Фон+ N_{60}	26,8	19,8	24,6	23,7
Фон+ N_{90}	29,0	21,0	26,4	25,5
NP_{05}	0,9	0,6	1,0	

Як свідчать дані, у варіанті без внесення добрив (контроль) урожайність насіння сої в середньому за роки проведення досліджень становила 17,9 ц/га, коливаючись у межах від 16,4 ц/га 2018 року до 19,6 ц/га 2019 року. Шляхом унесення фосфорних і калійних добрив врожайність, в середньому за роки проведення досліджень, підвищилася на 1,3 ц/га.

Вплив азотних добрив на фосфорно-калійному фоні в дозах N_{30} , N_{60} , N_{90} підвищували відносну врожайність насіння сої. Так, у першому випадку урожайність культури сої порівняно з контролем підвищилася в середньому на 2,9 ц/га або на 13 %. Збільшення дози азотних добрив до 60 кг/га д.р. дещо підвищило збір насіння сої з одного гектару на 28 %, що становило 4,7 ц/га. Найвищий ефект застосування азотних добрив під посіви сої спостерігається на варіанті, де вносились найвища доза азотних добрив. У цьому дослідженні урожайність культури сої коливалась у межах 20,8–24,8 ц/га. Отже, застосування азотних добрив у дозі N_{90} підвищило відповідно урожайність насіння сої на 38 % порівняно з контролем; на 23 % порівняно з фоном і на 13 % та 6 % відповідно з варіантами азотних добрив у дозах N_{30} , N_{60} .

Водночас, зазначимо, що спостерігається істотна різниця з урожайності між варіантами, які ми досліджували. Пояснити збільшення урожайності насіння сої за умови підвищення доз азотних добрив можна тим, що насіння перед сівбою не оброблялося інокулянтном, а у ґрунті була наявна незначна кількість бульбочкових бактерій, які формуються на коренях цієї бобової культури. Через це в рослин сої погіршується азотфіксація, характерна для бобових культур, і тому збільшується кількість азоту, який рослина буде використовувати з ґрунту. Як свідчать наші дані, застосування фосфорно-калійних добрив не розв'язує проблеми азотного живлення, тому застосування азотних добрив має позитивний результат.

Як свідчать дані з таблиці 4, застосування мінеральних добрив спричинило зміну не тільки врожайності, але й мало вплив на якість насіння сої. Покращення умов азотного живлення досліджуваної сої позитивно впливало на збільшення вмісту білка в насінні (табл. 4). У разі внесення азотних мінеральних добрив його вміст зростав на 0,7–2,4 пункти відовідно порівняно з контролем (34,1 %). Це означає що, цей варіант характеризувався і найменшим збором білка – 7,16 ц/га.

Збільшення вмісту білка в насінні досліджуваної сої, яке спостерігається на інших варіантах дос-

лідження з використанням мінеральних добрив, особливо азотних, що впливають на формування білка в насінні сої, в поєднанні зі збільшенням урожайності, відповідно, це вплинуло і на збільшення збору білка, який становив 7,32 ц/га на фоні і 7,30 ц/га; 8,8 ц/га та 9,7 ц/га на варіантах за дозою азотних добрив N₃₀, N₆₀, N₉₀ відповідно до схеми досліджу.

4. Вміст білка і жиру в насінні сої та їхній збір залежно від внесення азотних добрив під посів сої, 2017–2019 рр.

Варіант досліджу	Вміст білка, %	Збір білка, ц/га	Вміст жиру, %	Збір жиру, ц/га
Без добрив (контроль)	35,8	7,16	21,4	3,6
Фон (P ₆₀ K ₆₀)	36,6	7,32	18,5	4,0
Фон+N ₃₀	36,5	7,30	18,6	4,2
Фон+N ₆₀	37,3	8,80	19,4	4,7
Фон+N ₉₀	38,2	9,70	20,2	5,1

Як свідчать дані, отримані в результаті проведення лабораторного визначення вмісту білка, збору білка, вмісту жиру та збору жиру (табл. 4), внесення азотних добрив зменшувало вміст жиру в насінні сої на 1,2–2,8 пункти порівняно з варіантом без добрив (контроль): на контролі цей показник становить 21,4 %. На цьому ж варіанті спостерігається і найменший збір жиру 3,6 ц/га.

Як свідчать отримані дані, у разі внесення мінеральних добрив P₆₀K₆₀ вміст жиру в насінні зменшився на 2,9 % порівняно з контролем, а збір збільшився відповідно на 0,4 ц/га, головне, цей показник змінювався через збільшення урожайності.

Аналогічна ситуація спостерігається і на варіантах із внесення різних доз азотних добрив. Крім того, потрібно відмітити тенденцію зменшення вмісту жиру зі збільшенням дози азоту. Так, на дослідних ділянках, де вносили 30 кг д.р./га азотних добрив, відповідно вміст жиру в насінні сої порівняно з контролем зменшився на 2,8 пункти, а збільшення дози мінеральних добрив до 60 і 90 кг/га д.р. зменшило цей показник на 2,0 % та 1,2 % відповідно. Водночас зменшення вмісту жиру в насінні сої не вплинуло на збір. Як свідчать отримані дані з таблиці 4, найбільший збір жиру відмічений на досліджуваних ділянках, де вносили підвищений вміст азоту (N₉₀). Головне, це пов'язано не стільки із вмістом жиру в насінні, а зі збільшенням продуктивності рослин сої цих варіантів, що і відіграло позитивну роль на кінцевий результат – збір жиру з одного гектару.

Як свідчать результати проведеного експерименту, найбільший вплив на якісні показники насіння сої був у варіанті фон+N₉₀. Відмітимо, що застосування лише фосфорно-калійних добрив забезпечувало одержання майже такої ж кількості білка і жиру, як і на варіанті фон+N₃₀.

Висновки

1. Внесення азотних добрив (N₆₀) та (N₉₀) на фосфорно-калійному фоні (P₆₀K₆₀) дає змогу зменшити на 34–39 % витрати вологи на формування одиниці врожаю порівняно з варіантом без добрив.
 2. Внесення азотних добрив (N₃₀₋₉₀ на фоні P₆₀K₆₀) збільшує вміст нітратного і амонійного азоту в шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см у межах від 1,1 % до 4,7 % відповідно.
 3. Мінеральні добрива досить позитивно вплинули на біометричні показники рослин сої. Найкращими виявилися варіанти, де азотні добрива застосовувалися на фоні фосфорно-калійних. Спостерігається тенденція до покращення відповідних показників за умови збільшення дози азотних добрив.
 4. Найвища врожайність насіння сої, в середньому за роки проведення досліджень 25,5 ц/га, формується на варіанті із внесенням азоту в дозі N₉₀. Перевищення порівняно з варіантом без добрив становить 7,6 ц/га або 42 %. Розбіжність за цим показником на варіантах, де вносили N₃₀ і N₆₀, становить 1,6 ц/га.
 5. Виявлено позитивний вплив внесення мінеральних добрив на показники якості насіння сої. Максимальний вміст білка в зерні сої (38,2 %) під час проведення наших досліджень виявлено на варіанті із внесення по фоні азотних добрив у дозі 90 кг/га д.р. Цей же варіант характеризувався і найвищим його виходом з одиниці площі – 9,7 ц/га.
 6. Найвищий вміст жиру (22,0 %) в зерні сої встановлено у варіанті без внесення добрив. Покращення умов мінерального живлення шляхом внесення азотних добрив сприяло зниженню його вмісту до 20,1 %.
- Рекомендується за відсутності передпосівної інокуляції насіння сої вносити під час вирощування бобової культури азотні добрива на фоні фосфорно-калійних, що дозволить забезпечити високу уро-

жайність.

Перспективи подальших досліджень. Щорічні зміни природно-кліматичних умов потребують збереження вологості ґрунту для вирощування сої, отже актуальними є дослідження внесення азотних добрив під насіння сої з різними строками стиглості.

References

1. Artemenko, S., & Kramarov, S. (2014). Inkrustatsiia – efektyvnyi zakhid pidvyshchennia produktyvnosti soi. *Propozytsiia*, 12, 70–72 [In Ukrainian].
2. Babych, A. (2007). Novi sorty soi i perspektyvy vyrobnytstva yikh v Ukraini. *Propozytsiia*, 4, 46–49 [In Ukrainian].
3. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2014). Nevykorystanyi potentsial soi. *Fermer*, 12 (60), 46–47 [In Ukrainian].
4. Babych, A., & Poberezhna, A. (2000). Soia – holovna bilkovo-oliina kultura svitovoho zemlerobstva. *Propozytsiia*, 4, 42–45 [In Ukrainian].
5. Bernard, R. L. (1983). Soybean germplasm, breeding, and genetic activities in the United States. *Soybean research in China and the United States: Proc. First China [USA soybean symposium and working group meeting]*. USA.
6. Carter, J. T. E., Gizlice, Z., & Burton, J. W. (1993). Coefficient – of – parentage and genetic – similarity estimates for 258 North American soybean cultivars released by public agencies during 1945–88. *Technical Bulletin U. S. Department of Agriculture*, 1814, 76.
7. 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
8. Gorb, O., Yasnolob, I., Chayka, T., Zoria, O., Dugar, T., & Shvedenko, P. (2020). Ecological-agrochemical land evaluation and classification under organic farming. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 6 (46), 1588–1595. doi: 10.14505/jemt.v11.6(46).29
9. Hunter, M., Jabrun, Plm., & Byth, D. (1980). Response of nine soybean lines to soil moisture conditions close to saturation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 20 (104), 339. doi: 10.1071/ea9800339
10. Holberg, S. F. (1956). Sojabeen adaptation in Sweden. *World Crops*, 8 (3), 50–54.
11. Kandel, Y. R., Wise, K. A., Bradley, C. A., Tenuta, A. U., & Mueller, D. S. (2016). Effect of planting date, seed treatment, and cultivar on plant population, sudden death syndrome, and yield of soybean. *Plant Disease*, 100, 1735–1743.
12. Kobak, S. Ya., Serevetnyk, O. V., & Chorna, V. M. (2017). Oboviazkovyi element tekhnolohii vyroshchuvannia soi – bakteryzatsiia. *Ahrobiznes Sohodni. Tekhnolohii Sohodni*, 4, 62–65 [In Ukrainian].
13. Lotysh, I. I. (2017). Formuvannia ploshchi lystkovoї poverkhni posiviv soi zalezno vid sortu, sposobu sivby ta normy vysivu v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1–2, 167–171. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.33 [In Ukrainian].
14. Mesterhazy, A. (1996). Breeding for resistance to Fusarium head blight of wheat. *Fusarium Head Scab: Global Status and Future Prospects*. Mexico.
15. Muehlbauer, F. J., & Kraft, J. M. (1976). Evidence of heritable resistance to Fusarium solani f. sp. pisi and Pythium ultimum in peas. *Crop Science*, 1, 34–36.
16. Seleksiya y henetyka soy: Napravleniya y metody selektsyy. Retrieved from: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=487 [In Russian].
17. Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229–232.
18. Shevnikov, M. Ya., Lotysh, I. I., & Halych, O. P. (2015). Osoblyvosti rozvytku soi zalezno vid strokiv sivby v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 14–17. doi: 10.31210/visnyk2015.04.03 [In Ukrainian].
19. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2014). Yakisni pokaznyky nasinnia soi zalezno vid vplyvu mineralnykh i bakterialnykh dobryv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 25–29. doi: 10.31210/visnyk2014.04.04 [In Ukrainian].
20. Shevnikov, M. Ya., Milenko, O. H., & Lotysh, I. I. (2018). Urozhainist sortiv soi zalezno vid

elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 15–21. doi: 10.31210/visnyk2018.03.02 [In Ukrainian].

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

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

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

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

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

Стаття надійшла до редакції 03.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононеко С. М., Коровніченко С. Г. Вплив мінерального живлення на продуктивність сої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 35–44.

© Бараболя Ольга Валеріївна, Найдьон Марія Юріївна,
Кононеко Сергій Миколайович, Коровніченко Сегрій Геннадійович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.34: 631.527: 631.53.01(477.5) |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.05

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF SOYBEAN SEED BREEDING IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

L. H. Biliavska*
Yu. V. Biliavskiy
O. S. Shapoval
S. S. Panchenko

ORCID  [0000-0003-3856-7718](https://orcid.org/0000-0003-3856-7718)
ORCID  [0000-0002-8909-5127](https://orcid.org/0000-0002-8909-5127)

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

*Corresponding author

E-mail: Bilyavska@ukr.net

How to Cite

Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Shapoval, O. S., & Panchenko, S. S. (2020). Current state and prospects of soybean seed breeding in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 45–52. doi: 10.31210/visnyk2020.04.05

The article presents the analysis results of the current state of soybean production. Soybean yields in Ukraine have varied between 1.7–2.4 t/ha in recent years (2012–2020). In 2018, there were 138 varieties in the official circulation on seed market in Ukraine. Advanced foreign breeding companies, the portfolio of their modern varieties and prospects for expanding the sown areas under them have been presented. Ukrainian varieties, their genetic potential and yield level in the conditions of insufficient moistening in the Forest-Steppe of Ukraine have been indicated. Changing weather conditions require breeders to select varieties, which are better adapted to certain cultivation conditions, have definite economically valuable characteristics and provide a profitable yield level. Under insufficient moistening, the using of early ripening and very early ripening varieties is relevant. According to the results of the analysis of 17-year meteorological observations it has been established that the climatic characteristics of Poltava region have become more arid. The dynamics of gross soybean yield in Poltava region (2002–2018) has been analyzed taking into account the precipitation amount during the growing season (the 4th – 8th months). Leading Ukrainian seed companies ATK, “Prograin Ukr”, “Astarta-Kyiv”, “Agro-firm-Obrii”, “Zakhidnyi Buh” have been mentioned. The best foreign and national companies producing soybean seed in Ukraine have been identified (2017–2018). Such companies as Soievyi vik, ISGP of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, ISG SZ of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, and Poltava State Agrarian Academy of the Ministry of Education and Science of Ukraine have a high rating among the Ukrainian selection centers. But the share of their varieties in the production is gradually decreasing each year. In 2010–2012, the share of soybean areas under varieties of Poltava State Agrarian Academy selection in Poltava region was 4.8–10.4 % of the total areas. At present, under market transformations and innovative processes in the agro-industrial complex, there are problems concerning further strategy of developing and increasing the effectiveness of the national system of seed breeding in Ukraine. The number of certified soybean seed growing farms has significantly decreased in this country. So, there have been only 7 such farms in Poltava region in 2020. On “Hryha” seed growing farm, according to the results of ecological variety testing, it has been established that the varieties bred at Poltava State Agrarian Academy (Adamos, Almaz, Aleksandryt) are highly competitive with the best foreign varieties such as Alligator (2.97 t/ha),

ES Navigator (3.07 t/ha), RZhT Stumpa (3.19 t/ha), Furio (2.92 t/ha). A certification model, equal conditions and opportunities have been created for all seed producers in Ukraine. Establishing the status of producer of seeds as a valuable commercial product for further distribution on the Ukrainian market and export to foreign markets has been guaranteed for all seed producers (Ukrainian and foreign).

Key words: soybean, varieties, selection, company, seed breeding system, production, yield, law, seed categories.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ НАСІННИЦТВА СОЇ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський, О. С. Шаповал, С. С. Панченко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведено результати аналізу сучасного стану виробництва сої. Урожайність сої останніми роками в Україні змінюється в межах 1,7–2,4 т/га (2012–2020 рр.). В офіційному обігу на насіннєвому ринку України 2018 року було 138 сортів. Представлено передові зарубіжні селекційні компанії, портфоліо їхніх сучасних сортів і перспективи збільшення посівних площ під ними. Зазначено українські сорти, їхній генетичний потенціал та рівень урожайності в умовах недостатнього зволоження Лісостепу України. Зміна погодних умов у просторі вимагає від селекціонерів створення сортів, які краще адаптовані до певних умов вирощування, мають певні господарсько-цінні ознаки та формують економічно вигідний рівень врожайності. В умовах недостатнього зволоження актуальним є використання скоростиглих та дуже скоростиглих сортів. За результатами аналізу 17-річних метеоспостережень встановлено, що кліматичні характеристики Полтавської області стали більш посушливими. Проаналізована динаміка показників валових зборів сої в Полтавській області (2002–2018 рр.) на тлі кількості опадів за вегетацію (4-й–8-й місяці). Відмічені провідні українські насінницькі компанії А.Т.К., «Прогрейн Укр», «Астарта-Київ», «Агрофірма-Обрій», «Західний Буг». Визначено кращі зарубіжні та національні компанії-виробники насіння сої в Україні (2017–2018 рр.). Показано, що серед українських селекціонерів високий рейтинг мають компанії Соевий вік, ІСГП НААН, ІСГ СЗ НААН та ПДАА МОН. Але частка, їхніх сортів у виробництві з кожним наступним роком поступово зменшується. 2010–2012 рр. частка площ сої під сортами селекції ПДАА в Полтавській області складала 4,8–10,4 % від загальної. На сьогодні в умовах ринкових перетворень та інноваційних процесів у агропромисловому комплексі залишаються проблеми з подальшою стратегією розвитку та підвищення ефективності національної системи насінництва в Україні. Кількість паспортизованих господарств із виробництва насіння сої в Україні значно зменшилася. Наприклад, у Полтавській області 2020 року лише 7 господарств. У насіннєвому господарстві «Грига» за результатами екологічного сортовипробування встановлено, що сорти ПДАА (Адамос, Алмаз, Александрит) складають достойну конкуренцію кращим зарубіжним сортам: Алігатор (2,97 т/га), ЕС Навігатор (3,07 т/га), РЖТ Стумпа (3,19 т/га), Фуріо (2,92 т/га). Для суб'єктів насінництва в Україні створено модель сертифікації, рівні умови та можливості для всіх суб'єктів насінництва (національних і зарубіжних), гарантовано підтвердження їхнього статусу виробника насіння як вартісного комерційного продукту для подальшого поширення на ринку України і виведення на зовнішні ринки.

Ключові слова: соя, сорти, селекція, компанія, система насінництва, виробництво, врожайність, закон, категорії насіння.

Вступ

Соя – стратегічна та високорентабельна культура. Суттєве зростання посівних площ і валових зборів свідчить про її надзвичайно важливу роль у світі та аграрному секторі України [1, 2]. За останні 50 років світове виробництво сої зросло в дев'ять разів. Цьому сприяло створення нових більш врожайних сортів і покращення технології виробництва й переробки [3–5]. Розвиток інфраструктури країни призвів до активізації світової торгівлі, що дало можливість агровиробникам реалізовувати готову продукцію на нові ринки [6–8]. Світове виробництво сої збільшується, а незмінними лідерами залишаються США, Бразилія, Аргентина, які 2016/2017 рр. зібрали рекордні 286 млн т сої, що становить 82 % світового виробництва. Також до провідних виробників сої відносять Китай (12,3 млн т), Індію (11,5 млн т) та Парагвай (10,3 млн т) [9–11].

Сталі тенденції до зростання обсягів сої та її виробництва, постійний попит на культуру в агрови-робників, зміна кліматичних умов в сторону потепління, значні успіхи селекції у створенні скорости-глих сортів сприяють підвищенню її актуальності та гарантованого виробництва, особливо в зоні Лі-состепу України [12–15]. Зацікавленість вітчизняних аграріїв у вирощуванні сої пояснюється гарними можливостями її збуту до країн ЄС, Єгипту, Туреччини [16].

Досягнути гарантованого виробництва сої можливо завдяки добре організованій та ефективно функціонуючій системи насінництва. Сучасний стан розвитку насінництва сої свідчить про наявність проблем, які набувають динамізму та потребують поглибленого дослідження та обґрунтування шляхів їх розв’язання. Але на сьогодні в умовах ринкових перетворень та інноваційних процесів у агропро-мисловому комплексі залишаються проблеми з подальшою стратегією розвитку та підвищенням ефективності національної системи насінництва в Україні [17].

Метою наших досліджень передбачалося розглянути та проаналізувати сучасний стан системи насінництва сої, її проблеми та тенденції. Вивчити сортовий склад сої в системі насінництва зони Лі-состепу України.

Завдання дослідження. Зважаючи на вищевикладене, було поставлене завдання – провести аналіз та оцінювання перспективних сортів сої, їх насінництво у виробничих умовах господарства.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження були проведені в умовах ФГ «Грига» Полтавського району Полтавської області про-тягом 2017–2019 рр. Ґрунт поля дослідної ділянки – чорнозем опідзолений легкосуглинковий. Кисло-тність ґрунту слабо-кисла (рН 6,0). Загальна площа ділянки – 25,0 м². Повторність досліду – трихкра-тна. Спостереження, обліки та аналізи в досліді проводили згідно із загальноприйнятими методиками [18]. Екологічне сортопробування перспективних вітчизняних і зарубіжних зразків включало 21 сорт. Визначали головні кількісні та якісні показники і придатність сортів для введення у систему насінництва господарства. Використані загальноприйняті методи та методики: наукові, спеціальні, лабораторні та математично-статистичні. Обробку даних здійснювали на ПК (програми Microsoft Office, MS Excel 7.0 та Statistica 6,0) згідно з Б. О. Доспеховим [19].

Результати досліджень та їх обговорення

Основні площі посівів сої в Україні (2008–2015 рр.) зосереджені в «соевому поясі» (Київська, Хмельницька, Вінницька, Полтавська, Черкаська, Кіровоградська, Житомирська, Сумська, Херсонсь-ка області) [1, 3, 9, 20]. Урожайність сої останніми роками в Україні коливається в межах 1,7–2,4 т/га (2012–2020 рр.) (рис. 1).

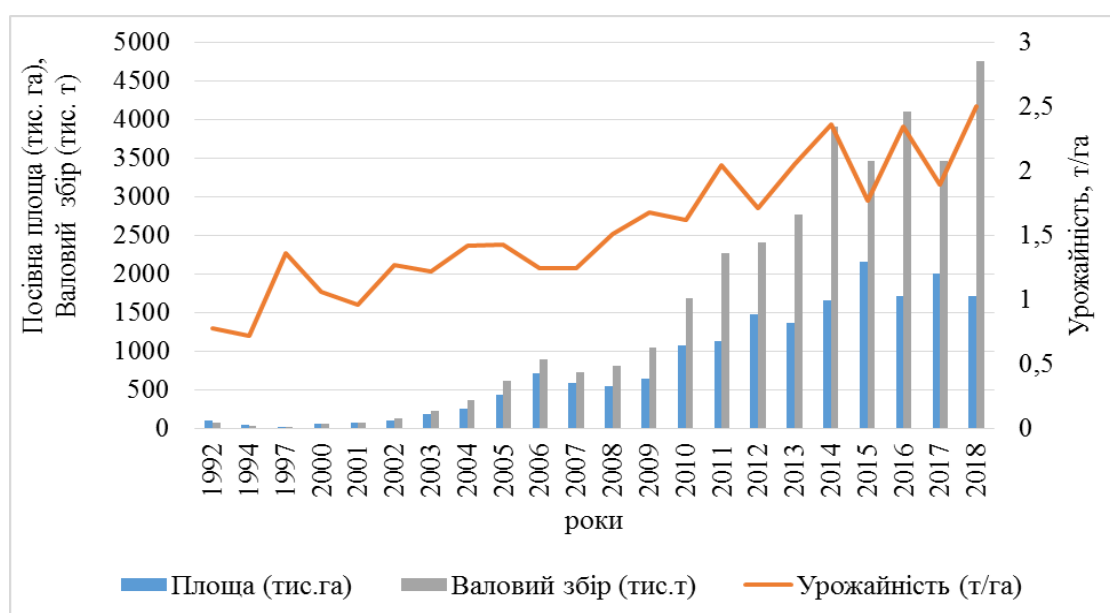


Рис. 1. Динаміка виробництва, валовий збір і урожайність сої в Україні, 1992–2018 рр. [15, 20]

Починаючи з 2016 року українські аграрії надають перевагу сортам сої іноземної селекції. В офіційному обігу на насіннєвому ринку України 2018 року їх було 138 сортів. Окреми зарубіжні сорти характеризуються високою адаптацією до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. 2018 р. засіяли соєю 1,7 млн га. Через збільшення середньої врожайності (2,58 т/га) відбулося скорочення посівних площ. Зібрано 4,46 млн т сої, що на 14,4 % більше, ніж 2017 р. Найбільші площі сої 2018 року були зафіксовані в Полтавській, Хмельницькій, Київській та Сумській областях. 2019 року аграрії зібрали 3,699 млн т сої. Середня врожайність сої склала 2,29 т/га.

Найбільший відсоток скорочення посівних площ під соєю відмічено в Луганській області (на 59,1 % менше, ніж 2017 р.), Дніпропетровській (47,7 %), Миколаївській (43,2 %), Харківській (36,5 %), Одеській (29 %) та Кіровоградській областях (27,3 %), а також і в інших регіонах. Головною причиною цього суттєвого скорочення площ під соєю є доповнення до Закону України № 2245-VIII від 21 грудня 2017 року, відповідно до яких з 1 вересня 2018 року до 31 грудня 2021 року скасовується бюджетне відшкодування ПДВ (НДС) при експорті соєвих бобів [21]. Це досить жорстко знизило ціни на сою, посівні площі у країні та фактичне використання традиційних сортів. Ці «скасування» вже призвели до відмови вирощування традиційних (вітчизняних) сортів і використання нетрадиційних, витрати на які нижче, ніж у 2 рази. І це жорстко впливає на ефективність вітчизняної системи насінництва.

В Україні з вітчизняних насінницьких корпорацій до крупних відносять компанію А.Т.К. (більше 3 тис. га посівних площ), «Прогрейн Укр.» (1,51 тис. га), «Астарта-Київ» («Астарта Селекція», 937,6 га), «Агрофірма-Обрій», «Західний Буг» [22]. Відсоток інших компаній рейтингу складає 3,8–2,4 %.

Також кращі виробники насіння сої в Україні за період 2017–2018 рр. [23] серед зарубіжних і вітчизняних компаній надані на рис. 2.



Рис. 2 Селекційні компанії та наукові установи, що мають максимальну частку серед виробників насіння сої в Україні, 2017–2018 рр. [23]

Серед вітчизняних селекцентрів високий рейтинг мають лише 4 насіннєві компанії: Соевий вік, ІСТП НААН, ІСГ СЗ НААН та ПДАА МОН. Але їх частка з кожним наступним роком поступово зменшується. Наприклад, 2010–2012 рр. частка площ сої селекції ПДАА в Полтавській області складала 4,8–10,4 % від загальної в області.

Варіюванню показників валових зборів сої в Полтавській області сприяли погодні умови [12, 24] (рис. 3). За останні 15 років кількість опадів за вегетаційний період (4–8 місяці) коливалась у межах 220–430 мм, за виключенням 2017 року – лише 120 мм. Середня багаторічна сума опадів за цей вегетаційний період складала – 268 мм (відповідно, по місяцях 40 мм, 51 мм, 60 мм, 71 мм, 46 мм). Аналіз агрометеорологічних даних свідчить, що за 17 років спостережень кліматичні характеристики Полтавської області стають більш посушливими. Зміна погодних умов у просторі вимагає від селекціонерів добору сортів, які краще адаптовані до таких умов вирощування, мають особливі

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

господарсько-цінні ознаки та формують відповідний високий врожай. У цьому випадку при недостатньому зволоженні важливе значення мають скоростиглі та дуже скоростиглі високопродуктивні сорти.

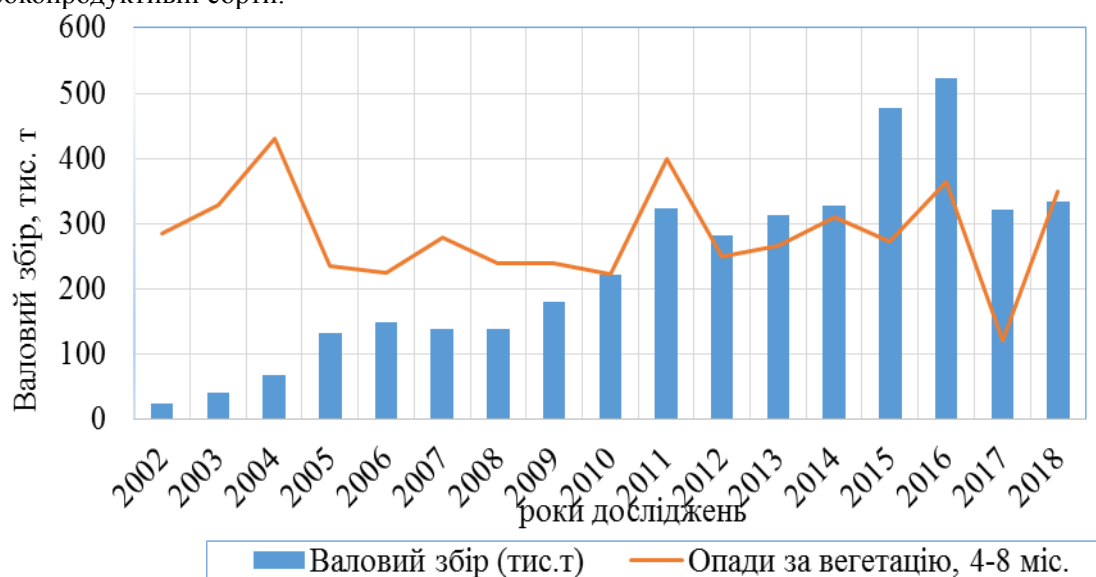


Рис. 3. Динаміка показників валових зборів сої в Полтавській області (2002–2018 рр.) на тлі кількості опадів за вегетацію (4–8 місяці)

За даними Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [5], було проаналізовано динаміку врожайності сортів сої за період 2010–2017 рр. Максимальну урожайність (вище за 5 т/га) в розрізі сортів мали лише 5 зразків: сорт «Sigalia» (Франція) – 5,4 т/га, «Kofu» (Канада) – 5,03 т/га, «Естафета» (Україна, 2011 р.) – 5,07 т/га, «Терек» (Україна, 2011 р.) – 5,06 т/га та сорт «Авантюрин» (Україна, 2013 р.) – 5,11 т/га. Також 2013 р. сорт «Аквамарин» показав урожайність 4,62 т/га [25].

У програмі насінництва головне за селекцією сортів, їхньою оцінкою та реалізацією розмноженого насіння, обробка і зберігання, контроль якості та маркетинг. Ця система об'єднує ланки з виведення (селекції), випробування (Державне сорто випробування), районування нових сортів, масового їхнього розмноження і заготівлі сортового насіння, здійснення контролю за сортовими (апробація) і посівними (насінневий контроль) якостями насіння.

Тривожним є той факт, що зменшується кількість державних підприємств, які займаються виробництвом насіння сої, адже саме на ці підприємства покладена відповідальність за виконання державних замовлень та завдань у сфері насінницької діяльності. На сьогодні кількість паспортизованих господарств з виробництва насіння сої в Полтавській області значно зменшилася. Їхня кількість 2020 році становить лише 7. Ці господарства здійснюють виробництво кондиційного насіння для забезпечення повної потреби в ньому сільськогосподарських виробників товарного зерна і заготівлі його в насінневі фонди. Так, Україна увійшла до складу виробничо-наукової системи асоціації «Насіння» країн СНД, а також прийнята у члени Міжнародної асоціації з контролю за якістю насіння (ІСТА). Введення в Україні сортової сертифікації на насіння за схемами ОЕСР, яка розповсюджується на всі держави-члени цієї організації, члени ООН та СОТ, що приєдналися до Схем, та видання єдиних сортових документів на насіння дасть змогу Україні повноправно брати участь у міжнародній торгівлі насінням.

Для суб'єктів насінництва в нашій країні створено модель сертифікації, рівні умови та можливості для всіх компаній-виробників (вітчизняні й іноземні), гарантовано підтвердження їхнього статусу виробника продукції та вирощеного насіння як вартісного комерційного продукту для подальшого поширення на ринку України і виведення на зовнішні ринки [26].

У господарстві ФГ «Грига», яке є філіалом виробничої практики студентів ПДАА МОН України проводять такі дослідження (рис. 4): відбір елітних рослин; аналізування елітних рослин; закладання розсаднику випробування родин 1 року; закладання розсаднику випробування родин 2 року; прове-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

дення обліків та спостережень у РВ-1 і РВ-2; збирання кращих родин; відбір кращих родин РВ-1 і РВ-2 за результатами спостережень та обліків; відбір та оцінювання елітних рослин сортів Адамос, Александрит.



Рис. 4 Елементи ведення насінництва в господарстві, 2018–2019 рр.:

А – ділянки первинного насінництва сортів сої; Б – розсадник розмноження родин першого року (РВ-1)

У ФГ «Грига» щорічно проводять екологічне сортовипробування сучасних сортів сої, де вивчають їхню господарську придатність та насінневу продуктивність (табл.).

Урожайність сучасних сортів сої в екологічному сортовипробуванні (ФГ «Грига», 2018–2019 рр.)

Сорт	Назва заявника	Екологічне сортовипробування					
		2018 рік		2019		середнє	±до *стандарту
		вологість насіння, %	урожайність, т/га	вологість насіння, %	урожайність, т/га	урожайність, т/га	
Александрит*	ПДАА	11,7	3,02	7,5	2,64	2,83	-
Антрацит	ПДАА	10,7	2,95	6,8	2,30	2,63	-0,2
Адамос	ПДАА	11,5	2,98	7,1	2,97	2,98	+0,15
Авантюрин	ПДАА	11,2	2,97	7,6	2,43	2,70	-0,13
Алмаз	ПДАА	11,0	2,93	7,3	2,76	2,85	+0,02
Аквамарин	ПДАА	11,3	2,58	7,6	2,93	2,76	-0,07
Голубка	ІЗ НААН	12,4	3,10	9,5	2,99	3,05	+0,22
Муза	ІЗ НААН	11,9	2,76	9,0	2,84	2,80	-0,03
Алігатор	Євраліс Семанс	13,2	3,04	9,4	2,90	2,97	+0,14
ЕС Навігатор	Євраліс Семанс	15,0	3,20	8,8	2,93	3,07	+0,24
ЕС Гладіатор	Євраліс Семанс	14,5	2,48	9,6	2,91	2,70	-0,13
РЖТ Шуна	РАЖТ	13,9	3,04	9,0	2,50	2,77	-0,06
РЖТ Стумпа	РАЖТ	14,1	3,19	9,2	3,19	3,19	+0,36
Сайдіна	РАЖТ	14,8	2,84	9,5	2,52	2,68	-0,15
Фуріо	Семенсес Прогрейн	15,1	2,92	10,0	2,92	2,92	+0,09
Брюненсіс	Семенсес Прогрейн	15,3	2,91	9,9	2,87	2,89	+0,06
НІР ₀₅		2,1	0,2	0,6	0,2	0,2	-

*Примітки: ** – посухостійкий скоростиглий сорт Александрит (стандарт).

Отримані дані свідчать, що сорти ПДАА (Адамос, Алмаз, Александрит) є цілком конкурентоспроможними зарубіжним сортам. Досить важливим при збиранні врожаю є вологість насіння, яка у вітчизняних сортів завжди на 2–3% нижче, ніж у зарубіжних. Високу врожайність за роки спостережень показали сорти Алігатор (2,97 т/га), ЕС Навігатор (3,07 т/га), РЖТ Стумпа (3,19 т/га), Фуріо (2,92 т/га).

Висновки

Налагодження системи насінництва у країні сприяє зростанню потенціалу національного виробництва сої, а також залученню додаткових інвестицій у розвиток селекційної галузі. Вітчизняне насінництво має великі резерви для подальшого підвищення його ефективності. Їх реалізація потребує оптимізації окремих ланок і системи насінництва загалом з погляду економічної ефективності виробництва зерна. Відбувається зменшення кількості виробництва насіння сої традиційних сортів, порушуються пропорції виробництва окремих генерацій насіння, зменшується кількість паспортизованих господарств, що зменшує конкуренцію на ринку насінництва у країні й може призвести до монополії зарубіжних насінневих компаній. Виникає потреба підвищення конкурентоспроможності сортів вітчизняної селекції.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому доцільно продовжити дослідження з поширення вітчизняних сучасних сортів сої та їх насінництва в умовах Лісостепу України, зважаючи на їхню високу конкурентну здатність.

References

1. Babych, A., Kolisnyk, S., Poberezhna, A., & Niemtsov A. (2000). Rozmishchennia posiviv i tekhnologhiia vyroshchuvannya soi v Ukraini. *Propozytsiia*, 5, 38–40 [In Ukrainian].
2. Adamen, F. F., Verhunov, V. A., Lazer, P. N., & Verhunov, Y. N. (2006). *Ahrobyolohycheskye osobennosti vozdeluvaniia soy v Ukraini*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
3. Livandovskiy, A. A., Shved, V. D., & Klochko, A. A. (2017). Perspektivy vyrobnytstva soi v umovakh Chernihivshchyny. *Svitovi roslynni resursy: stan ta perspektivy rozvytku. III Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia prysviachena 15-richchiu stvorennia UIESR*. Kyiv [In Ukrainian].
4. Kazakova, I. V., & Kondratiuk, N. V. (2015). Efektyvnist vyrobnytstva soi ta rozvytok rynku soievykh produktiv v Ukraini i sviti. *Efektivna Ekonomika*, 5. Retrived from: [www. economy.nayka.com.ua](http://www.economy.nayka.com.ua) [In Ukrainian].
5. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2019 rik*. Retrived from: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin/> [In Ukrainian].
6. Kernasiuk, Yu. (2017). Rynok soi: rozvytok, tendentsii i prohnozy. *Ekonomichnyi hektar*. Retrived from: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/8978-rynok-soi-rozvytok-tendentsii-i-prohnozy.html> [In Ukrainian].
7. Berbenets, O. V. (2019). Svitove vyrobnytstvo soi yak nevycherpnoho dzhherela bilkiv roslynnoho pokhodzhennia ta mistse Ukrainy na svitovomu rynku torhivli neiu. *Ahrosvit*, 10, 41–45. doi: 10.32702/2306-6792.2019.10.41 [In Ukrainian].
8. Svitovyi rynek soi: yaki tendentsii i khto holovnyi. Retrived from: <https://www.td-sv.com/world-soya-market/> [In Ukrainian].
9. Rynok sortiv soi v Ukraini. "Ynfoindustryia" 2018.10. Retrived from: <http://infoindustria.com.ua/rinok-sortiv-soyi-v-ukrayini> [In Ukrainian].
10. FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization United Nations*. Retrived from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
11. *Ten Countries With Largest Soybean Production World leaders in soya production based on annual data released by FAOSTAT, the USA leads the way, followed by Brazil, 2018*. Retrived from: <https://www.worldatlas.com/articles/worldleaders-in-soya-soybean-production-bycountry.html>.
12. Biliavska, L. H., & Biliavskiy, Yu. V. (2020). Adaptivnyi potentsial sortiv soi v umovakh zminy klimatu. «Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyly dlia ahrarnoi nauky ta osvity»: zbirnyk tez III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Kyiv [In Ukrainian].
13. Bilyavska, L. G., Belyavskiy, Yu. V., & Diyanova, A. O. (2019). High-adaptive sort of soy Aquamarine. *Nauka i obrazovanye v usloviakh tsyvilizatsyonnykh izmeneniy: materialy I Mezhdunarodnoi*

nauchno-praktycheskoi konferentsyy (30 oktiabria 2019 hoda). Polsha, h. Lodz. Łódź: Nowa nauka.

14. Beliauskaya, L. (2017). The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*, 15 (2), 247–251. doi:10.1016/j.aasci.2017.05.003

15. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Retrived from: <http://www.ukrstat.gov.ua> [In Ukrainian].

16. Tymchenko, V. N. (2012). Soievedennia v Ukraini. *Posibnyk Ukrainskoho Khliboroba*, 2, 110–112 [In Ukrainian].

17. Malakhovskiy, D. V. (2012). Stan problemy rozvytku nasinnystva zernovykh kultur v Ukrainy. *Ahrosvit*, 4, 38–43 [In Ukrainian].

18. Kobyzieva, L. N., Riabchun, V. K., Bezuhla, O. M., Drepina, T. O., Drepin, I. M., Potomkina, L. M., Sokol, T. V., Bozhko, T. M., Sadovoi, O. O., Biliavska, L. H. (2004). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu Glycine max. (L.) Merr. Complete unified classifier Glycine max (L.) Merr.* Kharkiv [In Ukrainian].

19. Dospikhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezul'tatov yssledovanyi)*. Moskva: Ahropromyzzdat [In Russian].

20. Soia – stan ta perspektyvy rozvytku. *Ministerstvo aharnoï polityky ta prodovolstva Ukrainy*. Retrived from: <http://minagro.gov.ua/node/3950> [In Ukrainian].

21. Byznes pryzuvaet vosstanovyt spravedlyvye uslovyia konkurentsyy na runke soy y rapsa v Ukrainy (ot 13.05.2020 r.). (2020). «*Ahro Perspektyva*». Kyev. Retrived from: <https://www.agroperspektiva.com/ru/news/179217> [In Russian].

22. TOP-10 proyzvodytelei semian soy v Ukrainy. Retrived from: <https://latifundist.com>rating>top-10-proizvoditelej-semyan> [In Russian].

23. TOP-10 vyrobnykiv nasinnia soi (2017–2018 rr). Retrived from: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1501276> [In Ukrainian].

24. Krakovska, S. V., Hnatiuk, N. V., Shpytal, T. M., & Palamarchuk, L. V. (2016). Proektsii zmin pryzemnoi temperatury povitria za danymy ansamblu rehionalnykh klimatychnykh modelei u rehionakh Ukrainy v XXI stolitti. *Naukovi Pratsi Ukrainskoho Naukovo-Doslidnoho Hidrometeorolohichnoho Instytutu*, 268, 33–44. [In Ukrainian].

25. Vaskivska, S. V., Orlenko, N. S., Tkachyk, S. O., & Khudolii, L. V. (2018). Osoblyvosti formuvannia rynku soi kulturnoi v Ukraini. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (4), 422–430. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151911 [In Ukrainian].

26. Derzhavnyi reiestr subiektiv nasinnystva ta rozsadnytstva na 2020 rik. Kyiv. Retrived from: <https://agro.me.gov.ua/storage/app/uploads/public/5f2/d0a/bb0/5f2d0abb03e71933845769.pdf> [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 05.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Шаповал О. С., Панченко С. С. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 45–52.

© Білявська Людмила Григорівна, Білявський Юрій Вікторович,
Шаповал Олександра Станіславівна, Панченко Сергій Сергійович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | 633.15:631.51.021 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.06

GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF SWEET CORN DEPENDING ON THE TYPES OF BASIC TILLAGE

S. V. Masliiov*

Y. S. Masliiov

N. A. Tsygankova

V. S. Rudakov

ORCID  [0000-0001-9297-7414](https://orcid.org/0000-0001-9297-7414)

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

*Corresponding author

E-mail: msv.lug@gmail.com

How to Cite

Masliiov, S. V., Masliiov, Y. S., Tsygankova, N.A., & Rudakov, V. S. (2020). Growth, development and yield of sweet corn depending on the types of basic tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 53–60. doi: 10.31210/visnyk2020.04.06

The most important problem of modern agricultural production is the study and implementation of effective tillage methods. They protect soil from wind and water erosion, optimize soil living conditions of plants, increase fertility and provide the formation of stable high-quality crops. It especially concerns the Steppe zone of Ukraine where Luhansk region is located. The purpose of our research was to examine the main types of tillage, substantiate recommendations for improving the elements of technology in cultivating such row crop as sweet corn. The influence of basic and pre-sowing tillage on the formation of sweet corn yield was studied in field experiments conducted from 2017 to 2019. We considered the main types of tillage such as plowing to a depth of 20–22 cm, subsurface soil cultivation to a depth of 20–22 cm and shallow tillage with a disc cultivator at 10–12 cm. These tillage techniques make the soil fine, increase nutrient cycle, reduce weeds and cover fertilizers and crop residues to the required depth. Consequently such measures help to create conditions for receiving good harvest of sweet corn in future. Plowing at 20–22 cm in combination with several pre-sowing cultivations ensured the formation of the maximum yield. During the wet years the yield of sweet corn ears reached 10.0–12.0 t/ha and during the arid years it was 6.50–7.00 t/ha. Subsurface tillage to the same depth did not give positive results. The yield of sweet corn was 6.58–9.62 t/ha on average or 0.66–0.95 t/ha less than at plowing. When carrying out shallow tillage 10–12 cm deep, the yield of sweet corn ears was even less – 6.11–8.99 t/ha. The highest yield of sweet corn ears was obtained at plowing and three pre-sowing soil cultivations. Replacing plowing with subsurface loosening or fine tillage and reducing the number of pre-sowing soil cultivations from three to one led to a reduction in the yield of sweet corn ears.

Key words: sweet corn, basic tillage, pre-sowing soil cultivation, plowing, subsurface tillage, disc cultivator tillage, yield.

РІСТ, РОЗВИТОК І ВРОЖАЙНІСТЬ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ*С. В. Маслійов, Є. С. Маслійов, Н. А. Циганкова, В. С. Рудаков*

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Старобільськ, Луганська обл., Україна

Найважливішою проблемою сучасного сільськогосподарського виробництва є вивчення і впровадження ефективних методів обробітку ґрунту. Вони захищають ґрунт від вітрової та водної ерозії, оптимізують ґрунтові умови життя рослин, підвищують родючість і забезпечують формування стійких урожаїв високої якості. Особливо це стосується зони Степу України, у якій знаходиться Луганська область. Метою наших досліджень було розглянути основні види обробітку ґрунту, обґрунтувати рекомендації щодо вдосконалення елементів технології при вирощуванні такої просапної культури, як цукрова кукурудза. У проведених польових дослідках впродовж 2017–2019 років вивчено вплив основного та допосівного обробітку ґрунту на формування врожаю цукрової кукурудзи. Ми розглянули такі основні види обробітку ґрунту як: оранка на глибину 20–22 см, плоскорізний обробіток ґрунту на 20–22 см та мілкий обробіток дисковим луцильником на 10–12 см. Указані прийоми обробітку забезпечують набуття ґрунтом дрібногрудочкового стану, підсилення кругообігу поживних речовин, зменшення бур'янів, загортання на необхідну глибину добрив і рослинних решток, а в подальшому створення умов в отриманні гарного врожаю цукрової кукурудзи. Оранка на 20–22 см у поєднанні з декількома допосівними культивациями забезпечувала формування максимального врожаю. У вологі роки урожай качанів цукрової досягав 10,0–12,0 т/га, а в посушливі відповідно – 6,50–7,00 т/га. Плоскорізний обробіток ґрунту на ту ж глибину не давав позитивних результатів. Урожай цукрової кукурудзи в середньому досягав 6,58–9,62 т/га, або на 0,66–0,95 т/га менше, ніж по оранці. При проведенні дрібного обробітку ґрунту на 10–12 см урожай качанів цукрової кукурудзи був ще менший – 6,11–8,99 т/га. Найвищий урожай качанів цукрової кукурудзи отримано на варіантах оранки і трьох допосівних культиваций. Заміна оранки плоскорізним розпушуванням або дрібним обробітком і зменшення кількості допосівних культиваций з трьох до однієї приводила до зниження врожаю качанів цукрової кукурудзи.

Ключові слова: цукрова кукурудза, основний обробіток ґрунту, передпосівний обробіток ґрунту, оранка, плоскорізний обробіток, обробіток дисковим луцильником, урожай.

Вступ

За універсальністю використання та масштабами поширення кукурудза належить до найважливіших продовольчих, кормових і технічних культур світового землеробства. Зерно використовується на продовольчі (20 %), технічні (15–20 %) і на фуражні (60–65 %) цілі [1, 2].

Посіви кукурудзи займають у світі близько 185 млн га. Найбільші площі налічуються у США. В Україні за площею посіву кукурудза посідає третє місце (4691,3 тис. га) після пшениці озимої (5898 тис. га) та соняшнику (5212,2 тис. га) [3].

Валовий збір зерна кукурудзи у світі становить 1017,54 млн т. На продовольчі цілі використовується від 20 до 35 %. Середньорічне споживання кукурудзи в Україні на душу населення змінюється від 2,5–3,5 до 9–12 кг залежно від регіону [4].

Збільшення об'ємів виробництва продукції рослинництва можливе лише за умови впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Важливим елементом технології вирощування кукурудзи є основний обробіток ґрунту. Залежно від способу і глибини обробітку змінюються показники агрофізичного стану ґрунту, його вологості, поживного режиму. Заходи з обробітку ґрунту впливають на фітосанітарний стан і забур'яненість посівів. Завданням обробітку є також забезпечення захисту ґрунту від водної та вітрової ерозії, створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, формування високих урожаїв [5, 6].

Дослідження щодо впливу основного обробітку ґрунту в технологіях вирощування кукурудзи на зерно проводилися в різних ґрунтово-кліматичних умовах. В опублікованих працях вказується чітка позиція, що вибір способу основного обробітку повинен бути обґрунтованим. Він має забезпечувати збереження родючості ґрунтів, зменшення втрат поживних речовин, високу врожайність, економію пального та енерговитрат, обов'язково враховувати останні наукові дослідження і рекомендації вчених [7, 8].

Американські вчені (штат Огайо) 2002 року на мулових важкосуглинкових ґрунтах досліджували

ефективність нульового та осіннього глибокого способів основного обробітку під зернову кукурудзу (попередник – пшениця). Якщо густота рослин перед збиранням врожаю була в межах 58 тис./га, то врожайність зерна дорівнювала 6,98 та 6,72 т/га. Суттєвої різниці між досліджуваними системами основного обробітку ґрунту не виявлено.

У науково-дослідних установах України проведені численні дослідження щодо ефективності безполіцевого обробітку в технологіях вирощування кукурудзи зубовидного і кременистого підвидів з використанням плоскорізальних і чизельних знарядь.

У довготривалих (1985–2005 рр.) стаціонарних дослідках у зонах Степу і Лісостепу [9] заміна оранки на 25–27 см плоскорізним обробітком на таку ж глибину не впливала негативно на агрофізичні властивості ґрунту і урожайність зерна кукурудзи.

Заміна оранки безполіцевим обробітком призводила до зменшення врожайності зерна кукурудзи в дослідках в Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва [10]. На 0,29 т/га знизилася середня урожайність зерна кукурудзи у разі заміни оранки на 25–27 см плоскорізним обробітком на таку ж глибину в польових дослідках, які проводили на Кіровоградській дослідній станції [11]. Основною причиною зменшення врожайності є підвищення забур'яненості посівів.

Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в різні роки вивчали на Єрастівській дослідній станції [12, 13]. Після пшениці озимої середня за роки досліджень урожайність зерна кукурудзи по оранці на 25–27 см і плоскорізнму обробітку на таку ж глибину була практично однаковою.

У системі технологічних заходів вирощування цукрової кукурудзи найважливішу роль відіграють прийоми обробки ґрунту, що передбачають створення оптимальних умов для формування стійких урожаїв кукурудзи з високими технологічними та харчовими якостями [14–16].

Серед безлічі показників для цукрової кукурудзи важливе значення мають терміни проходження фаз росту і етапів розвитку рослин в онтогенезі і настання молочного стану зерна цукрової кукурудзи [17–19].

Різні види обробітку ґрунту крім зазначених цілей мають великі матеріальні витрати. Зростання цін на енергоносії вимагає динамічного впровадження перспективних ресурсощадних технологій. Добре відомі класичні системи обробітку на основі оранки, але маловідомими залишаються такі системи обробітку, як консервувальний та мульчувальний. Тому ефективність способів основного та допосівного обробітку ґрунту на ріст, розвиток і формування врожаю цукрової кукурудзи залишаються недостатньо вивченими.

Метою наших досліджень було встановити ефективні способи основного обробітку ґрунту для вирощування та формування стійких урожаїв цукрової кукурудзи, обґрунтувати рекомендації щодо вдосконалення основного обробітку в умовах східної частини Степу України.

Для досягнення поставленої мети передбачалося розв'язати такі *завдання*:

- провести спостереження за фазами розвитку рослин цукрової кукурудзи залежно від прийомів обробітку ґрунту;
- встановити вплив основного та допосівного обробітку ґрунту на тривалість фаз розвитку цукрової кукурудзи;
- визначити види обробітку ґрунту, які забезпечували формування найбільшого врожаю цукрової кукурудзи.

Матеріали та методи досліджень

Експериментальні дослідження виконували протягом 2017–2019 рр. на навчально-науковій базі агрономічного профілю Луганського національного університету імені Тараса Шевченка та в умовах фермерського господарства «Венера-2005» Старобільського району Луганської області.

Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні на лісових породах з товщиною гумусового шару 65–80 см. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрнімом) – 3,8–4,2 %, валового азоту – 0,21–0,26 %, рухомого фосфору – 84–115 мг/кг і обмінного калію (за Чиріковим) – 81–120 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була нейтральною або слаболужною. Об'ємна маса шару ґрунту 0–30 см – 1,30–1,35 г/см³, загальна шпаруватість – 49–51 % [20].

Кукурудза у валовому зборі зернових в Україні посідає друге місце серед зернових культур, поступившись озимій пшениці. Цінність кукурудзи визначається як високим рівнем продуктивності, так і біохімічним складом зерна – це білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни. Із зерна кукурудзи, після заводської переробки, виготовляють багато цінних харчових продуктів. Середньорічне споживання кукурудзи на душу населення в багатьох країнах перевищує 28–32 кг. У світі найпоши-

ренішими підвидами кукурудзи, які застосовуються на харчові цілі, є цукрова, розлусна, зубоподібна та кремениста [21–26].

Висівали простий міжлінійний ранньостиглий гібрид Спокуса, оригінатор – ДУ Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України м. Дніпро, 2007 року внесений до Державного реєстру сортів рослин. Напрямок використання – столовий. Рослина висотою 170–180 см. Висота прикріплення качана 50–55 см. Качан довжиною 16–18 см, конусоподібної форми. Кількість рядів зерен 16–18, зерен у ряду 36–38. Вага кондиційного качана 180–200 г. Вихід кондиційних качанів 75–77 %. Вихід зерна качана технічної стиглості 55–60 %. Зерно в молочній стиглості світло-жовте, округле, в повній – жовте. Маса 1000 зерен 220–230 г. Посухостійкість та жаростійкість вище середньої. Стійкість до вилягання в технічній стиглості висока. За сприятливих погодних умов формується 2 качани. Стійкий до ураження основними хворобами і пошкодження шкідниками вище середнього. Слабо кушистий. Тривалість періоду від сходів до технічної стиглості 80–83 днів. Має високі смакові якості та стабільне одержання ранньої продукції.

Погодні умови в роки досліджень були неоднаковими. За ступенем зволоження були близькими до середніх багаторічних показників. Середньорічна кількість опадів була на рівні 496,5 мм. Середня температура повітря (березень – серпень) за роки досліджень була в межах 14–16 °С, що на 1,43 °С більше за середні багаторічні показники. Найжаркішими місяцями виявилися липень, серпень (середньомісячні температури повітря липня за роки дослідження були в межах 21,8 °С, а серпня 21,6 °С) [27].

Основний обробіток ґрунту під цукрову кукурудзу – оранку проводили плугом ПЛН-5-35 на глибину 20–22 см, плоскорізний обробіток на глибину 20–22 см проводили ґрунторозпушувачем навісним ГН-3,9, мілкий обробіток – дисковим агрегатом УДА-3.8.20 на глибину 10–12 см. Під основний обробіток ґрунту вносили мінеральні добрива: діамоній фосфат $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, N : P18 : 46, у нормі 150 кг/га.

Весняну культивуацію проводили універсальним культиватором АК-8,5 на глибину 6–8 см у всіх запропонованих варіантах дослідів.

Досліди розміщувалися після озимої пшениці.

Навесні провели передпосівну обробку насіння препаратом Венцедор (1 л на 100 кг), що є двокомпонентним контактним-системним фунгіцидом з ріст регулюючими властивостями [28].

Місцеві погодні умови 2017–2019 років сприяли росту і розвитку цукрової кукурудзи. Посів кукурудзи проводили при прогріванні 0–10 см шару ґрунту до температури 10–12 °С. Густоту стояння рослин формували з розрахунку 50 тис./га. Висівання насіння проводили сівалкою пневматичною навісною Gaspardo SP8F70 5 800, оптимальна глибина загортання насіння – 6–8 см.

Схема дослідів включала три види основного обробітку ґрунту:

1. Оранка на глибину 20–22 см;
2. Плоскорізний обробіток ґрунту на 20–22 см;
3. Мілкий обробіток дисковим луцильником на 10–12 см.

Мінеральні добрива в нормі діамоній фосфат $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, N : P18 : 46 – 60 кг/га + аміачна селітра $\text{NH}_4 : \text{NO}_3$ 1 : 1 – 60 кг/га вносили одночасно з посівом. Усі експериментальні дослідження (фенологічні спостереження, обліки та аналізи) проводили згідно із загальноприйнятими методиками [29, 30].

Дослід закладений у триразовій повторності, загальна площа посівної ділянки 360 м², облікової – 180 м².

Результати досліджень та їх обговорення

Було встановлено, що ріст і розвиток рослин цукрової кукурудзи значною мірою визначалися способами і глибиною як основного, так і допосівного обробітку ґрунту. Незалежно від перерахованих факторів вони повністю завершували цикл розвитку, тобто прийоми різних способів обробітку ґрунту хоча і в різному ступені, але відповідали вимогам рослин. Зокрема, на варіантах основного обробітку ґрунту тривалість фаз розвитку в цукровій, відрізнялися на 2–5 діб, тоді як при проведенні різної кількості допосівних обробок різниця по окремих фазах становила 12–18 діб (табл. 1).

Тривалість періоду від посіву до сходів при проведенні однієї допосівної культивуації, очевидно внаслідок низьких температур ґрунту, становила 17–18 діб. Тоді як при проведенні двох-трьох культивуацій – скорочувалася до 7–12 діб.

Фаза 5 справжніх листків наступала у цукрової кукурудзи при проведенні однієї допосівної культивуації після оранки через 36 діб, а після плоскорізного і дрібного обробітку – на добу пізніше. При проведенні двох культивуацій ця фаза наступала раніше на 8–10 діб, трьох культивуацій – ще на 5–6 діб раніше.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Тривалість фаз розвитку цукрової кукурудзи залежно від прийомів обробітку ґрунту, на добу (середнє за 2017–2019 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Кількість до- посівних куль- тивацій	Сівба – сходи	Сходи – фаза 5 листіків	Сходи – цвітіння волоті	Сходи – цвітіння качанів	Сходи – мо- лочний стан зерна
Оранка на 20–22 см	1	17	36	71	74	97
	2	12	28	62	63	84
	3	7	22	52	53	74
Плоскорізний обробіток на 20–22 см	1	18	37	73	76	98
	2	11	27	62	64	85
	3	7	21	53	54	75
Дрібний об- робіток на 10–12 см	1	18	37	73	77	99
	2	12	27	62	64	87
	3	8	22	54	55	77

Загальна тривалість періоду від сходів до цвітіння волоті у цукрової кукурудзи на варіантах оранки була на 2–3 доби коротше, ніж при плоскорізному і дрібному обробітку ґрунту і становила відпо-відно: від 52 діб – при трьох допосівних культиваціях; та до 71 доби при одній культивації.

Розрив у цвітінні волоті і качанів цукрової кукурудзи при проведенні однієї культивації досягав 3–4 доби, двох-трьох культивацій – 1–2 доби.

Фаза молочного стану зерна у цукрової кукурудзи швидше за все (на 74 доби після сходів) насту-пала при проведенні трьох допосівних культивацій після оранки, а найпізніше після дрібного обробку ґрунту (через 77 діб).

Разом з розвитком рослин істотне значення для догляду за посівами, формування і збирання вро-жаю мало зміна їх зростання у процесі онтогенезу. Було встановлено, що в період вегетації висота рослин на варіантах обробки ґрунту істотно змінювалася (табл. 2).

2. Зміна висоти рослин цукрової кукурудзи за фазами розвитку залежно від прийомів обробітку ґрунту, см (середнє за 2017–2019 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Кількість допосівних культивацій	Діб після сходів				
		15	30	45	60	75
Оранка на 20–22 см	1	9	21	45	87	176
	2	10	23	48	88	175
	3	12	23	51	89	174
Плоскорізний обробіток на 20–22 см	1	9	21	43	85	168
	2	10	22	46	86	168
	3	11	23	48	87	167
Дрібна обробка на 10–12 см	1	9	20	40	82	165
	2	10	21	42	82	164
	3	11	22	46	83	162

На початку вегетації темпи росту рослин цукрової кукурудзи на першій-ліпшій нагоді обробки ґрун-ту були невисокими. Через 15 і 30 діб після появи сходів висота рослин на всіх варіантах досліду мало розрізнялася і була в межах відповідно 9–12 і 18–23 см, тоді як через 45 діб висота рослин збільшувала-ся на 20–28 см і досягала 40–51 см. Максимальний приріст висоти (1,02–1,13 см на добу) у цукрової кукурудзи спостерігали при проведенні трьох допосівних культивацій після оранки, а мінімального (0,87–0,89 см на добу) – після дрібного обробку ґрунту. Через два місяці після сходів, у фазі викидання волоті, висота рослин цукрової кукурудзи сягала 87–89 см, а до фази цвітіння качанів, цукрова кукуру-дза практично припиняла зростання у висоту. Максимальної висоти рослини цукрової кукурудзи сягала на варіантах оранки (174–176 см), а мінімальна була після дрібного обробку ґрунту (162–165 см).

Площа листової поверхні рослин так само змінювалася. Максимальної площі вона була – 20,1 тис. м²/га на варіантах оранки і трьох допосівних культивацій, а найменшою, 18,3 тис. м²/га, – при мінімальному обробку ґрунту.

Оранка на 20–22 см в поєднанні з декількома допосівними культивациями забезпечувала не тільки швидке зростання, розвиток рослин і утворення більшої листової поверхні, але і формування максимального врожаю. У вологі роки урожай качанів цукрової досягав – 10,0–12,0 т/га, а в посушливі відповідно – 6,50–7,00 т/га.

Заміна оранки плоскорізним обробітком на ту ж глибину не давала позитивних результатів. Урожай цукрової кукурудзи в середньому досягав 6,58–9,62 т/га, або на 0,66–0,95 т/га менше, ніж по оранці.

Ще менший (6,11–8,99 т/га) урожай качанів цукрової кукурудзи був при проведенні дрібного обробітку ґрунту на 10–12 см.

Зменшення кількості допосівних культиваций з двох-трьох до однієї і посів кукурудзи в ранні терміни був неефективним, оскільки урожай качанів цукрової кукурудзи, незалежно від способу і глибини основного обробітку, був найменший і не перевищував у середньому 6,11–7,24 т/га (табл. 3).

3. Вплив обробітку ґрунту на урожай качанів цукрової кукурудзи, т/га

Основний обробіток ґрунту	Урожай качанів молочного стану цукрової кукурудзи		
	кількість допосівних культиваций		
	1	2	3
Оранка на 20–22 см	7,24	9,48	10,6
Плоскорізний обробіток на 20–22 см	6,58	8,75	9,62
Дрібна обробка на 10–12 см	6,11	8,20	8,99

Негативний вплив зменшення глибини основного обробітку ґрунту з 20–22 см до 10–12 см і кількості допосівних культиваций з трьох до однієї призводило до зменшення урожайності цукрової кукурудзи. Особливо надмірно це виявлялося в посушливі роки, коли урожай качанів молочної стиглості зменшувався до 3,25–4,50 т/га.

Отримані результати у проведених польових дослідях впродовж 2017–2019 років підтвердили раніше встановлені закономірності та розширили рекомендації виробництву ефективних методів обробітку ґрунту. Насамперед це стосується зони Степу України, у якій знаходиться Луганська область. Дослідження щодо впливу основного обробітку ґрунту в технологіях вирощування кукурудзи на зерно проводили в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Це висвітлено в наукових працях Є. М. Лебеда, В. С. Рибки, М. С. Шевченка (2003) [3]. В опублікованих працях вказується чітка позиція, що вибір способу основного обробітку повинен бути обґрунтованим. У наукових дослідях В. В. Кириченко, В. М. Костромітіна (2009) в Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва встановлено, що заміна оранки безполіцевим обробітком призводила до зменшення врожайності зерна кукурудзи [10].

Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в різні роки вивчали на Ерастівській дослідній станції. Цими проблемами займалися видатні вчені В. С. Циков, О. О. Якунін (1979) [12]. Стосовно зони Степу України в роботах В. С. Цикова, М. І. Коноплі, С. В. Маслійова (2013) висвітлено, що важливу роль відіграють прийоми обробки ґрунту, що передбачають створення оптимальних умов для формування стійких врожаїв кукурудзи з високими технологічними та харчовими якостями [15].

Висновки

Оранка на 20–22 см в поєднанні з декількома допосівними культивациями забезпечувала формування максимального врожаю. У вологі роки урожай качанів цукрової кукурудзи досягав – 10,0–12,0 т/га, а в посушливі відповідно – 6,50–7,00 т/га. Плоскорізний обробіток ґрунту на ту ж глибину не давав позитивних результатів. Урожай цукрової кукурудзи в середньому досягав 6,58–9,62 т/га, або на 0,66–0,95 т/га менше, ніж по оранці. При проведенні дрібного обробітку ґрунту на 10–12 см урожай качанів цукрової кукурудзи був ще менший – 6,11–8,99 т/га. Отже, найкращі умови росту і розвитку є варіанти оранки на 20–22 см в поєднанні з декількома допосівними культивациями, де рослини досягали найбільшої висоти, формували максимальну фотосинтетичну поверхню, що сприяло отриманню більш високого врожаю качанів цукрової кукурудзи.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні інших видів класичних систем обробітку ґрунту на основі оранки. Також потребує окремого наукового дослідження система обробітку No-till. Практично невідомими залишаються такі системи обробітку, як консервувальний та мульчувальний. Необхідно провести дослідження цих систем у природно-кліматичних умовах зони Луганської області.

References

1. Lyhochvor, V. V., Petrychenko, V. F., Ivashhuk, P. V., & Kornijchuk, O. V. (2010). *Roslynnystvo. Tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur*. Lviv: Ukrainski tekhnologii [In Ukrainian].
2. Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., Hurieva, I. A., & Chernobai, L. M. (2007). *Identyfikatsiia oznak kukurudzy (Zea mays L.): Navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: IR imeni V. Y. Yurieva UAAN [In Ukrainian].
3. Roslynnystvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk 2014. (2015). Kyiv: *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy* [In Ukrainian].
4. Konoplia, M. I., & Masliiov, S. V. (1999). *Rozlusna kukurudza na Skhodi Ukrainy*. Luhansk: Shliakh [In Ukrainian].
5. Tararyko, A. H. (1992). *Agroekologicheskiye osnovy pochvozashchytnoho zemledelyia*. Kiev: Urozhai [In Russian].
6. Veselovskyi, I. V., & Behei, S. V. (1995). *Gruntozakhysne zemlerobstvo*. Kiev: Urozhai [In Ukrainian].
7. Lebid, Y. M., Rybka, V. S., Shevchenko, M. S., & Kompaniets, V. O. (2003). Osnovni napriamky ta shliakhy podolannya kryzovoho stanu v zernovyrobnytstvi. *Biulleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 21–22, 3–11 [In Ukrainian].
8. Wang, X.-B., Cai, D.-X., Hoogmoed, W. B., Oenema, O., & Perdok, U. D. (2006). potential effect of conservation tillage on sustainable land use: A review of global long-term studies. *Pedosphere*, 16 (5), 587–595. doi: 10.1016/s1002-0160(06)60092-1
9. Berezniak, M. F., & Berezniak, Y. M. (2010). Optyimizatsiia ahrofizychnykh parametriv chornozemnykh gruntiv za riznykh system obrobitku. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 16–19 [In Ukrainian].
10. Kyrychenko, V. V., Kostromitin, V. M., Kolisnyk, V. I. (2009). Ahroekologichni problemy udoskonalennia isnuichykh i rozrobka novykh tekhnologii vyroshchuvannya polovykh kultur. *Ahrotekhnologiiia polovykh kultur : zbirnyk nauk. Prac.* Kharkiv: Instytut roslynnystva V. Y. Yurieva UAAN [In Ukrainian].
11. Demeshko, K. N., Shyshatskyi, Yu. P., Cheriachukyn, N. Y., & Pliakha, N. H. (1984). Jefferektivnost' osnovnoi obrabotki pochvy pod kukuruzy. *Stepnoe Zemledelie*, 18, 35–39 [In Russian].
12. Tsykov, V. S., & Yakunin, A. A. (1979). Vliianie vspashki i ploskoreznoi obrabotki pochvy na zasorennost posevov, urozhai kukuruzy i posledstvie ikh na posleduiushchie kultury. *Ahrotekhnicheskie i khimicheskie pryemy borby s sorniakami pri vozdeleyvanii kukuruzy: sbornik. statei*. Dnepropetrovsk : VNII kukuruzy [In Russian].
13. Yakunin, A. A. (1980). Deistvie i posledstvie ploskoreznoi obrabotki pochvy v uslovyakh Step Ukrainy. *Zemledelie*, 12, 36–37 [In Russian].
14. Sypunov, A. I. (2006). *Osnovy vozdeleyvaniia sakharnoi kukuruzy*. Moskva: Rosizdat [In Russian].
15. Tsykov, V. S., Konoplia, N. I., Masliiov, S. V. (2013). *Kukuruza na pishchevye i lekarstvennye tseli: proizvodstvo, ispolzovanie*. Luhansk: Shyko [In Russian].
16. Tsykov, V. S., Konoplia, N. I., Masliiov, S. V., & Orlianskiy, N. A. (2014). *Ahroekologicheskie priemy vyrashchivaniia pishchevoi kukuruzy*. Voronezh: Feniks [In Russian].
17. Volodarskiy, N. I. (1986). *Biologicheskie osnovy vozdeleyvaniia kukuruzy*. Moskva: Ahropromizdat [In Russian].
18. Kuperman, F. M. (1963). *Zakonomernosti individualnogo razvitiya rasteniy v zavisimosti ot usloviy vyrashchivaniia i vneshnei sredy*. Moskva. Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet [In Russian].
19. Shmaraev, H. E. (1975). *Kukuruza (fyloheniya, klassifikatsiya, selektsiya)*. Moskva: Kolos [In Russian].
20. Masliiov, S. V. (2016). Ekologichno bezpechna tekhnologiiia kontroliuvannya bur'ianiv u posivakh kharchovykh pidvydiv kukurudzy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6 (237), 6–8 [In Ukrainian].
21. Konoplia, N. I., & Evtushenko, H. A. (1997). Kukuruza dlia pishchevykh tselei. *Vestnik Luganskij Gosudarstvennyj pedagogicheskij institut imeni Tarasa Grigor'evicha Shevchenko*, 4, 44–45 [In Russian].
22. Nazarenko, K. S. (1963). Kukuruza v pyshchevuii promyshlenost. *Kukuruza*, 5, 38–40 [In Russian].
23. Spreh, H. M. (1957). *Promyshlennoe ispolzovanie kukuruzy. Kukuruza i yeie uluchshenie*. Moskva: Izdatelstvo inostrannoi literatury [In Russian].
24. Beliaeva, V. A. (1956). *Pishchevoe ispolzovanie kukuruzy v zarubezhnykh stranakh*. Moskva: Torhovaia literature [In Russian].
25. Markh, A. T., & Yurchenko, S. I. (1963). Pishchevaia tsennost sakharnoi kukuruzy. *Kukuruza*, 12, 41–42 [In Russian].
26. Smirnova-Ikonnikova, M. I., & Paramonov, F. F. (1963). *Khimicheskii sostav zerna pishchevoi ku-*

kuruzu. *Kukuruza*, 6, 45–46 [In Russian].

27. *Dnevnik pohody*. Retrived from: <https://www.gismeteo.ru/diary/12128/> [In Russian].

28. *Kataloh produktii protyotruinykiv*. Retrived from: <https://alfasmartagro.com/catalog/protruyniki/vencedor/> [In Ukrainian].

29. Dospekhov, B. A. (1986). *Metodika polevoho opyta*. Moskva: Ahropromizdat [In Russian]

30. Eshchenko, V. E., Trifonova, M. F., & Kopytko, P. H. (2009). *Osnovy opytnoho dela v rastenievodstve*. Moskva: Kolos [In Russian]

Стаття надійшла до редакції 12.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Маслійов С. В., Маслійов Є. С., Циганкова Н. А., Рудаков В. С. Ріст, розвиток і врожайність цукрової кукурудзи залежно від видів основного обробітку ґрунту. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 53–60.

© Маслійов Сергій Володимирович, Маслійов Євген Сергійович,
Циганкова Наталія Анатоліївна, Рудаков Володимир Семенович, 2020



original article | UDC 551.58:633.174 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.07

AGRO-ECOLOGICAL CONDITIONS OF SORGHUM PRODUCTIVITY FORMATION IN SOUTHERN REGIONS OF UKRAINE UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

A. M. Polevoy

L. E. Bozhko

O. V. Volvach

E. A. Barsukova*

ORCID  [0000-0001-8395-0068](https://orcid.org/0000-0001-8395-0068)

ORCID  [0000-0002-8712-2099](https://orcid.org/0000-0002-8712-2099)

ORCID  [0000-0002-6650-758X](https://orcid.org/0000-0002-6650-758X)

ORCID  [0000-0002-9054-142X](https://orcid.org/0000-0002-9054-142X)

Odesa State Environmental University, 15, Lvivska Str., 65016 Odesa, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: lena5933@ukr.net

How to Cite

Polevoy, A. M., Bozhko, L. E., Volvach, O. V., & Barsukova, E. A. (2020). Agro-ecological conditions of sorghum productivity formation in southern regions of Ukraine under climate change conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 61–68. doi: 10.31210/visnyk2020.04.07

In the previous decade, sorghum has gained an important place among cereals. A great popularity of sorghum is caused by its hardiness to cultivation places, high vital characteristics, not requiring much care and giving high yields. Expanding sorghum areas of spreading requires a thorough justification of the environmental effect on the crop productivity. The study is based on the materials of long-term observations of sorghum yield and meteorological factors. The peculiarities of sorghum crop formation under different agro-meteorological conditions during the growing season according to observations from 1986 to 2015, as well as the dynamics of forming the yields of different agro-ecological categories for the future for the period from 2021 to 2050 have been considered. Expected meteorological indicators for the future were calculated using RCP2.6, RCP6.0, RCP4.5 and RCP8.5 climate change scenarios. As a research apparatus, the model for assessing agro-climatic conditions, developed by A. M. Polevoy, was used. Based on the calculations of average long-term agro-climatic indicators of forming agro-ecological categories of sorghum yield and calculations of climate change scenarios for the period from 2021 to 2050, it can be noted that according to scenario periods as compared with the actual ones during many-year period, significant changes in temperature and moisture supply of sorghum in growing period will be expected in case of implementing any of scenarios. It has been established that the deviations of temperature indicators will be insignificant, but these indicators have been determined for a long period, which contains the last years of the previous century and the beginning of this century, when temperature rise has already occurred. Therefore, further changes in temperature and moistening will not contribute to the creation of favorable conditions for sorghum cultivation. Better conditions for plant development and sorghum yield formation are expected in case of RCP2.6 and RCP6.0 scenarios. These conditions are almost the same in both scenarios, which will favor the increase in the expected sorghum grain yield. Under the implementation of RCP4.5 and RCP8.5 scenarios, unfavorable agro-environmental conditions are expected for sorghum cultivation as a result of increased drought, which will lead to a decrease in yield as compared with many-year average yield by 3–4 hundredweight/ha. The most unfavorable conditions for the formation of sorghum productivity are expected in case of RCP8.5 scenario, under which grain yield will not exceed 88 % of many-year average one. It will be promising to grow sorghum to obtain green mass, which can be used both as animal feed and as a raw material for biofuel production.

Key words: sorghum, meteorological indicators, agro-ecological categories of yields, climate change.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, О. В. Вольвач, О. А. Барсукова

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

Культура сорго в останнє десятиріччя отримала важливе місце серед зернових культур. Велика популярність сорго зумовлена невибагливістю культури до місць вирощування, високими життєдіяльними показниками, невимогливістю до догляду і високою врожайністю. Для розширення ареалу розповсюдження сорго необхідне досконале обґрунтування впливу навколишнього середовища на продуктивність культури. В основі дослідження використані матеріали багаторічних спостережень за врожайністю сорго та метеорологічними факторами. Розглянуті особливості формування врожаїв сорго за різних агрометеорологічних умов упродовж вегетаційного періоду за даними спостережень з 1986 по 2015 рр., а також динаміка формування урожаїв різних агроекологічних категорій на майбутнє за період з 2021 по 2050 рр. Очікувані метеорологічні показники на майбутнє розраховувалися з використанням сценаріїв зміни клімату RCP2.6, RCP6.0, RCP4.5 та RCP8.5. Як апарат досліджень використовувалась модель оцінки агрокліматичних умов, розроблена А. М. Польовим. На підставі виконаних розрахунків середніх багаторічних агрокліматичних показників формування агроекологічних категорій врожайності сорго та розрахунків за сценаріями змін клімату на період 2021–2050 рр. можна відзначити, що за сценарні періоди порівняно з фактичним за багаторічний період очікуватимуться відчутні зміни в температурному режимі та вологозабезпеченості сорго упродовж вегетаційного періоду в разі реалізації будь-якого зі сценаріїв. Встановлено, що відхилення термічних показників будуть незначними, але ці показники визначені за багаторічний період, який включає останні роки минулого століття і початок поточного, коли зростання температури вже відбулося. Тому подальші зміни температурного режиму і режиму зволоження не сприятимуть створенню сприятливих умов для розвитку сорго. Кращі умови для розвитку рослин і формування врожаю сорго очікуються в разі реалізації сценаріїв RCP2.6 та RCP6.0. Ці умови майже однакові за обома сценаріями, що сприятиме збільшенню очікуваного врожаю зерна сорго. За умови реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 очікуються несприятливі агроекологічні умови для розвитку сорго через підвищення посушливості, яка призведе до зменшення врожаю порівняно із середнім багаторічним на 3–4 ц/га. Найбільш несприятливі умови для формування продуктивності сорго очікуються в разі реалізації сценарію RCP8.5, врожай зерна не перевищить 88 % від середнього багаторічного. Перспективним буде вирощування сорго для отримання зеленої маси, яка може використовуватись і як корм для тваринництва, і як сировина для виготовлення біопалива.

Ключові слова: сорго, метеорологічні показники, агроекологічні категорії врожаїв, зміна клімату.

Вступ

У зерні сорго вміщується 70 % крохмалю, 12 % білка та 3,5 % жиру. В деяких країнах Азії і Африки сорго – головна хлібна культура. Велика популярність його зумовлена невибагливістю культури до місць вирощування, високими життєдіяльними показниками, невимогливістю до догляду і високою врожайністю. Основна перевага сорго полягає у високій екологічній пластичності і здатності в посушливих умовах бути альтернативою іншим зерновим яриям культурам [1]. Доцільність вирощування сорго в посушливих і напівпосушливих районах зумовлюється його високою продуктивністю та універсальністю використання. За харчовими властивостями зерно сорго і зелена маса не поступаються кукурудзі. Середня урожайність зерна сорго коливається на рівні 4,7–5,6 т/га [2]. В Україні традиційно сорго вирощують у степових областях, у яких найкращі умови для вирощування культури, а в Лісостепу України – в Київській та Черкаській областях [3].

Останнім часом все більшої актуальності набуває питання вирощування енергетичних культур як альтернативи традиційним викопним джерелам палива [4–6]. Вітчизняні та зарубіжні дослідження у цьому напрямі [7–9] показали, що як культура, призначена для виробництва біопалива, сорго є вельми перспективною та заслуговує на пильну увагу.

На сьогодні питання можливості сорго для адаптивного землеробства досить добре вивчені [10–12]. Однак відомості стосовно впливу майбутніх змін клімату на умови вирощування і продуктив-

ність сорго у вітчизняній літературі натеper практично відсутні, хоча, зважаючи на посухостійкість культури, перспектива розширення її посівних площ в умовах глобальних змін клімату очевидна.

Результати актуальних світових досліджень стосовно впливу змін клімату на вирощування сорго стосуються насамперед аридних територій, зокрема Африканського континенту. Використання математичної моделі APSIM (Agricultural Production Systems Simulator) дало змогу авторам [13] визначити вплив очікуваних змін агроєкологічних умов вирощування на урожайність сорго на період 2030–2039 рр. порівняно із фактичними умовами 1991–2000 рр. для території Гани. Аналогічні дослідження з моделлю APSIM були проведені для території Нігерії та Малі з використанням декількох сценаріїв змін клімату на період до 2069 р. [14].

Фундаментальні дослідження стосовно впливу змін клімату на посіви зернового сорго були проведені Ефіопськими інститутами сільськогосподарських досліджень (EIAR) для території північно-східної Ефіопії [15]. Цей регіон серйозно потерпає від несприятливого впливу змін клімату і екстремальних явищ, що під час посівного сезону призводить до зниження сільськогосподарського виробництва. Реакція посівів сорго на зміни клімату, що очікуються за сценаріями змін клімату групи RCP визначалася з використанням моделі CERES-sorghum. Дослідження проводили для часових періодів середини століття (2040–2069 рр.) та кінця століття (2070–2099 рр.). Результати дослідження показали, що майбутні кліматичні зміни матимуть суттєвий негативний вплив на врожайність сорго.

Усебічний аналіз стану виробництва зерна сорго в Україні свідчить про значний рівень невикористаного агробіологічного та виробничого потенціалу культури, хоча екологічні властивості сорго зернового повною мірою відповідають агроєкологічним умовам південних областей України.

Мета досліджень полягає в у вивченні впливу агрокліматичних умов на формування продуктивності сорго в південних областях України та визначенні впливу можливих змін клімату на майбутні урожаї.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження впливу змін клімату на режим агроєкологічних показників розвитку і формування продуктивності сорго в південних областях України виконувався шляхом порівняння середніх багаторічних величин продуктивності сорго, які визначені за фактичними спостереженнями за період 1986–2015 рр., та розрахованих показників в умовах змін клімату за різними кліматичними сценаріями RCP2,6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 за період з 2021 по 2050 рр. Ці чотири кліматичні сценарії містять різний рівень впливу викидів парникових газів [16]. Для розрахунків агрокліматичних показників за багаторічний період використовувалися методи статистичного аналізу, для розрахунків впливу змін клімату на майбутнє використовувалась базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів [17].

Результати досліджень та їх обговорення

Стационарний складник урожайності будь-якої сільськогосподарської культури є лінію тренду [18]. Аналіз динаміки врожайності сорго показав, що тенденція трендів у південних областях України має характер зростання з часом, але характер зростання врожаїв по областях різний. Наприклад, у Херсонській області відзначається найбільший щорічний приріст врожаю за трендом, він становить 0,4 ц/га, в Одеській – найменший – 0,13 ц/га. Коефіцієнти варіації кліматичного складника урожаїв мають найвище значення в Херсонській області – 28 %, найменше – в Миколаївській – 13 %. Значення коефіцієнтів кліматичного складника врожаїв свідчать про стійкість урожаїв сорго в південних областях України.

Аналіз агрометеорологічних показників у роки з високими і низькими врожаєми показав, що не зважаючи на високу посухостійкість сорго, зволоження впливає на величину його врожаю впродовж усього вегетаційного періоду. Негативну роль відіграє у формуванні продуктивності сорго і високий дефіцит насичення повітря вологою. Значення дефіциту насичення повітря в роки з низькими врожаєми перевищувало 9–11 мм, особливо в міжфазний період від викидання волоті до повної стиглості.

Були розраховані середні багаторічні агрометеорологічні показники розвитку сорго по областях за вегетаційний період (табл. 1). Дані табл. 1 свідчать про те, що сівба сорго в південних областях України відбувається наприкінці квітня – першій декаді травня. Воскова стиглість сорго в цьому регіоні України в середньому багаторічному наставала наприкінці серпня – в першій декаді вересня. Тривалість вегетаційного періоду коливалася від 110 до 130 днів і значною мірою залежала від комплексу агрометеорологічних умов. За період від сівби до воскової стиглості накопичувалася сума температур

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

від 2180 до 2800 °С. Сума опадів на території дослідження досить мінлива. Найменше опадів у Херсонській області. Коефіцієнт зволоження ГТК характеризує території всіх областей як посушливі. Найбільш посушливі умови у вегетаційний період спостерігаються в Херсонській області.

1. Середні багаторічні агрометеорологічні показники за вегетаційний період сорго

Область	Дати		Тривалість вегетаційного періоду, дні	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм	ГТК, відн. од.
	сівби	воскової стиглості				
Одеська	4.05	29.08	119	2777	221	0,85
Миколаївська	28.04	25.08	118	2319	228	0,85
Херсонська	30.04	28.08	123	2422	174	0,70
Запорізька	5.05	3.09	124	2390	181	0,76

Були розраховані статистичні залежності врожаїв сорго від різних агрометеорологічних показників. Аналіз коефіцієнтів кореляції показав, що спостерігається тісний зв'язок урожаїв з температурою повітря, дефіцитом насичення повітря вологою, сумою опадів за період від сходів до викидання волоті та висоти рослин на дату викидання волоті (табл. 2).

2. Рівняння зв'язку врожаїв сорго з різними метеорологічними величинами за період сходів – викидання волоті

Фактори	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції
Середня температура повітря (t)	$Y = -11.65 t + 271,93$	$R = -0,64 \pm 0,16$
Нестача насичення повітря (d)	$Y = -4,01 d + 81,70$	$R = -0,55 \pm 0,15$
Сума опадів (r)	$Y = 0,25 R + 7,84$	$R = 0,64 \pm 0,14$
Висота рослин на дату викидання волоті (h)	$Y = 0,36 h + 4,17$	$R = 0,82 \pm 0,01$

Зважаючи на значення парних коефіцієнтів, розрахована статистична залежність урожаїв сорго від комплексу агрометеорологічних факторів, а саме: середньої температури повітря за період цвітіння – воскова стиглість (t), суми опадів від сходів до воскової стиглості (r), висоти рослин на дату цвітіння (h):

$$Y = -2,16t + 0,1294 r + 0,00810 h + 82,70 \quad (1)$$

$$R = 0,68 \pm 0,05$$

Як відомо, врожайність сільськогосподарських культур залежить від багатьох факторів, провідними серед яких є біологічні властивості і клімат. Наприкінці минулого і початку поточного століття відбулося значне потепління клімату, яке вплинуло на всі галузі економіки України. Для виявлення впливу змін клімату на продуктивність сорго за період з 2021 по 2050 рр. використовувалося поняття агрометеорологічних категорій урожайності, запропоноване Х. Г. Тоомінгом: потенційна урожайність (ПУ), метеорологічно можлива урожайність (ММУ), дійсно можлива урожайність (ДМУ) та урожайність у виробництві (УВ) [19, 20].

У табл. 3 представлені показники агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сорго, розраховані в середньому по чотирьох областях: надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР), суми температур за вегетаційний період сорго, суми опадів, сумарне випаровування та випаровуваність, яка прирівнюється до вологопотребі культури, гідротермічний коефіцієнт Г. Т. Селянинова, за яким оцінюється посушливість території (ГТК). У подальшому період з 1986 по 2015 характеризується як базовий період.

Середнє надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР) за багаторічний вегетаційний період сорго становило 139,6 кДж/см². Розрахунки показали, що за усіма сценаріями відзначатиметься зростання надходження ФАР. Меншим це зростання буде в разі реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 і становитиме відповідно 158,3 та 156,7 кДж/см². За сценаріями RCP2.6 та RCP6.0 ФАР зросте майже однаково і становитиме відповідно 249,2 та 248,8 кДж/см², що вище середньої багаторічної величини відповідно на 109,6 та 109,2 кДж/см² (табл. 3).

За базовий період за вегетацію сорго накопичувалась сума активних температур повітря 3348 °С. Підвищення надходження ФАР сприятиме підвищенню сум температур у розрахунковий період за усіма сценаріями, окрім RCP6.0, де сума температур очікуватиметься майже на рівні суми базового періоду. Найвища сума температур 3665 °С очікуватиметься в разі реалізації сценарію RCP8.5.

3. Порівняння середніх багаторічних показників формування врожайів сорго з розрахованими за різними сценаріями зміни клімату

Період, сценарій	Сума температур за вегетаційний період, °С	Сума опадів за період, мм/%	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (вологопотреба) (E0), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E0), відн.од.	Середнє за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1986-2015	3348	273	390	886	0,44	0,53	139,6
RCP2.6							
2021–2050	3428	263/96	372	1047	0,41	0,68	249,2
Різниця	120	-10	-18	161	-0,03	0,15	109,6
RCP4.5							
2021–2050	3528	208/76	369	998	0,41	0,58	158,5
Різниця	180	-65	-21	112	-0,03	0,05	18,9
RCP6.0							
2021–2050	3321	276/101	368	1047	0,28	0,57	248,8
Різниця	-27	3	-22	161	-0,16	0,04	109,2
RCP8.5							
2021–2050	3665	184/67	483	973	0,32	0,54	156,7
Різниця	317	-89	93	87	-0,12	0,01	17,1

За середніми багаторічними даними сума опадів за вегетаційний період сорго становила 273 мм. Розрахунки за усіма досліджуваними сценаріями свідчать, що впродовж вегетаційного періоду сума опадів очікуватиметься за усіма сценаріями, окрім сценарію RCP6.0 меншою середньої багаторічної суми і становитиме від 67 до 76 % від середньої багаторічної. За кліматичним сценарієм RCP6.0 сума опадів очікуватиметься майже на рівні середньої багаторічної величини (96 %).

За умовами реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 за вегетаційний період сорго сумарне випаровування зменшиться порівняно із середньою багаторічною величиною на 18–22 мм і тільки в разі реалізації сценарію RCP8,5 сумарне випаровування зросте через зростання сум температур на 93 мм.

Підвищення температурного режиму призведе до підвищення випаровуваності, що спричинить погіршення умов вологозабезпеченості посівів. У середньобагаторічному випаровуваності (вологопотреба сорго) становила 886 мм. За сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 випаровуваність зросте до 1047 мм. За сценаріями RCP2.6 та RCP6.0 очікується підвищення випаровуваності до 930 мм.

Очікувані зміни показників сумарного випаровування за різними сценаріями призведуть до зміни показників вологозабезпечення культури, яка за середніми багаторічними даними становить 0,44 відн. од. За розрахунками за усіма сценаріями вологозабезпеченість сорго зменшиться. Найвідчутніше зменшення відбудеться в разі реалізації сценаріїв RCP6.0 та RCP8.5, коли вологозабезпеченість посівів становитиме відповідно 0,28 та 0,32 відн. од., що складатиме 63 та 74 % від середньобагаторічної величини.

Середньобагаторічний ГТК становить 0,53 відн. од. За усіма сценаріями змін клімату очікується незначне підвищення значень ГТК, тільки за сценарієм RCP8.5 він залишиться майже на рівні середньої багаторічної величини (табл. 3).

Зміни в радіаційному і волого-температурному режимі, що очікуються в майбутньому за різних сценаріїв зміни клімату, спричинять і різні рівні формування агроєкологічних категорій урожайності.

Одним із показників фотосинтетичної продуктивності сорго є площа асимілюючої поверхні рослин, тобто площа листя. Зміна показників надходження сумарної радіації і волого-температурного режиму спричинить зміну показників формування площі листя. За багаторічний період площа листя сорго в період максимального розвитку рослин була 5,1 м²/м² (рис. 1).

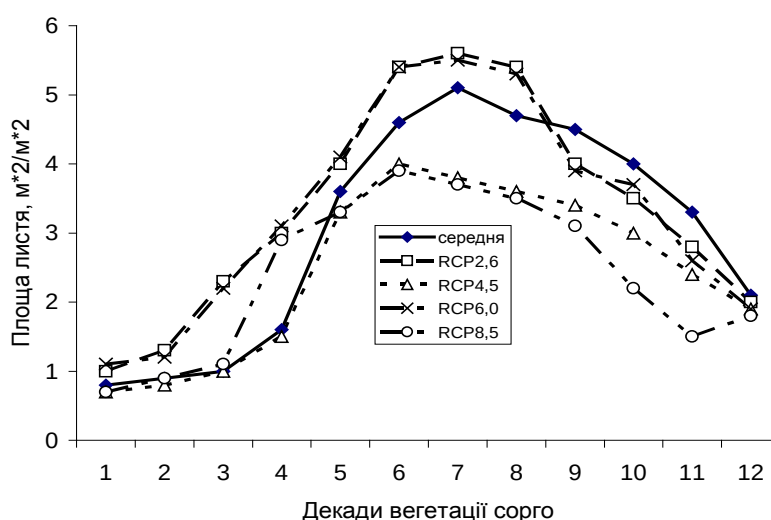


Рис. 1. Порівняння середньої багаторічної площі листя за вегетаційний період сорго та площі листя, розраховані за період з 2021 по 2050 рр.

Як показують розрахунки і видно з рис. 1, найменша площа листя впродовж вегетаційного періоду сформується в разі реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 порівняно із середньобагаторічним періодом і складатиме відповідно 4,0 та 3,9 м²/м². За сценаріями RCP2.6 та RCP6.0 площа листя сформується вищою від середньої багаторічної, буде майже однакова за обома сценаріями і становитиме в період максимального розвитку 5,6 та 5,5 м²/м².

Фотосинтетичний потенціал (ФП) на кінець вегетації сорго за базовий період сформувався на рівні 313,3 м²/м². За сценарієм RCP2.6 та RCP6.0 він зросте відповідно до 370,4 та 368,7 м²/м². За сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 ФП зросте несуттєво порівняно із середньою багаторічною величиною і становитиме відповідно 324,8 та 318,7 м²/м² (табл. 4).

4. Порівняння середніх багаторічних агроєкологічних урожаїв сухої маси сорго з розрахованими за різними сценаріями зміни клімату

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м²дек			Фотосинтетичний потенціал, м²/м²	Баланс гумусу, т/га	Урожай сорго (вологість 14 %), ц/га
	ПУ	ММУ	ДМУ			
1980-2010	2105	878	580	311,3	0,067	24,9
RCP2.6						
2021–2050	2233	860	567	370,4	0,033	26,4
RCP4.5						
2021–2050	2346	835	569	324,8	0,067	23,1
RCP6.0						
2021–2050	2246	859	569	368,7	0,033	26,5
RCP8.5						
2021–2050	2310	846	569	318,6	0,069	23,0

Фотосинтетичний потенціал сприяє формуванню врожаю насіння сорго. Урожай сорго за 14 %-ї вологості зерна при середніх багаторічних умовах становив 24,9 ц/га. За умов реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 урожай сорго зменшиться відповідно до 23,1 та 23,0 ц/га. За сценаріями RCP2.6 та RCP6.0 урожай сорго зросте і очікуватиметься на рівні 26 ц/га. Зміна фотосинтетичного потенціалу спричинить зміни у приростах усіх агроєкологічних категорій урожаїв.

Потенційний урожай сухої маси сорго в середньому за базовий період становив 2105 г/м² дек. Оскільки приріст ПУ залежить від надходження сонячної радіації, а вона за розрахунками за усіма сценаріями підвищиться, то і ПУ сухої маси зросте, але за різними сценаріями даними зростання буде неоднаковим. За сценаріями RCP2.6 та RCP6.0 зростання ПУ сухої маси очікуватиметься майже на одному рівні – відповідно до 2233 та 2246 г/м²дек, що становитиме 107 та 108 % від середньої ба-

гаторічної величини. За сценаріями RCP4,5 та RCP8,5 ПУ очікуватимуться вищими і становитимуть відповідно 2346 та 2310 г/м²дек, що складатиме 113 та 111 % від середньої багаторічної величини.

За розрахунками за усіма сценаріями змін клімату на період до 2050 року ММУ і ДМУ всієї сухої маси сорго, а отже і зерна, очікуватимуться нижчими за середні багаторічні величини (рис. 2).

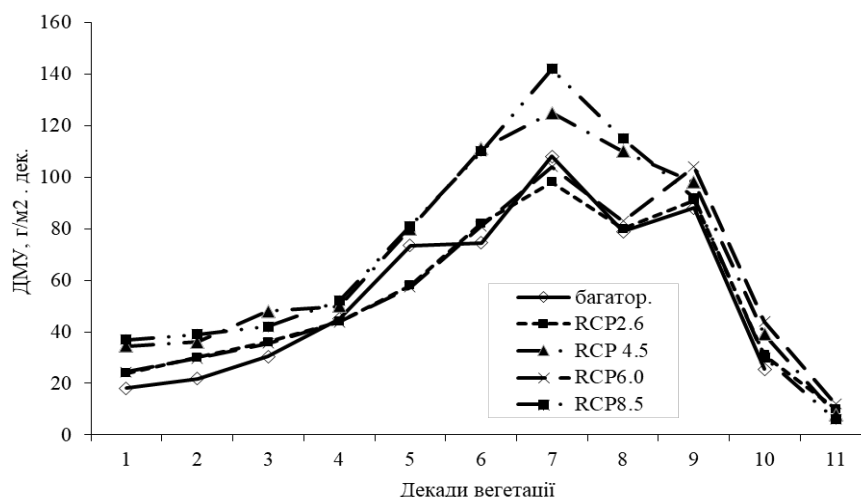


Рис. 2. Динаміка декадних приростів ДМУ сорго за вегетаційний період порівняно із середніми багаторічними та сценарними даними за 2021–2050 рр.

Висновки

Виконані розрахунки середніх багаторічних агрокліматичних показників формування продуктивності сорго та розрахунки агроекологічних категорій урожайності за сценаріями змін клімату на період 2021–2050 рр. дозволяють зробити висновки, що основними кліматичними складовими, які визначають рівень урожайності сорго в південних районах України, є показники тепла і вологозабезпеченості посівів. Порівняння значень таких показників за минулий період із розрахованими за різними сценаріями змін клімату на майбутнє дають змогу відзначити, що в температурному режимі та в режимі вологозабезпечення в разі реалізації будь-якого зі сценаріїв відбудуться відчутні зміни. Відхилення термічних показників на майбутнє будуть несуттєвими, але ці показники визначені за багаторічний період, який містить останні роки минулого століття і початок поточного, коли зростання температури вже відбулося. Тому подальші зміни температурного режиму, навіть за умов незначного підвищення, не створять сприятливих умов для розвитку сорго. Кращі умови для розвитку рослин і формування врожаю сорго за умовами зволоження і майже однакові за обома сценаріями будуть у разі реалізації сценаріїв RCP2.6 та RCP6.0, що сприятиме збільшенню очікуваного врожаю зерна сорго. За умови реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 через зменшення сум опадів у літній період та їхній нерівномірний розподіл по території складуться несприятливі агроекологічні умови для розвитку сорго. Це спричинить зростання посушливості, що призведе до зменшення врожаю порівняно із середнім багаторічним на 3–4 ц/га. В деяких джерелах звертається увага, що в умовах посушливості врожаї сорго значно перевищують урожаї кукурудзи. Особливо несприятливі умови для формування продуктивності сорго будуть у разі зміни клімату за сценарієм RCP8.5, очікується врожай зерна, що становитиме 88 % від середнього багаторічного. Незважаючи на підвищену посухостійкість і жаростійкість сорго, підвищення температурного режиму і зменшення кількості опадів упродовж вегетаційного періоду, це не сприятиме в майбутньому підвищенню врожаїв зерна сорго.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним буде вирощування сорго для отримання зеленої маси, яка може використовуватись і як корм для тваринництва, і як сировина для виготовлення біопалива.

References

1. Bazalij, V. V., Bojko, M. O., Almashova, V. S., & Onyshhenko, S. O. (2015). Roslynnycjki aspekty ta aghroekologichni zasady vyroshhuvannja sorgho zernovogho na Pivdni Ukrainy. *Tavrijskyj Naukovyj Visnyk*, 91, 3–6 [In Ukrainian].
2. Prisyazhnyuk, O. I. (2020). Osoblivosti identyfikaciji etapiv rostu sorgho zernovogo. *Naukovi Praci*

Institutu Bioenergetichnih Kultur i Cukrovih Buryakiv, 28, 102–112 [In Ukrainian].

3. Prysiashniuk, O. I., Storozhyk, L. I., & Zavhorodnia, S. V. (2019). Ecological plasticity of grain sorghum. *Novitni Agrotehnologii*, 7. Retrieved from: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204818> [In Ukrainian]

4. Nosko, V. L., Bojko, I. Ye., Kamishanov, V. V., & Leshuk, Yu. I. (2015). Perspektiva rozvitku energetichnih kultur v Ukraini. *Biologichni Sistemi: Teoriya ta Innovaciyi*, 214, 216–221 [In Ukrainian].

5. Chaika, T. O., & Yasnolob, I. O. (2017). Ekologo-socio-ekonomichni perevagi viroshuvannya energetichnih kultur. *Ekonomika APK*, 12, 28–34 [In Ukrainian].

6. Geletukha, G. G., Zheliezna, T. A., Bashtovyi, A. I., & Geletukha, G. I. (2017). Review of best practices of biofuel market operation in the eu countries. *Industrial Heat Engineering*, 39 (5), 108–112. doi: 10.31472/ihe.5.2017.18

7. Karazhbej, G. M. (2011). Bioenergetichna cinnist sorgo zernovogo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) v Ukraini. *Sortovivchennya Ta Ohorona Prav na Sorti Roslin*. 2 (14), 42–45. doi: 10.21498/2518-1017.2(14).2011.60372 [In Ukrainian].

8. Mehmood, M. A., Ibrahim, M., Rashid, U., Nawaz, M., Ali, S., Hussain, A., & Gull, M. (2017). Bio-mass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption*, 9, 3–21. doi: 10.1016/j.spc.2016.08.003

9. Kalenska, S., Rakhmetov, J., Kalenskiy, V., Iunyuk, A., Kachura, I., Grynyuk, I., Makareviciene, V., & Sendzikiene, E. (2013). Prospects of sorghum (*Sorghum Moench*) bioenergetic potential in Ukraine. In *Proceedings of the International Scientific Conference «Rural Development 2013: Innovations and Sustainability»*, 6 (3) Kaunas.

10. Sherbakov, V. Ya. (1983). *Zernovoe sorgo*. Kiev – Odessa: Vysshaya shkola [In Russian].

11. Bojko, M. O. (2017). Formuvannya asimilyacijnogo aparatu gibridiv sorgo zernovogo v zalezhnosti vid strokiv sivbi ta gustoti posviv. *Tavrijskij Naukovij Visnik*, 97, 18–22 [In Ukrainian].

12. Bikin, A. V., Antal, T. V., & Najdenko, V. M. (2019). Fenologichni osoblivosti sorgo zernovogo zalezho vid vplivu elementiv tehnologiyi viroshuvannya. *Tavrijskij Naukovij Visnik*, 107, 12–21. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107 [In Ukrainian].

13. Maccarthy, D. S., & Vlek, P. L. G. (2012). Impact of climate change on sorghum production under different nutrient and crop residue management in semi-arid region of Ghana: a modeling perspective. *African Crop Science Journal*, 20 (s2). 243–259.

14. Akinseye, F. M., Ajeigbe, H. A., Traore, P. C. S., Agele, S. O., Zemadim, B., & Whitbread, A. (2020). Improving sorghum productivity under changing climatic conditions: A modelling approach. *Field Crops Research*, 246, 107685. doi: 10.1016/j.fcr.2019.107685

15. Eshetu, Z., Gebre, H., & Lisanework, N. (2020). Impacts of climate change on sorghum production in North Eastern Ethiopia. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 14 (2), 49–63. doi: 10.5897/ajest2019.2803

16. Stepanenko, S. M., & Pol'oviy, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukraini v umovah zmini*. Odesa: TES [In Ukrainian].

17. Polevoj, A. N. (2004). Bazovaya model ocenki agroklimaticheskikh resursov formirovaniya produktivnosti selskohozyajstvennykh kultur. *Meteorologiya, Klimatologiya i Gidrologiya*, 48, 195–205 [In Russian].

18. Manellya, A. I. (1972). *Dinamika urozhajnosti selskohozyajstvennykh kultur*. Moskva: Statistika [In Russian].

19. Tooming, H. G. (1977). *Solnechnaya radiatsiya i formirovanie urozhaya*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].

20. Tooming, H. G. (1984). *Ekologicheskie principy maksimalnoj produktivnosti posevov*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 15.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В., Барсукова О. А. Агроекологічні умови формування продуктивності сорго в південних областях України в умовах змін клімату. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 61–68.

© Польовий Анатолій Миколайович, Божко Людмила Юхимівна,
Вольвач Оксана Василівна, Барсукова Олена Анатоліївна, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.4:631.582:631.51:631.81 |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.08

CROPS' PRODUCTIVITY IN SHORT-TERM ROTATIONS DEPENDING ON TILLAGE AND FERTILIZATION IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

S. V. Pospelov^{1*}
L. M. Levchenko²
T. O. Chaika¹
A. A. Perepelytsia¹
V. O. Shandyba¹
K. M. Popova¹

ORCID  [0000-0003-0433-2996](https://orcid.org/0000-0003-0433-2996)

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

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

² Veselyi Podil State Selection Station of the Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Selectsioneriv str., village of Veremiivka, Semenivka district, Poltava region, 38251, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: sergii.pospelov@pdaa.edu.ua

How to Cite

Pospelov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Crops' productivity in short-term rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 69–79. doi: 10.31210/visnyk2020.04.08

For the first time, the influence of tillage methods on sugar beet productivity, the yield of winter wheat, barley and sainfoin depending on fertilization background in short-term rotations has been found out for the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, during a long stationary experiment on typical weakly-alkalinized black soil. The problem of basic tillage methods effect on water and soil agrochemical indicators has been further developed. Subsurface tillage, plowing, combined tillage at the background of applying organic and mineral fertilization system have been established scientifically. The peculiarities of phytocenoses formation of sugar beet, winter wheat and barley, the spreading of diseases in them depending on tillage and fertilization rates have been revealed. A significant role in increasing the productivity of sugar beets, winter wheat, barley and other crops in rotation belongs to effective tillage and fertilization, which affect the provision of plants with moisture and nutrients during their growing season as well as the formation of phytosanitary condition of crops. These problems were studied in research papers of V. F. Zubenko, M. K. Shykula, O. H. Tarariko, A. D. Balaiev, A. M. Maliienko, S. P. Tanchyk, Yu. P. Manko, V. M. Yakymenko, L. A. Barshtein, I. S. Shkarednyi, I. D. Prymak, Ya. P. Tsvei and others. Currently, different systems of tillage and fertilization of sugar beet and other crops of grain-beet rotation are used for different areas of beet sowing in Ukraine. These systems are changed and improved taking into account effective tillage and proper distribution of fertilizers between crops in rotation fields as well as natural and climatic conditions of a particular area. At the same time, in short-term rotations, the tillage system depending on fertilization system both for sugar beet, winter wheat and barley hasn't sufficiently been developed and studied. The problem of subsoil tillage, plowing, and combined tillage in accordance with crop rotation in short-term successions hasn't been solved yet. Our research was focused on solving this current problem. Field studies were conducted as part of the stationary experiment at Veselyi Podil Research and Breeding Station of the Institute of

Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine from 2013 to 2016 in short-term grain-beet rotations with different methods of basic tillage for sugar beet, winter wheat and sainfoin depending on fertilization backgrounds. Field stationary experiment was the main method of research, supplemented by analyses according to the generally accepted techniques in agro-chemistry, crop growing and soil management. The station is located in Semenivka district of Poltava region in the south-eastern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. In short-term rotation, plowing to a depth of 30–32 cm under sugar beet and subsoil loosening to 20–22 cm under cereals at the background of further applying $N_{140}P_{90}K_{90}$ + straw under beet ensured the highest productivity of sugar beet: the yield of beetroots and sugar were 39.9 t/ha and 6.83 t/ha, respectively.

Key words: sugar beet, winter wheat, barley, sainfoin, tillage, plowing, subsoil loosening, fertilizers.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ Й УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

С. В. Поспєлов¹, Л. М. Левченко², Т. О. Чайка¹, А. А. Перепелиця¹, В. О. Шандиба¹, К. М. Попова¹

¹Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

²Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, с. Вереміївка, Семенівський район, Полтавська область, Україна

Уперше для умов Лівобережного Лісостепу України у тривалому стаціонарному досліді на чорноземі типовому слабкосолонцюватому встановлено вплив способів обробітку ґрунту на продуктивність цукрових буряків, урожайність озимої пшениці, ячменю й еспарцету залежно від фонів їхнього удобрення в короткоротаційних сівозмінах. Подальшого розвитку набуло питання впливу способів основного обробітку ґрунту на водні й агрохімічні його показники, науково обґрунтовано проведення плоскорізної оранки, комбінованого обробітку ґрунту на фоні застосування органічної та мінеральної системи удобрення. Виявлено особливості процесів формування фітоценозів цукрових буряків, озимої пшениці і ячменю, поширення в них хвороб залежно від обробітку ґрунту і доз удобрення. Значна роль у підвищенні продуктивності цукрових буряків, озимої пшениці, ячменю й інших культур сівозміни належить ефективному обробітку ґрунту й удобренню, що впливає на забезпечення рослин вологою і поживними речовинами упродовж їхньої вегетації, на формування фіто-санітарного стану посівів. Вивченню цих проблем були присвячені дослідження В. Ф. Зубенка, М. К. Шикולי, О. Г. Тараріко, А. Д. Балаєва, А. М. Малієнка, С. П. Танчика, Ю. П. Манька, В. М. Якименка, Л. А. Барштейна, І. С. Шкаредного, І. Д. Примака, Я. П. Цвея та інших. Наразі для різних зон бурякосіяння України застосовуються різні системи обробітку ґрунту й удобрення цукрових буряків і інших культур зерно-бурякової сівозміни, які змінюються і удосконалюються, зважаючи на ефективність обробітку ґрунту та правильний розподіл добрив між окремими культурами в полях сівозміни, а також природно-кліматичні умови конкретного району. Водночас у короткоротаційних сівозмінах система обробітку ґрунту залежно від системи удобрення як під цукрові буряки, так і під озиму пшеницю, ячмінь, розроблена й вивчена ще недостатньо. Залишається нерозв'язаним питання ефективності плоскорізного обробітку ґрунту, оранки, комбінованого його обробітку відповідно до чергування культур у короткоротаційних сівозмінах. На розв'язання цих актуальних питань і були направлені наші дослідження. Польові дослідження проводили у стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України упродовж 2013–2016 рр. у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах із різними способами основного обробітку ґрунту під цукрові буряки, озиму пшеницю, ячмінь і еспарцет залежно від фонів їхнього удобрення. Основним методом досліджень був польовий стаціонарний дослід, який доповнювався аналізами за загальноприйнятими в агрохімії, рослинництві та землеробстві методиками. Станція територіально розміщена в Семенівському районі Полтавської області в Південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. У короткоротаційній плодозмінній сівозміні проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення на 20–22 см під зернові культури на фоні унесення під буряки $N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома забезпечило найвищу продуктивність цукрових буряків: урожайність коренеплодів та збір цукру становили 39,9 т/га та 6,83 т/га відповідно.

Ключові слова: цукровий буряк, озима пшениця, ячмінь, еспарцет, обробіток ґрунту, оранка, плоскорізне рихлення, добрива.

Вступ

В умовах інтенсивного землеробства актуальним є підвищення продуктивності сільськогосподарських культур шляхом ефективного обробітку ґрунту й удобрення в зернобурякових сівоzmінах, що позитивно впливає на фітосанітарний стан посівів, фізичні й агрохімічні показники ґрунту, збереження та відтворення його родючості.

Обробіток ґрунту, як і науково обґрунтоване чергування культур та система їхнього удобрення, є невід'ємною і важливою складовою частиною технології вирощування культур в різні часи розвитку сільського господарства.

Багаторічні спостереження й аналізи показали, що органічні та мінеральні добрива справляють всебічну дію на умови росту й розвитку культурних рослин. Під їх впливом поліпшується режим живлення культур, засвоєння ґрунтом вологи опадів та інтенсивність її використання рослинами, останні інтенсивніше ростуть, зернові кущаться, протистоять хворобам та шкідникам, несприятливим погодним умовам, бур'янам тощо. Все це й сприяє зростанню врожайності, підвищує її стабільність та якість [4].

Мета роботи – встановлення впливу системи основного обробітку ґрунту на продуктивність сільськогосподарських культур за умови органічної та мінеральної системи їхнього удобрення в короткоротаційних сівоzmінах:

- з'ясувати вплив обробітку ґрунту на продуктивність цукрових буряків, урожайність озимої пшениці, ячменю і еспарцету за умови їхнього удобрення в короткоротаційних сівоzmінах.

Матеріали і методи досліджень

Методи дослідження – загальнонаукові та спеціальні: польовий – стаціонарний дослід для визначення взаємодії об'єктів з природними й агротехнічними факторами; лабораторно-польовий та лабораторний – для встановлення водних і агрохімічних характеристик ґрунту, якості коренеплодів цукрових буряків; вимірювально-ваговий – для визначення біометричних показників росту і розвитку рослин, урожайності культур; кількісно-ваговий – для проведення обліку забур'яненості посівів цукрових буряків, озимої пшениці і ячменю; розрахунково-порівняльний – для визначення продуктивності цукрових буряків, урожайності озимої пшениці, ячменю і еспарцету залежно від обробітку ґрунту й удобрення культур у короткоротаційних сівоzmінах; математично-статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичної обробки експериментальних даних для встановлення достовірності отриманих результатів досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення

Велика амплітуда коливання врожайності сільськогосподарських культур за роками залежить від погодних умов. Протистояти цьому може впровадження науково обґрунтованих сівоzmін, раціональних способів обробітку ґрунту та внесення оптимальних норм добрив. Це не тільки сприятиме зростанню врожайності, а й її стабілізації [3, 18].

В умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції у зернопросапній сівоzmіні для цукрових буряків, як і в інших сівоzmінах, перевага того чи того способу обробітку ґрунту по роках і повтореннях дослідів також була нестійкою, внаслідок чого і середньобагаторічна різниця в урожайності математично недостовірна. Але в окремі роки вона виявлялася істотною.

Систематичне застосування мілкої оранки та плоскорізного обробітку ґрунту в сівоzmінах з цукровими буряками при їх високій концентрації недопустиме, особливо без внесення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив. Водночас, як показали дослідження, поєднання мілкового дискового та плоскорізного обробітку ґрунту під зернові культури з глибокою оранкою під цукрові буряки порівняно до різноглибинної оранки не знижує їхньої урожайності [3]. Систематичне застосування мілкового або безвідвального обробітку ґрунту недоцільне.

Застосування того чи того способу основного обробітку ґрунту при внесенні добрив мало змінює урожайність культур і продуктивність сівоzmін загалом.

На Веселоподільській дослідно-селекційній станції в зернопросапній сівоzmіні при оранці на 20–22 см після глибокого полицевого й безполицевого обробітку під цукрові буряки урожайність ячменю залишалась практично на одному рівні, мало змінювалась вона й на фоні мілкої оранки.

У різних зонах бурякосіяння питання про вплив різних способів основного обробітку ґрунту на продуктивність цукрових буряків, урожайність озимої пшениці і ячменю вирішується неоднозначно.

У зернобурякових сівозмінках у разі проведення різних обробітків ґрунту під сільськогосподарські культури виникають проблеми при їх вирощуванні.

Тому у тривалому стаціонарному досліді в короткоротаційних зернобурякових сівозмінках проводили дослідження різних способів основного обробітку ґрунту під цукрові буряки, озиму пшеницю, ячмінь і еспарцет з метою визначення раціональних обробітків ґрунту під культури в умовах Лівобережного Лісостепу, що вресіт-ресіт повинні забезпечити високу продуктивність буряків, високу врожайність пшениці, ячменю й еспарцету.

Під впливом добрив значно підвищується урожайність усіх сільськогосподарських культур та продуктивність зернобурякових сівозмін [24].

Важливим фактором підвищення урожайності цукрових буряків є застосування добрив [3, 11, 15, 21, 25]. Система удобрення має так покращити і доповнити природну родючість ґрунту, щоб повністю задовільнити потребу цукрових буряків у всіх елементах живлення на запланований врожай [13, 27].

Застосовувати добрива під цукрові буряки насамперед необхідно при розміщенні їх у сівозміні після непарових попередників [4]. Висока норма повного мінерального добрива під цукрові буряки може бути знижена у два рази за умови додаткового внесення 50 т/га гною [16]. Необхідно вносити 40–50 т/га гною під глибоку оранку безпосередньо під цукрові буряки або під попередні їм озимі зернові культури [17].

Сьогодні важливішим повинно бути не досягнення максимальної урожайності цукрових буряків шляхом застосування органічних та мінеральних добрив під буряки, а одержання від них максимального прибутку шляхом раціонального застосування добрив [6].

Добрива мають значний вплив на цукристість коренеплодів цукрових буряків. Стосовно цукристості простежується така закономірність: при підвищенні норми мінеральних добрив – вона знижується. Найкраще цукри накопичуються при внесенні фосфорно-калійних добрив під цукрові буряки [20]. При внесенні високих норм мінеральних туків якість цукрових буряків нерідко знижувалася. При цьому зменшувалися не тільки вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків, але і його вихід при переробці сировини [5].

Добрива під пшеницю, передусім, доцільно застосовувати при її розміщенні після гірших попередників. В умовах недостатнього зволоження продуктивність ячменю залежала від післядії органічної та мінеральної системи удобрення цукрових буряків, а також від особливостей самих сівозмін.

Урожайність цукрових буряків залежить від досконалості всіх елементів технології, найважливішими з яких є розміщення після кращих попередників, оптимальний рівень насиченості сівозміни, зважаючи на ґрунтово-кліматичні умови, застосування економічно виправданих норм добрив, екологічних способів обробітку ґрунту [2, 20, 21, 22, 26].

Внесення добрива є найважливішим засобом збагачення ґрунту поживними речовинами для задоволення потреби цукрових буряків в елементах мінерального живлення [19].

Проведені нами дослідження показали, що в короткоротаційній плодозмінній сівозміні продуктивність цукрових буряків залежала від способів основного обробітку ґрунту і системи удобрення. У разі проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні без добрив, без солом (вар. 9) одержано найнижчу урожайність цукрових буряків – 22,6 т/га (табл. 1).

Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки $N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома (вар. 12) сприяло підвищенню урожайності буряків до рівня 39,2 т/га. Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури, як на фоні застосування під буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ без солом (вар. 10), так і на фоні застосування під них 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома (вар. 11), забезпечило урожайність буряків практично на одному рівні, 37,6 і 38,6 т/га відповідно, що обумовлено високим рівнем забезпечення ґрунту рухомим фосфором і обмінним калієм за умови спільного застосування органічних та мінеральних добрив.

Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення на 20–22 см під зернові культури (комбінований обробіток ґрунту) на фоні без добрив, без солом (вар. 15) спричинило зниження урожайності цукрових буряків до показника 24,2 т/га. У разі проведення комбінованого обробітку ґрунту на удобрених фонах урожайність цукрових буряків підвищилась: за умови внесення під буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ без солом (вар. 16) – до 37,4 т/га, за умови внесення під буряки $N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома (вар. 18) – 39,9 т/га. У разі проведення в сівозміні оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення ґрунту на 20–22 см під зернові

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

культури на фоні застосування під буряки 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ + солома (вар. 17) отримано урожайність коренеплодів – 38,5 т/га.

1. Продуктивність цукрових буряків залежно від способів основного обробітку ґрунту і системи удобрення в короткочасній плодозмінній сівозміні, у середньому за 2016–2019 рр.

Варіант	Спосіб основного обробітку ґрунту під цукрові буряки і зернові культури	Система удобрення цукрових буряків	Продуктивність цукрових буряків		
			урожайність, т/га	цукристість, %	збір цукру, т/га
9	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і 20-22 см під зернові культури (контроль)	Без добрив, без соломи	22,6	17,0	3,87
10	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і 20-22 см під зернові культури (контроль)	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ без соломи	37,6	17,4	6,56
11	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і 20-22 см під зернові культури (контроль)	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома	38,6	17,3	6,66
12	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і 20-22 см під зернові культури (контроль)	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома	39,2	17,6	6,87
15	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і плос-корізі на 20-22 см під зернові культури (комбінований обробіток ґрунту)	Без добрив, без соломи	24,2	16,8	4,06
16	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і плос-корізі на 20-22 см під зернові культури (комбінований обробіток ґрунту)	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ без соломи	37,4	17,1	6,40
17	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і плос-корізі на 20-22 см під зернові культури (комбінований обробіток ґрунту)	25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома	38,5	17,1	6,60
18	Оранка на глибину 30-32 см під цукрові буряки і плос-корізі на 20-22 см під зернові культури (комбінований обробіток ґрунту)	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома	39,9	17,2	6,83
НІР ₀₅ загальна			0,9	0,6	0,23
НІР ₀₅ для ф-ра А (обробіток ґрунту)			0,6	0,5	0,16
НІР ₀₅ для ф-ра В (удобрення)			0,4	0,4	0,12

Отже, проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення ґрунту на 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки N₉₀P₉₀K₉₀ + солома забезпечило найвищу урожайність коренеплодів – 39,9 т/га. Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні без добрив, без соломи та проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення ґрунту на 20–22 см під зернові культури на фоні без добрив, без соломи призвело до найнижчої урожайності буряків, 22,6 і 24,2 т/га відповідно.

Окрім урожайності цукрових буряків важливим показником, на який впливають обробіток ґрунту і дози добрив під буряки, є їх цукристість [1, 8, 20].

Результати наших досліджень показали, що за умови проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки N₁₄₀P₉₀K₉₀ + солома (вар. 12), цукристість коренеплодів буряків складала 17,6 % і була більшою на 0,3 % порівняно із проведенням оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ + солома (вар. 11), що обумовлено підвищенням рівнем

азоту (див. табл. 1). За умови проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні застосування під буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ без соломи (вар. 10) відмічена цукристість коренеплодів – 17,4 %.

Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення ґрунту на 20–22 см під зернові культури (комбінований обробіток ґрунту) як на фоні внесення під буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ без соломи (вар. 16), так і на фоні внесення під них 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома (вар. 17), забезпечило рівнозначну цукристість коренеплодів буряків, 17,1 і 17,1 % відповідно.

Отже, проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні застосування під буряки $N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома забезпечило найвищу цукристість коренеплодів – 17,6 %. Комбінований обробіток ґрунту на фонах внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ без соломи і 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома сприяв цукристості коренеплодів буряків, 17,1 і 17,1 % відповідно.

Збір цукру залежав від способів основного обробітку ґрунту під культури в сівозміні і системи удобрення цукрових буряків. Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури на фоні без добрив, без соломи (вар. 9) та проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення ґрунту на 20–22 см під зернові культури на фоні без добрив, без соломи (вар. 15) призвело до найнижчого збору цукру, 3,87 і 4,40 т/га відповідно (див. табл. 1). У разі проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і 20–22 см під зернові культури, як на фоні застосування під буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ без соломи (вар. 10), так і на фоні застосування під них 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома (вар. 11), одержано збір цукру практично на одному рівні, 6,56 і 6,66 т/га відповідно. Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення на 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки 25 т/га гною + $N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома (вар. 12) забезпечило найвищий збір цукру – 6,87 т/га.

Отже, за умови проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення на 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки $N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома одержано найвищу продуктивність цукрових буряків: урожайність коренеплодів та збір цукру становили 39,9 т/га та 6,83 т/га відповідно.

Результати наших досліджень у короткоротаційній плодозмінній сівозміні показали, що урожайність озимої пшениці залежала від способів основного обробітку ґрунту і системи удобрення. За умови проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під озиму пшеницю на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 15) відмічено найнижчу урожайність зерна озимої пшениці – 3,77 т/га (табл. 2).

Проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під озиму пшеницю за умови застосування за ротацію сівозміні в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ без соломи, без гички (вар. 16), 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 17) і $N_{46,2}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 18) сприяло суттєвому підвищенню урожайності озимої пшениці до рівня 4,51; 5,02 і 4,56 т/га відповідно, тобто у разі проведення плоскорізного розпушення ґрунту на удобрених фонах спостерігали значне підвищення урожайності пшениці порівняно з неудобреним фоном. Проведення оранки на глибину 20–22 см під озиму пшеницю за умови внесення за ротацію сівозміні в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ без соломи, без гички (вар. 10), 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 11) і $N_{46,2}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 12), це забезпечило збільшення урожайності пшениці до рівня 4,72; 4,95 і 5,01 т/га відповідно, тоді як на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 9) урожайність пшениці становила 3,85 т/га, тобто за умови проведення оранки під озиму пшеницю на удобрених фонах спостерігали підвищення урожайності пшениці порівняно з неудобреним фоном. Варто підкреслити, що проведення оранки на глибину 20–22 см під озиму пшеницю на удобрених фонах (вар. 10 і 12) сприяло суттєвому підвищенню урожайності пшениці на 0,21 і 0,45 т/га відповідно порівняно з проведенням плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під пшеницю на удобрених фонах (вар. 16 і 18).

Отже, в короткоротаційній плодозмінній сівозміні на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички, як за умови проведення оранки на глибину 20–22 см під озиму пшеницю, так і за умови проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під пшеницю, відмічено найнижчу урожайність зерна пшениці, 3,85 і 3,77 т/га відповідно. На удобрених фонах проведення оранки на глибину 20–22 см під озиму пшеницю забезпечило суттєве підвищення урожайності зерна пшениці на 0,21 і 0,45 т/га відповідно порівняно з проведенням плоскорізного розпушення ґрунту під культуру.

2. Урожайність озимої пшениці залежно від способів основного обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній плодозмінній сівозміні, у середньому за 2015–2018 рр.

Варіант	Спосіб основного обробітку ґрунту під озиму пшеницю	Система удобрення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі	Урожайність озимої пшениці, т/га
9	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	Без добрив, без соломи, без гички	3,85
10	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} без соломи, без гички	4,72
11	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	4,95
12	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	N _{46,2} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	5,01
15	Плоскоріз на глибину 20-22 см	Без добрив, без соломи, без гички	3,77
16	Плоскоріз на глибину 20-22 см	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} без соломи, без гички	4,51
17	Плоскоріз на глибину 20-22 см	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	5,02
18	Плоскоріз на глибину 20-22 см	N _{46,2} P _{33,82} K _{33,8} + солома + гичка	4,56
НІР ₀₅ загальна			0,28
НІР ₀₅ для ф-ра А (обробіток ґрунту)			0,20
НІР ₀₅ для ф-ра В (удобрення)			0,14

У результаті досліджень рекомендовано в польових сівозмінах використовувати комбіновану систему основного обробітку ґрунту, яка передбачає оранку під цукрові буряки на 30–32 см і поверхневий або мілкий обробіток під зернові та кормові культури [7].

Постійний плоскорізний обробіток ґрунту призводить до істотного зниження продуктивності всіх культур сівозміни. Потрібно відмітити, що удобрення цукрових буряків деякою мірою впливало на урожайність ячменю.

Найвищу врожайність зерна ячменю одержали від післядії мінеральної системи удобрення у поєднанні з елементами біологічного землеробства – заорюванням соломи зернових та гички цукрових буряків протягом ротації сівозміни. Урожай зернових культур як озимої пшениці, так і ячменю, збільшувався лише у разі застосування N₆₀P₄₅K₆₀. Подвійна норма NPK, як і норма гною під цукрові буряки, на урожай зерна практично не впливали, при цьому сильніше на мінеральні добрива реагував ячмінь [23].

Необхідно підкреслити, що в багатьох випадках під ячмінь добрива не вносять, розраховуючи на активність цієї культури щодо використання їх післядії. Вона дійсно є, і тим більша, чим вищі норми добрив застосовували під попередні культури. Як відмічали раніше у проведених дослідженнях у плодозмінній, просапній і зернопаропросапній короткоротаційних сівозмінах під ячмінь проводили оранку на глибину 20–22 см і вирощували його на післядії добрив, унесених під цукрові буряки. Встановлено, що у плодозмінній сівозміні на фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 9) одержано найнижчу врожайність ячменю – 3,77 т/га (табл. 3).

Внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ + солома + гичка (вар. 11) сприяло зростанню урожайності ячменю в сівозміні з еспарцетом на 0,22 т/га. Вирощування ячменю у просапній сівозміні на фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 27) і в зернопаропросапній сівозміні на фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 45) вплинуло на зменшення урожайності ячменю на 0,30 і 0,27 т/га відповідно порівняно з неудобреним фоном у плодозмінній сівозміні (вар. 9). У просапній сівозміні застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ + солома + гичка (вар. 29) у післядії забезпечило зростання урожайності ячменю до рівня 3,92 т/га, тоді як на фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 27) урожайність ячменю становила лише 3,07 т/га. У зернопаропросапній сівозміні на фоні внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ + солома + гичка (вар. 47) відміче-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

но підвищення урожайності ячменю до величин 3,89 т/га, що було більше на 0,79 т/га порівняно з фоном без добрив, без соломи, без гички (вар. 45). Потрібно відзначити, що застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{120}K_{90}$ + солома + гичка мало післядію на вирощування ячменю та сприяло у плодозмінній (вар. 11), просапній (вар. 29) і зернопаропросапній (вар. 47) сівозмiнах отриманню урожайності ячменю на одному рівні, 3,99; 3,92 і 3,89 т/га відповідно.

3. Урожайність ячменю за умови проведення оранки залежно від системи його удобрення в короткоротаційних зернобурякових сівозмiнах, у середньому за 2017–2020 рр.

Варіант	Вид сівозміни	Система удобрення ячменю (на післядії добрив, унесених під цукрові буряки)	Урожайність ячменю, т/га
9	Плодозмінна	Без добрив, без соломи, без гички	3,37
11		25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома + гичка	3,99
27	Просапна	Без добрив, без соломи, без гички	3,07
29		25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома + гичка	3,92
45	Зернопаропросапна	Без добрив, без соломи, без гички	3,10
47		25 т/га гною + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + солома + гичка	3,89
НІР ₀₅ загальна			0,30
НІР ₀₅ для ф-ра А (обробіток ґрунту)			0,19
НІР ₀₅ для ф-ра В (удобрення)			0,13

Отже, у плодозмінній сівозміні на фоні без добрив, без соломи, без гички одержано найнижчу врожайність ячменю – 3,07 т/га. Застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + гичка в післядії забезпечило у плодозмінній, просапній і зернопаропросапній сівозмiнах одержання урожайності ячменю на одному рівні, 3,99; 3,92 і 3,89 т/га відповідно.

Застосування в зернобурякових сівозмiнах мінеральних і органічних добрив під цукрові буряки, озиму пшеницю, кукурудзу на силос забезпечує достатнє живлення в післядії для гороху, ячменю, багаторічних трав [12, 14, 28].

Оскільки у виробництві органічні та мінеральні добрива найчастіше застосовують під цукрові буряки, то наступні ячмінь і багаторічні трави використовують лише післядію елементів живлення, які вносили під буряки [27].

Проведені дослідження показали, що в короткоротаційній плодозмінній сівозміні за умови проведення оранки на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету на фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 9) одержано найнижчу врожайність сіна еспарцету – 4,98 т/га (табл. 4).

Проведення оранки на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету за умови застосування за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (11) сприяло підвищенню урожайності сіна еспарцету до рівня 8,17 т/га. Проведення оранки на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету, як за внесення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ без соломи, без гички (вар. 10), так і за умови внесення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі $N_{46,2}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 12), забезпечило урожайність сіна еспарцету на рівні, 7,98 і 6,70 т/га відповідно.

Проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету на фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 15) призвело до зниження урожайності сіна еспарцету до показника 4,83 т/га. За умови проведення плоскорізного розпушення ґрунту на удобрених фонах урожайність сіна еспарцету підвищилась: за умови застосування за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ без соломи, без гички (вар. 16) – до 8,62 т/га, за умови застосування за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі $N_{46,2}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 18) – 7,83 т/га. У разі проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету за умови внесення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$ + солома + гичка (вар. 17) одержано найвищу урожайність сіна еспарцету – 8,82 т/га.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

4. Урожайність еспарцету залежно від способів основного обробітку ґрунту під ячмінь з підсівом еспарцету і фону його удобрення в короткоротаційній плодозмінній сівозміні, у середньому за 2017–2020 рр.

Варіант	Спосіб основного обробітку ґрунту під ячмінь з підсівом еспарцету	Система удобрення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі	Урожайність сіна еспарцету, т/га
9	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	Без добрив, без соломи, без гички	4,98
10	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} без соломи, без гички	7,98
11	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	8,17
12	Оранка на глибину 20-22 см (контроль)	N _{46,2} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	6,70
15	Плоскоріз на глибину 20-22 см	Без добрив, без соломи, без гички	4,83
16	Плоскоріз на глибину 20-22 см	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} без соломи, без гички	8,62
17	Плоскоріз на глибину 20-22 см	6,25 т гною + N _{33,8} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	8,82
18	Плоскоріз на глибину 20-22 см	N _{46,2} P _{33,8} K _{33,8} + солома + гичка	7,83
НІР ₀₅ загальна			0,39
НІР ₀₅ для ф-ра А (обробіток ґрунту)			0,21
НІР ₀₅ для ф-ра В (удобрення)			0,15

Отже, за умови проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету у разі внесення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8} + солома + гичка одержано найвищу врожайність сіна еспарцету – 8,82 т/га.

Висновки

За результатами проведених досліджень продуктивності сільськогосподарських культур у короткоротаційних зернобурякових сівозмінах можна зробити такі висновки:

1. Проведення оранки на глибину 30–32 см під цукрові буряки і плоскорізного розпушення на 20–22 см під зернові культури на фоні внесення під буряки N₁₄₀P₉₀K₉₀ + солома забезпечило найвищу продуктивність цукрових буряків: урожайність коренеплодів та збір цукру становили 39,9 т/га та 6,83 т/га відповідно.

2. У короткоротаційній плодозмінній сівозміні на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички, як за умови проведення оранки на глибину 20–22 см під озиму пшеницю, так і за умови проведення плоскорізного розпушення ґрунту на 20–22 см під пшеницю, відмічено найнижчу врожайність зерна пшениці, 3,85 і 3,77 т/га відповідно. На удобрених фонах проведення оранки на глибину 20–22 см під озиму пшеницю забезпечило суттєве підвищення урожайності зерна пшениці на 0,21 і 0,45 т/га відповідно порівняно із проведенням плоскорізного розпушення ґрунту під культуру.

3. У плодозмінній сівозміні на фоні без добрив, без соломи, без гички одержано найнижчу врожайність ячменю – 3,07 т/га. У плодозмінній, просапній і зернопаропросапній сівозмінах на фоні застосування під цукрові буряки добрив у дозі 25 т гною + N₉₀P₉₀K₉₀ + солома + гичка відмічена післядія їх на ячмінь, що сприяло істотному підвищенню його урожайності на 0,22; 0,85 і 0,79 т/га відповідно порівняно з фоном без добрив, без соломи, без гички.

4. У плодозмінній сівозміні з короткою ротацією за умови проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під ячмінь з підсівом еспарцету за умови внесення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,2 т гною + N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8} + солома + гичка отримано найвищу врожайність сіна еспарцету – 8,82 т/га.

Отже, в усіх зонах бурякосіяння України в зернобурякових сівозмiнах під цукрові буряки необхідно застосовувати оптимальну систему удобрення за умови раціонального поєднання органічних та мінеральних добрив, що в післядії забезпечуватиме достатнє живлення для ячменю. У зоні недостатнього зволоження дослідних даних про вплив удобрення цукрових буряків, озимої пшениці й ячменю, продуктивність буряків, урожайність пшениці, ячменю і еспарцету – вкрай недостатньо.

Перспективи подальших досліджень. Потрібно дослідити вплив системи удобрення цукрових буряків, озимої пшениці, ячменю і еспарцету на продуктивність буряків, урожайність пшениці, ячменю і еспарцету в короткоротаційних зернобурякових сівозмiнах в умовах недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України.

References

1. Arkusha, V. Yu., & Budzherak, A. I. (1997). Osoblyvosti udobrennia tsukrovyykh buriakiv na chornozemakh rehradovanykh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi. Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi.* (s. 140–144). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
2. Barshtein, L. A. (1997). Osnova tekhnologii vyroshchuvannya tsukrovyykh buriakiv. *Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi.* (s. 3–5). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
3. Barshtein, L. A., Shkarednyi, I. S., & Yakymenko, V. M. (2002). *Sivozminy, obrobitok gruntu ta udobrennia v zonakh buriakosiiannia.* Kyiv: Tenar [In Ukrainian].
4. Barshtein, L. A., Shkarednyi, I. S., & Yakymenko, V. M. (1998). Dobryvam – maksymalnu viddachu. *Tsukrovi Buriaky*, 5, 10–11 [In Ukrainian].
5. Barshtein, L. A., Yakymenko, V. M., & Shkarednyi, I. S. (1997). Dobryva – holovnyi faktor pidvyshchennia vrozhaivosti silskohospodarskykh kultur ta rodiuchosti gruntiv. *Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi.* (s. 99–113). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
6. Barshtein, L. A., Yakymenko, V. M., Shkarednyi, I. S., Odrekivskyi, A. F., & Petrova, O. T. (2000). Shliakhy pidvyshchennia vykorystannia orhanichnykh dobryv. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Tsukrovyykh Buriakiv UAAN*, 2 (2), 189–194 [In Ukrainian].
7. Barshtejn, L. A., Shkarednyj, I. S., & Yakimenko, V. N. (1997). Nauchnye sistemy zemledeliya. *Saharnaya Svekla*, 7, 11–13 [In Russian].
8. Bedrynets, V. K., & Budzherak, A. I. (1997). Vplyv system udobrennia i zakhystu roslyn na produktyvnist ta ekolohichnu chystotu tsukrovyykh buriakiv. *Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi.* (s. 145–148). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
9. Chaika, T. O. (2012). Pereshkody na shliakhu rozvytku orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 2 (66), 126–131. Retrieved from: <https://dspace.organicplatform.org/xmlui/bitstream/handle/data/160/30%20pdf.pdf?sequence=1> [In Ukrainian].
10. Chaika, T. O. (2014). Formuvannia rynku orhanichnoi silskohospodarskoї produktsii. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka.* Zhytomyr: «Polissia». Retrieved from: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4779> [In Ukrainian].
11. Cheriachukin, M. I., Hryhorieva, O. M., Hryhoriev, M. I., & Sushko, T. P. (2001). Efektyvnist dobryv i obrobitku gruntu pid tsukrovi buriaky v pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Tsukrovi Buriaky*, 1, 12–13 [In Ukrainian].
12. Kudzin, Yu. K., Suhobrus, S. V., & Stepanenko, A. Ya. (1975). Velichina i dinamika urozhaev kultur sevooborota pri dlitelnom primenenii udobrenij. *Agrohimiya*, 3, 3–9 [In Russian].
13. Kyryliuk, V. P. (2008). Vplyv system osnovnoho obrobitku gruntu ta udobrennia na produktyvnist tsukrovyykh buriakiv. *Tsukrovi Buriaky*, 3–4, 31–33 [In Ukrainian].
14. Ligm, S. T. (1968). Prodolzhitel'nost posledejstviya udobrenij na vyshelochennykh chernozemakh i ego svyaz s sistemoy udobrenij v sevooborote. *Agrohimiya*, 12, 26–27 [In Russian].
15. Mazur, H. M. (2007). Vplyv system udobrennia na tekhnolohichnu yakist koreneplodiv tsukrovyykh buriakiv. *Tsukrovi Buriaky*, 5, 9–11 [In Ukrainian].
16. Molchanov, I. B., & Zinchenko, A. M. (2005). Rol udobrenij v formirovanii urozhaivnosti koreneplov. *Saharnaya Svekla*, 7, 34–35 [In Russian].
17. Nalivajko, S. E. (2009). Intensivnaya tehnologiya vozdeleyvaniya saharnoj svekly v zone Severnogo Kavkaza. *Saharnaya Svekla*, 1, 29–30 [In Russian].
18. Pastukh, M. O., Herasymenko, V. V., & Mostovna, N. A. (2008). Vykorystannia produktyvnoi volohy, dobryva i pozhyvnyi rezhym gruntu. *Tsukrovi Buriaky*, 3–4, 33–34 [In Ukrainian].

-
19. Petrov, V. A., & Zubenko, V. F. (1981). *Sveklvodstvo*. Moskva: Kolos [In Russian].
20. Shymanska, N. K. (1997). *Vplyv biolohichnoho azotu na produktyvnist kultur sivozminy. Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi*. (s. 125–140). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
21. Tsvei, Ya. P. (2005). Naukovi pryntsypy perebudovy sivozmin. *Tsukrovi Buriaky*, 1, 7–9 [In Ukrainian].
22. Tsvei, Ya. P., & Horobets, A. M. (2006). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin v Lisostepu Ukrainy. *Tsukrovi Buriaky*, 6, 10–11 [In Ukrainian].
23. Vostruhin, N. P. Vostruhina, N. P., & Usovich, G. S. (1996). Nuzhny li vysokie dozy. *Saharnaya Svekla*, 9, 18–19 [In Russian].
24. Yakymenko, V. M., Barshtein, L. A., Odrekivskyi, A. F., Petrova, O. T., & Dubovyi, Yu. V. (2000). Vplyv umov vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur na yikh urozhainist ta vykorystannia elementiv zhyvlennia. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Tsukrovykh Buriakiv UAAN*, 2 (2), 58–65 [In Ukrainian].
25. Zarishnyak, A. S., & Sypko, A. A. (2007). Utilizaciya othodov zhivotnovodstva i rastenievodstva. *Saharnaya Svekla*, 8, 19–20 [In Russian].
26. Zaryshniak, A. S., & Yakusyk, M. M. (2003). Vplyv form fosfornykh dobryv na produktyvnist tsukrovyykh buriakiv. *Tsukrovi Buriaky*, 6, 13–14 [In Ukrainian].
27. Zaryshniak, A. S., Rutska, S. I., & Kolibabchuk, T. V. (2002). Dobryva, vrozhaunist ta vynos elementiv zhyvlennia. *Tsukrovi Buriaky*, 1, 6–7 [In Ukrainian].
28. Zubenko, V. F., Barshtejn, L. A., Dmitriev, I. A., & Kolomiec, A. P. (1979). *Agrotehnicheskie osnovy sevooborotov (izd. 2-e, pererab. i dop.)*. Kiev: “Urozhaj” [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 18.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспелов С. В., Левченко Л. М., Чайка Т. О., Перепелиця А. А., Шандиба В. О., Попова К. М. Продуктивність культур у короткоротаційних сівозмінах залежно від обробітку ґрунту й удобрення в умовах Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 69–79.

© Поспелов Сергій Вікторович, Левченко Лариса Миколаївна, Чайка Тетяна Олександрівна, Перепелиця Аліна Анатоліївна, Шандиба Валентина Олегівна, Попова Катерина Миколаївна, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 632.4:632.95 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.09

EFFECTIVENESS OF FUNGICIDAL CONTROL OF DOMINANT TOMATO DISEASES

G. D. Pospelova*

N. P. Kovalenko

N. I. Nechyporenko

S. V. Pospelov

I. A. Poliakov

V. Y. Tur

ORCID  [0000-0002-8030-1166](https://orcid.org/0000-0002-8030-1166)

ORCID  [0000-0001-5998-1745](https://orcid.org/0000-0001-5998-1745)

ORCID  [0000-0003-2572-9095](https://orcid.org/0000-0003-2572-9095)

ORCID  [0000-0003-0433-2996](https://orcid.org/0000-0003-0433-2996)

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

*Corresponding author

E-mail: ganna.pospelova@pdaa.edu.ua

How to Cite

Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., Pospelov, S. V., Poliakov, I. A., & Tur, V. Y. (2020). Effectiveness of fungicidal control of dominant tomato diseases. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 80–85. doi: 10.31210/visnyk2020.04.09

The peculiarities of spreading and developing *Alternaria blight* (*Alternaria solani*) and *Phytophthora rot* (*Phytophthora infestans*) on plants of Raspberry Vicante tomatoes during the growing season in 2019–2020 on production plantations were studied. The influence of hydrothermal conditions on spreading and developing dominant tomato diseases in the Forest-Steppe zone of Ukraine was determined. It has been noted that weather conditions of 2019 (the alternation of hot dry weather with rains and abundant dews) contributed to *Alternaria blight* spreading: 12.3 % in flowering phase and 26.3 % in fruiting phase. Moreover, the intensity of the disease development during fruit formation reached a maximum value of 32.3 %, which was 12.5 % higher than in the flowering phase. In order to control *Alternaria blight* and *Phytophthora rot* on tomatoes of Raspberry Vicante variety, the effect of different chemical group fungicides were studied. Rydomil Gold MC 680 g/l WG preparation (metalaxyl-M, 40 g/kg + mancozeb, 640 g/kg) was chosen as a standard, the effectiveness of which was compared with more modern preparations: Cabrio Duo, 112 g/l k.e. (pyraclostrobin, 40 g/l + dimetomorph, 72 g/l) and Consento, 450 g/l k.e. (phenamidone 75 g/l + propamocarb hydrochloride, 375 g/l). The studied fungicides were characterized by high fungistatic activity, but the causative agents of *Alternaria blight* and *Phytophthora rot* showed different sensitivity to the active substances. Cabrio Duo, 112 g/l k.e. (suppressed the disease development by 78.5 %) and Consento, 450 g/l k.e. (suppressed the disease development by 85.2 %) were more effective in comparison to the standard preparation Rydomil Gold, 680 g/l v.g. for the protection of plants against *Phytophthora rot*. The similar effect was observed for *Alternaria blight*: Cabrio Duo, 112 g/l k.e., was the most effective with technical efficacy of 83.4 %. This indicator was 23.6 % higher than the standard. The effectiveness of Consento fungicide, 450 g/l k.s. was slightly lower (4.5 %) than that of Cabrio Duo, 112 g/l k.e., but it was 28.1 % higher in comparison with Rydomil Gold fungicide, 680 g/l v.g. (59.8 %). The conducted studies confirm the specific activity of selected fungicides against diseases caused by lower (*Phytophthora infestans*) and higher (*Alternaria solani*) fungi. Analyzing the composition of complex of active substances of the two studied preparations, it has been assumed that mentioned specificity is ensured by a combination of two active substances: pyraclostrobin and dimetomorph for Cabrio Duo; and phenamidone and propamocarb hydrochloride for Consento. A slightly lower effectiveness of Cabrio Duo as compared with Consento may indicate the devel-

opment of resistance in the population of *Phytophthora* rot causative agent to strobilurin. Concento showed a synergistic effect of active substances which increased the total fungi-toxic effect of the preparation and, thus, its technical efficacy. A relatively low technical effectiveness of Rydomil Gold may be associated with the development of resistance of *Phytophthora* rot and *Alternaria* blight causative agent to metalaxyl-M and mancozeb.

Key words: tomatoes, *Alternaria* blight, *Phytophthora* rot, fungicides, technical effectiveness, active substance.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНГІЦИДНОГО КОНТРОЛЮ ДОМІНУЮЧИХ ХВОРОБ ТОМАТІВ

Г. Д. Поспєлова, Н. П. Коваленко, Н. І. Нечипоренко, С. В. Поспєлов, І. А. Поляков, В. Ю. Тур

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Досліджено особливості поширеності та розвитку альтернаріозу (*Alternaria solani*) і фітофторозу (*Phytophthora infestans*) на рослинах томатів сорту Малинове віканте протягом вегетації в 2019–2020 рр. на виробничих плантаціях. Визначено вплив гідротермічних умов на поширеність і розвиток домінуючих хвороб томатів у Лісостеповій зоні України. Відмічено, що погодні умови 2019 року (чергування спекотної посушливої погоди з дощами і рясними росами) сприяли поширеності альтернаріозу: у фазі цвітіння – 12,3 %, у фазі плодоношення – 26,3 %. При цьому інтенсивність розвитку хвороби в період формування плодів досягла максимального значення 32,3 %, що на 12,5 % вище, ніж у фазі цвітіння. З метою контролю альтернаріозу і фітофторозу на томатах сорту Малинове віканте досліджено дію фунгіцидів різних хімічних груп. В якості еталона обрано препарат Ридоміл Голд МЦ 680 г/л WG, (металаксил-М, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), ефективність якого порівнювалася з більш сучасними препаратами: Кабріо Дуо, 112 г/л к.е. (піраклостробін, 40 г/л + диметоморф, 72 г/л) та Консенто, 450 г/л к.с. (фенамідон 75 г/л + пропамокарб-гідрохлорид, 375 г/л). Досліджувані фунгіциди характеризувалися високою фунгістатичною активністю, однак збудники альтернаріозу і фітофторозу виявляли різну чутливість до діючих речовин. У захисті рослин проти фітофторозу більш ефективними, у порівнянні з еталонним препаратом Ридоміл Голд, 680 г/л в.г. виявилися Кабріо Дуо, 112 г/л к.е. (пригнічував розвиток хвороби на 78,5 %) та Консенто, 450 г/л к.с. (пригнічував розвиток хвороби на 85,2 %). Аналогічна тенденція прослідковувалася відносно альтернаріозу: найбільш ефективним був препарат Кабріо Дуо, 112 г/л к.е., технічна ефективність якого становила 83,4 %. Даний показник на 23,6 % вищий ніж у еталону. Ефективність фунгіциду Консенто, 450 г/л к.с. децю нижча (на 4,5 %) ніж у Кабріо Дуо, 112 г/л к.е., але на 28,1 % вища порівняно з фунгіцидом Ридоміл Голд, 680 г/л в.г. (59,8 %). Проведені дослідження підтверджують специфічну активність обраних фунгіцидів відносно хвороб, які спричиняються нижчими (*Phytophthora infestans*) і вищими (*Alternaria solani*) грибами. Аналізуючи склад комплексу діючих речовин обох досліджуваних препаратів, зроблено припущення, що зазначена специфічність забезпечується поєднанням двох діючих речовин: для Кабріо Дуо – піраклостробіном і диметоморфом, а для Консенто – фенамідон і пропамокарб-гідрохлоридом. Децю нижча ефективність препарату Кабріо Дуо, порівняно з Консенто, може свідчити про формування резистентності у популяції збудника фітофторозу відносно стробілуринової діючої речовини, тоді як у фунгіцида Консенто проявилася синергія діючих речовин, що підвищило сумарну фунгітоксичну дію препарату і відповідно технічну ефективність. Порівняно низька технічна ефективність Ридомілу Голд можливо пов'язана з формуванням резистентності збудників фітофторозу та альтернаріозу до металаксилу-М і манкоцебу.

Ключові слова: помідори, альтернаріоз, фітофтороз, фунгіциди, технічна ефективність, діюча речовина.

Вступ

Сучасне овочівництво і тенденції його розвитку передбачають впровадження нових високоефективних технологій вирощування овочевих культур, що забезпечують не тільки збільшення урожайності і покращення якості продукції, але й зменшення затрат на її виробництво.

Однією з причин зниження урожаю та якості овочевої продукції є ураження овочевих культур хворобами, втрати від яких становлять в середньому до 30 %, а в окремі роки досягають і 50 % [1, 2].

Серед технологічних прийомів вирощування овочевих культур однією з найважливіших складо-

вих є хімічний захист рослин від шкідливих організмів [3–5].

Найбільш популярною овочевою культурою є томат (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Його продуктивність значною мірою залежить від хвороб, переважно грибної етіології. Найбільш шкодочинними серед них є фітофтороз та альтернаріоз [1, 6–8]. За даними ряду авторів, у епіфітотійні роки розвитку фітофторозу втрати врожаю досягають 80–100 % [1, 6, 8], а альтернаріозу 70–80 % [2, 9].

В природних умовах Полісся, Лісостепу і Степу існує реальна можливість постійного зараження культурних і дикорослих пасльонових рослин збудниками фітофторозу та альтернаріозу. У збереженні, накопиченні та циркуляції інфекції важливу роль відіграють різні види бур'янів, поширені на плантаціях томатів. Постійна зміна рослин-господарів у поєднанні з адаптацією до підвищених температур та інших несприятливих умов середовища, забезпечують збудникам захворювань можливість виживання в критичні періоди і, тим самим, сприяють істотному розширенню ареалу хвороб, зростанню патогенних властивостей та реалізації процесів формоутворення в популяції патогенів. Активна циркуляція інфекції в природних умовах значною мірою підвищує уражуваність культури [10].

Захист рослин від фітофторозу та альтернаріозу на сьогодні розглядають як проблему, вирішення якої потребує, з одного боку, впровадження у виробництво нових хімічних груп фунгіцидів, з іншого – використання стійких сортів. Ефективність хімічних засобів захисту знижується внаслідок швидкого формування у грибів резистентних до фунгіцидів форм, а збільшення доз препаратів неприпустиме [11–13].

У той же час, ефективність фунгіцидів знижується внаслідок здатності грибів формувати резистентні біотипи, що вимагає постійної роботи щодо моніторингу структури популяцій патогенів, їх біологічних властивостей, патогенності, спеціалізації, напрямків формоутворюючих процесів тощо [4].

Мета дослідження: з'ясувати особливості поширеності та розвитку альтернаріозу і фітофторозу на рослинах томату за застосування нового асортименту фунгіцидів у період вегетації.

Для реалізації поставленої мети вирішувалися наступні **завдання:** проведення фітопатогенного моніторингу в посівах томатів; оцінка ступеня поширеності і розвитку хвороб протягом вегетації; визначення технічної ефективності досліджуваних фунгіцидів.

Матеріали і методи досліджень

Робота проводилася протягом 2019–2020 рр. на кафедрі захисту рослин Полтавської державної аграрної академії. Дослідження виконувалися на виробничих плантаціях томатів сорту Малинове віканте фермерського господарства в умовах Зінківського району. Сорт ранньостиглий, кущ компактний, низькорослий, не вимагає підв'язування та пасинкування; плоди малинового забарвлення. Цінується за відмінні смакові якості та високу врожайність.

Задіяне в дослідженнях поле було розташоване на чорноземних ґрунтах. При вивченні екологічних особливостей та біології збудників фітофторозу та альтернаріозу використовувалися метеорологічні показники Полтавського обласного гідрометцентру.

Облік поширеності фітофторозу та альтернаріозу на томатах у період вегетації здійснювався методом маршрутних обстежень за загальноприйнятими методиками [14].

Тест-об'єктами в дослідженнях слугували фунгіциди: Ридоміл Голд МЦ (стандарт) 680 г/л в.г., Кабріо Дуо, 112 г/л к.с., Консенто, 450 г/л к.с. [15]. Обприскування проводили до появи перших ознак прояву хвороб [16].

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом вегетації 2019–2020 років на дослідних ділянках виробничих плантацій томатів сорту Малинове віканте спостерігали розвиток альтернаріозу (*Alternaria solani*) і фітофторозу (*Phytophthora infestans*). Поширення та інтенсивність розвитку хвороб залежала від гідротермічних умов вегетаційного періоду.

Ураження сухою плямистістю, або альтернаріозом, відмічали у фазах цвітіння – плодоутворення культури. Перші ознаки в роки досліджень реєструвалися на листках на початку червня (рис. 1–2).

В умовах 2019 року поширеність хвороби у фазі цвітіння становила 12,3 %. Сприятливі погодні умови (чергування спекотної посушливої погоди з дощами і рясними росами) призвели до наростання інфекції і у фазі плодоношення інтенсивність розвитку альтернаріозу досягла максимального значення 32,3 %, що на 12,5 % вище ніж у фазі цвітіння (рис. 1).

Симптоматичні ознаки хвороби реєструвалися не тільки на листках томатів, але й на плодах у вигляді темно-бурих плям. Поширеність хвороби була значною і становила в середньому по варіантах 26,3 %.

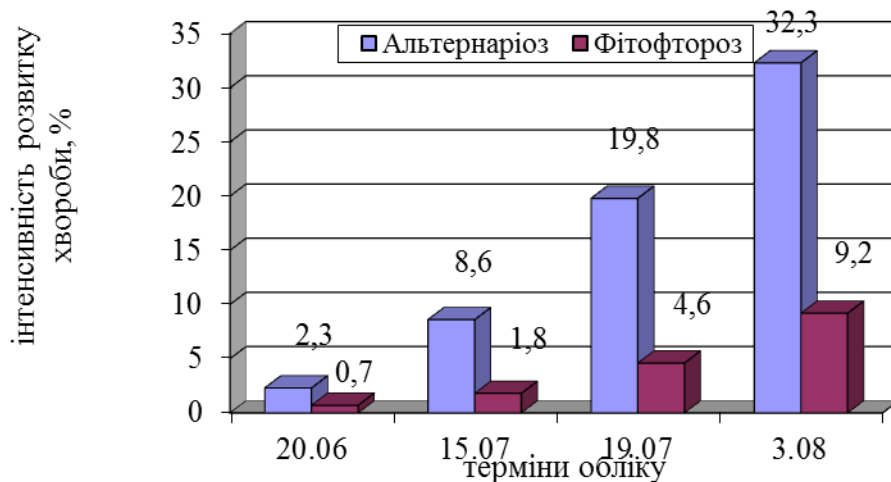


Рис. 1. Динаміка розвитку хвороб томатів сорту Малинове віканте в 2019 році без застосування фунгіцидів

У 2020 році кліматичні умови періоду вегетації суттєво відрізнялися від умов 2019 року. Спостерігались різкі коливання ГТК від 0,89 до 0,16 у фазі цвітіння та від 0,24 до 0,59 у фазі плодоутворення. Такі умови не були критичними для розвитку альтернаріозу, його поширеність у період цвітіння реєструвалась на рівні – 8,5 %, що майже в півтора рази менше, ніж у попередньому році (рис. 2). Наростання інфекції відбувалося в межах середнього і нижнього ярусів листків. Поширеність хвороби в фазу плодоутворення становила 18,4 %, а інтенсивність розвитку – 21,4 %.

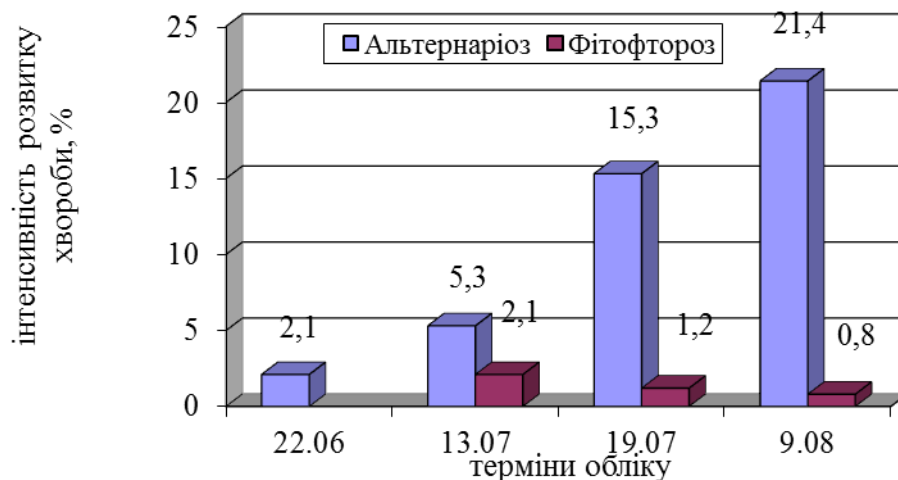


Рис. 2. Динаміка розвитку хвороб томатів сорту Малинове віканте в 2020 році без застосування фунгіцидів

Роки дослідження характеризувалися лише незначними періодами, сприятливими для розвитку фітофторозу. Його прояв у вигляді поодиноких плям на нижніх листках томатів реєстрували в кінці червня 2019 р., тоді як у 2020 р. хвороба в даний період не проявлялась. Поширеність фітофторозу була незначною в 2019 році – 5,5 %, в 2020 році – 2,2 %.

Фактично до кінця липня спостерігалось поступове наростання інфекції, але активне ураження плодів і їх гниття відмічалось лише у 2019 році, при інтенсивності ураження 9,2 %.

В серпні 2019 р. ситуація кардинально змінилась, кількість опадів за місяць становила лише 14,3 мм за температури повітря 23,6°C; розрахований гідротермічний коефіцієнт був надзвичайно низьким – 0,2. У 2020 р. в цей же період кількість опадів теж була незначною – 2,4 мм. Умови, що склалися, призвели до депресивного стану популяції збудника фітофторозу.

Таким чином, розвиток досліджуваних хвороб значною мірою залежав від погодних умов періоду вегетації рослин.

З метою контролю альтернаріозу і фітофторозу на томатах сорту Малинове віканте ми досліджували фунгіциди різних хімічних груп. В якості еталону був обраний препарат

Ридоміл Голд МЦ 680 г/л WG, (металаксил-М, 40 г/кг + манкоцеб, 640 г/кг), ефективність якого порівнювалася з більш сучасними препаратами: Кабріо Дуо, 112 г/л к.е. (піраклостробін, 40 г/л + диметоморф, 72 г/л) та Консенто, 450 г/л к.с. (фенамідон 75 г/л + пропамокарб-гідрохлорид, 375 г/л). Досліджувані фунгіциди характеризувалися високою фунгістатичною активністю, однак збудники альтернаріозу і фітофторозу виявляли різну чутливість до діючих речовин.

У захисті рослин проти фітофторозу більш ефективними, порівняно з еталонним препаратом Ридоміл Голд, 680 г/л в.г., виявилися Кабріо Дуо, 112 г/л к.е. (пригнічував розвиток хвороби на 78,5 %) та Консенто, 450 г/л к.с. (пригнічував розвиток хвороби на 85,2 %).

Аналогічна тенденція прослідковувалася по відношенню до альтернаріозу: найбільш ефективним був препарат Кабріо Дуо, 112 г/л к.е., технічна ефективність якого становила 83,4 %. Даний показник на 23,6 % вищий, ніж у еталону. Ефективність фунгіциду Консенто, 450 г/л к.с. була дещо нижчою (на 4,5 %) ніж у Кабріо Дуо, 112 г/л к.е., але на 28,1 % вища порівняно з фунгіцидом Ридоміл Голд, 680 г/л в.г. (59,8 %).

**1. Технічна ефективність фунгіцидів у захисті томатів від хвороб
(сорт Малинове віканте, середнє за роки досліджень)**

Назва препарату	Норма витрати, л/га	Технічна ефективність у захисті від альтернаріозу, %	± до еталону	Технічна ефективність у захисті від фітофторозу, %	± до еталону
Ридоміл Голд, 680 г/л в.г. (еталон)	2,5	59,8	-	62,5	-
Кабріо Дуо, 112 г/л к.е.	2,5	83,4	+23,6	78,5	+16,0
Консенто, 450 г/л к.с.	1,5	87,9	+28,1	85,2	+22,7

Таким чином, проведені нами дослідження підтверджують специфічну активність досліджуваних фунгіцидів відносно хвороб, які викликаються грибами *Phytophthora infestans* і *Alternaria solani*. Аналізуючи склад комплексу діючих речовин обох досліджуваних препаратів, можна зробити припущення, що ця специфічність забезпечується поєднанням двох діючих речовин: для Кабріо Дуо – піраклостробіном і диметоморфом, а для Консенто – фенамідом і пропамокарб-гідрохлоридом. Дещо нижча ефективність препарату Кабріо Дуо, порівняно з Консенто, може свідчити про формування резистентності у популяції збудника фітофторозу відносно стробілуринової діючої речовини [12, 17], тоді як у фунгіцида Консенто проявилася синергія діючих речовин, що підвищило сумарну фунгітоксичну дію препарату і відповідно технічну ефективність.

Порівняно низька технічна ефективність Ридомілу Голд, можливо, пов'язана з формуванням резистентності збудників фітофторозу та альтернаріозу до металаксилу-М і манкоцебу [18–21].

Висновки

При вирощуванні томатів суттєве зниження товарної продукції викликає розвиток на плодах хвороб альтернаріозу та фітофторозу, що спонукає до застосування ефективних фунгіцидів для їх захисту. Протягом вегетації 2019–2020 років на плантаціях томатів простежувалася залежність розвитку фітофторозу (3,2–14,5 %) та альтернаріозу (18,4–32,3 %) від гідротермічних умов. Застосування досліджуваних фунгіцидів дозволило ефективно контролювати хвороби томатів сорту Малинове віканте. Найбільша технічна ефективність проти альтернаріозу і фітофторозу виявлена при застосуванні препарату системної дії Консенто 450 г/л к.с. (1,5 л/га) – 87,9 % і 85,2 % відповідно. Менш ефективним виявився Кабріо Дуо, 112 г/л к.е. (2,5 л/га) (83,4 % при альтернаріозі та 78,5 % при фітофторозі).

References

1. Kuznecova, M. A., Kozlovskij, B. E., & Rogozhin, A. N. (2010). Fitofloroz i alternarioz kartofelya: programma zashitnyh dejstvij. *Kartofel i Ovoshi*, 3, 27–30 [In Russian].
2. Raichuk, T. M. (2004). Zhyttiezdatnist zbudnyka alternariozu tomativ v zalezhnosti vid umov zovnishnoho seredovyshcha. *Materialy chetvertoi mizhvuzivskoi naukovopraktychnoi konferentsii aspirantiv: Suchasna ahrarna nauka: napriamy doslidzhen, stan i perspektyvy*. Vinnytsia [In Ukrainian].
3. Polozhenets, V. M., Nemerytska, L. V., & Zhuravska, I. A. (2012). Funhitsydy proty alternariozu kartopli. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6, 24–26 [In Ukrainian].

4. Serhienko, V. H. (2012). Funhitsu dy novoho asortymentu. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6, 19–23 [In Ukrainian].
5. Raichuk, T. M. (2005). Osnovni khvoroby tomativ ta optymizatsiia zakhodiv zakhystu v Pivnichnomu Lisostepu. *Tezy dopovidei konferentsii molodykh vchenykh: Suchasni problemy zakhystu roslyn. (14 veresnia 2004 r.)*. Kyiv [In Ukrainian].
6. Dudka, V. (2012). Infekcionnye bolezni tomata v otkrytom grunte i mery borby s nimi. *Agronom*. Retrived from: <https://www.agronom.com.ua/ynfektsyonnye-bolezny-tomata-v-otkryt> [In Russian].
7. Kalenchuk, L. P., & Serhienko, V. H. (2007). Fitoftoroz na kartopli. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1, 13–14 [In Ukrainian].
8. Raichuk, T. M., & Serhienko, V. H. (2009). Sukha pliamystist tomativ. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 12, 5–7 [In Ukrainian].
9. Raichuk, T. M. (2008). Alternarioz tomata, vyklykanyi *Alternaria solani* Ell. et Mart. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 12, 28 [In Ukrainian].
10. Raichuk, T. M., Serhienko, V. H. & Shotyky, M. V. (2006). Urazhenist sortiv ta hibrydiv tomata osnovnymy khvorobamy v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrainy. *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii: Intehrovanyi zakhyst roslyn: problemy ta perspektyvy (Kyiv, 13-16 lystopada 2006 r.)*. Kyiv [In Ukrainian].
11. Tyuterev, S. L. (2000). Novye sistemnye fungitsidy i problema ustojchivosti k nim fitopatogenov Sovremennoe sostoyanie problemy rezistentnosti. *Materialy 9-go soveshaniya. Sankt-Peterburg*. Sankt-Peterburg [In Russian].
12. Sherbakova, L. A. (2019). Razvitie rezistentnosti k fungitsidam u fitopatogennykh gribov i ih hemosensibilizatsiya kak sposob povysheniya zashitnoj effektivnosti triazolov i strobilurinov. *Selskohozyajstvennaya Biologiya*, 54 (5), 875–891. doi: 10.15389/agrobiologiya.2019.5.875rus [In Russian].
13. Kincharova, M. N., & Shabanova, I. O. (2013). Dejstvie nekotorykh vidov fungitsidov na chistye kultury griba roda *Alternaria*. *Materialy tretogo Vserossiyskogo sezda po zashite rastenij: Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem (Sankt-Peterburg, 16-20 dekabrya 2013 g.)*. 2, 186–188 [In Russian].
14. Trybel, S. O., Siharova, D. D., Sekun, M. P., & Ivashchenko, O. O. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].
15. Rafalskyi, V. V., Vashchenko, V. M., Koretskyi, A. P., & Chaikovska, V. V. (2018). Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini. *Propozytsiia*, 1040 [In Ukrainian].
16. Iarovyi, H. I. (2011). Osnovni khvoroby ovochevykh kultur ta obgruntuvannia systemy zakhystu yikh v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Doctor's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
17. Balba, H. (2007). Review of strobilurin fungicide chemicals. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 42 (4), 441–451. doi: 10.1080/03601230701316465
18. Davidse, L. C., Danial, D. L., & Westen, C. J. (1983). Resistance to metalaxyl in *Phytophthora infestans* in the Netherlands. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 89 (1–2), 1–20. doi: 10.1007/bf01974440
19. Shattock, R. C. (2002). *Phytophthora infestans*: populations, pathogenicity and phenylamides. *Pest Management Science*, 58 (9), 944–950. doi: 10.1002/ps.527
20. Abu-El Samen, F., Goussous, S. J., Al-Shudifat, A., & Makhadmeh, I. (2016). Reduced sensitivity of tomato early blight pathogen (*Alternaria solani*) isolates to protectant fungicides, and implication on disease control. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 49 (5–6), 120–136. doi: 10.1080/03235408.2016.1160641
21. Dib, N., Abdel Rahman, T., Ashour, A., & Badawy, H. (2017). In vitro and In vivo Evaluation of Certain Fungicides Against *Phytophthora infestans* (Mont.) The Causal Pathogen of Late Blight Disease on Tomato. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 8 (5), 201–208. doi: 10.21608/jppp.2017.46201

Стаття надійшла до редакції 21.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Поспєлов С. В., Поляков І. А., Тур В. Ю. Ефективність фунгіцидного контролю домінуючих хвороб томатів. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 80–85.

© Поспєлова Ганна Дмитрівна, Коваленко Нінель Павлівна, Нечипоренко Наталія Іванівна, Поспєлов Сергій Вікторович, Поляков Ігор Андрійович, Тур Віталій Юрійович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 633.1:631.58 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.10

EFFECTIVENESS OF POST-EMERGENCE HERBICIDES APPLICATION ON AREAS OF CORN GROWN FOR GRAIN

O. H. Milenko*

ORCID  [0000-0003-0529-5824](https://orcid.org/0000-0003-0529-5824)

I. S. Solod

P. H. Mohylat

M. E. Hryn

V. S. Veherenko

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

*Corresponding author

E-mail: olga.milenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Milenko, O. H., Solod, I. S., Mohylat, P. H., Hryn, M. E., & Veherenko, V. S. (2020). Effectiveness of post-emergence herbicides application on areas of corn grown for grain. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 86–92. doi: 10.31210/visnyk2020.04.10

In order to satisfy the national needs and increase the export of corn grain, modern crop growing faces the task of significantly increasing this crop yield. The fact that weeds negatively affect crop yields and obtained product quality, favor spreading pests and diseases, and ultimately increase crop growing products' cost, does not require any proofs. Therefore, the issues of studying and implementing effective measures to reduce weed infestation level of corn grain areas are relevant. The aim of our research was to establish the effectiveness of post-emergence herbicides in the areas of corn grown for grain. To do this, an experiment in the production conditions was established in five variants: Control (without herbicides and manual weeding); spraying with Pik, 20 g/ha, Milagro, 0.2 l/ha, Eliumis, 2 l/ha, Prima Forte, 0.5 l/ha during the period of 2018–2020. Crops were sprayed with herbicides in the phase of 3 leaves in corn plants. The research program was aimed at solving the following tasks: to specify weed species composition, to determine the effect of herbicides on the number of weeds, calculate the density of corn plants depending on the experiment variants, determine the impact of weed control measures on corn yield and to establish the economic effectiveness of post-emergence herbicides application on corn areas. Experimental studies have shown that only some herbicides are effective against monocotyledonous and dicotyledonous weeds. Corn yield losses because of weeds can be over 50 %. Among the studied preparations, only Milagro and Eliumis were effective against the grass weeds. Grass weeds proved to be resistant to Pik and Prima Forte preparations. The mortality of dicotyledonous weeds was the highest after applying Prima Forte preparation. Eliumis preparation provided the best biological and economic effectiveness in the system of protection of corn areas from weeds. Thus, for production conditions, it is recommended to use chemical method of weed control applying Eliumis preparation in the amount of 2 l/ha in the technology of growing corn for grain under mixed type of field weed infestation.

Key words: corn, cultivation practice, weeds, herbicide, yield.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПІСЛЯСХОДОВИХ ГЕРБІЦИДІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

О. Г. Міленко, І. С. Солод, П. Г. Могилат, М. Е. Гринь, В. С. Вегеренко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Для забезпечення національних потреб та нарощування експорту зерна кукурудзи перед сучасним рослинництвом постає завдання суттєвого підвищення врожайності цієї культури. Не потребує доведення такий факт, що бур'яни – це той об'єкт, який негативно впливає на врожайність культурних рослин, якість отриманої продукції, сприяє поширенню шкідників та хвороб і вреїт-реїт підвищує собівартість продукції рослинництва. Тому актуальними є питання вивчення і впровадження ефективних заходів зменшення рівня забур'яненості посівів кукурудзи на зерно. Метою наших досліджень було встановити ефективність післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно. Для цього впродовж 2018–2020 рр. було закладено дослід у виробничих умовах із п'яти варіантів: Контроль (без гербіцидів і ручних прополовань); Пік, 20 г/га; Мілагро, 0,2 л/га; Елюміс, 2 л/га; Пріма Форте, 0,5 л/га. Обприскування посівів гербіцидами проводили у фазі 3-х листків у рослин кукурудзи. Програма досліджень передбачала розв'язати такі завдання: визначити видовий склад бур'янів, встановити вплив гербіцидів на чисельність бур'янів, провести підрахунок густоти рослин кукурудзи залежно від варіантів дослідів, визначити вплив заходів боротьби з бур'янами на рівень урожайності зерна кукурудзи та встановити економічну ефективність застосування післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що лише деяка частина гербіцидів ефективно діє на однодольні та дводольні види бур'янів. Втрати врожаю кукурудзи від дії бур'янів можуть становити понад 50 %. Серед досліджуваних препаратів до злакових бур'янів були ефективні тільки Мілагро та Елюміс. До препаратів Пік та Пріма Форте бур'яни родини злакових виявилися стійкими. Загибель дводольних бур'янів була найвища після застосування препарату Пріма Форте. Найкращу біологічну та економічну ефективність у системі захисту посівів кукурудзи від бур'янів було отримано від застосування препарату Елюміс. Тому для виробничих умов рекомендовано в технології вирощування кукурудзи на зерно використовувати хімічний метод регулювання чисельності бур'янів із застосуванням препарату Елюміс у нормі 2 л/га, за умови змішаного типу забур'яненості поля.

Ключові слова: кукурудза, технологія вирощування, бур'яни, гербіцид, урожайність.

Вступ

На сучасному етапі перед виробниками сільськогосподарської продукції в Україні стоїть завдання значного підвищення продуктивності кукурудзи для забезпечення національних потреб та експорту. Розв'язати це питання можливо за умови застосування високоврожайних гібридів та енергозберігаючих технологій [1].

Найбільшої шкоди бур'яни завдають посівам тих культур, які вирощують за умови ширококільного способу сівби і мають низьку конкурентну активність [12]. Запорукою подальшого підвищення продуктивності кукурудзи є впровадження нових високопродуктивних гібридів, дотримання вимог технології та зменшення рівня забур'яненості агрофітоценозу [6]. Досягти рівня забур'яненості нижче порогів шкідливості можна лише у разі комплексного використання всіх наявних засобів [20].

В умовах високого рівня забур'яненості посівів одні агротехнічні заходи не забезпечують повного знищення бур'янів. Для ефективної боротьби з ними виникає необхідність у застосуванні гербіцидів [17]. Використання гербіцидів дає змогу більш ефективно вести боротьбу з бур'янами, зменшити затрати праці і коштів на боротьбу з ними, кількість міжрядних обробітків та ширше застосовувати елементів мінімального обробітку ґрунту. Цей захід відкриває можливості для введення спеціалізованих сівозмін, сприяє підвищенню врожаю сільськогосподарських культур і дозволяє не застосовувати ручну працю [15].

Очищення полів та інших сільськогосподарських угідь від бур'янів потрібно розглядати, як необхідну умову подальшого підвищення культури землеробства. Розробка і запровадження ефективних заходів боротьби з ними дає можливість краще використати добрива, одержати більше продукції при сівбі інтенсивного типу гібридів, повністю механізувати технологію вирощування культур без затрат ручної праці [19].

Успішна боротьба з бур'янами створює передумови для збільшення врожаю, зниження втрат від шкідників і хвороб, підвищує якість культур як попередників у сівозміні, скорочує затрати на очищення і доробку зерна [7].

Спостереження показують, що в повторних посівах будь-якої культури забур'яненість поля неодмінно зростає. За таких умов наступного року відбувається відбір найпристосованіших видів, з яких згодом формується група високоспеціалізованих бур'янів [3].

У розв'язанні проблеми очищення сільськогосподарських угідь від бур'янів велика роль належить розробці та запровадженню у виробництво комплексу агротехнічних і хімічних заходів боротьби з бур'янами в системі зяблевого, передпосівного обробітку та догляду за посівами. При цьому потрібно брати до уваги біологічні властивості бур'янів і відміни боротьби з ними в різних за умовами районах землеробства [16]. Ці відміни значною мірою визначаються кліматичними умовами, водофізичними, агрохімічними властивостями ґрунтів, а також біологією поширення бур'янів [18].

За умови багаторічного типу забур'янення в посівах важко знищити такі бур'яни, як осот жовтий (*Sonchus arvensis*) та осот рожевий (*Cirsium arvense*), тому на таких полях доцільно проводити поліпшений зяблевий обробіток [13], який складається з лушіння стерні дисковими знаряддями на 8–10 см. Через 10–12 днів після появи сходів бур'янів проводять лемішне лушіння на 16–18 см з коткуванням і боронуванням та наступною оранкою на 25–27 см у жовтні [4], а на ґрунтах з меншим заляганням орного шару орють на всю його глибину [8]. Хоча багаторічні бур'яни, такі як осот рожевий (*Cirsium arvense*) та берізка польова (*Convolvulus arvensis*), що мають сильну кореневу систему, неможливо знищити навіть у системі парового обробітку [5].

Найважливішою проблемою сучасного сільськогосподарського виробництва є вивчення і впровадження ефективних заходів для регулювання чисельності бур'янів у посівах культурних рослин [9].

Метою наших досліджень було встановити ефективність післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно.

Програма досліджень передбачала розв'язати такі завдання: визначити видовий склад бур'янів, встановити вплив гербіцидів на чисельність бур'янів, провести підрахунок густоти рослин кукурудзи залежно від варіантів досліду, визначити вплив заходів боротьби з бур'янами на рівень урожайності зерна кукурудзи та встановити економічну ефективність застосування післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи.

Матеріали і методи досліджень

Наукові дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. в умовах Фермерського господарства «Троценко» Путивльського району Сумської області.

Для цього було закладено дослід із п'яти варіантів:

1. Контроль;
2. Пік, 20 г/га;
3. Мілагро, 0,2 л/га;
4. Елюміс, 2 л/га;
5. Пріма Форте, 0,5 л/га.

Повторність досліду – триразова. Площа дослідної ділянки 1 га, облікової – 250 м². Розміщення ділянок – рандомізоване.

Поле готувати для вирощування кукурудзи розпочинали після збирання попередника сої. Система основного обробітку ґрунту базувалася на дискуванні знаряддями (БДТ-7) та оранки через 10–20 діб на глибину 22–24 см лемішним плугом.

Удобрення культури було тільки мінеральними добривами у нормі – N₉₀P₅₀K₈₀, з яких під час основного обробітку ґрунту вносили N₄₅P₃₅K₆₀, під час сівби вносили по 15 кг д.р./га NPK, підживлення проводили азотними добривами в нормі 30 кг д.р./га.

Навесні при настанні фізичної стиглості ґрунту закривали вологу та вирівнювали поле середніми боронами та шлейфами.

Система передпосівного обробітку ґрунту включала культивуацію на глибину загортання насіння, боронування та вирівнювання поверхні ґрунту агрегатом «Європак» упоперек напрямку сівби.

У польовому досліді використали посівний матеріал гібриду інтенсивного типу СИ ФОТОН.

Сіяли кукурудзу за температури ґрунту на глибині загортання насіння 7–8 °С і стійкому підви-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

щенні середньодобових температур повітря. Спосіб сівби – широкорядний, з міжряддями 70 см. Сівбу проводили сівалкою ГЕСПАРДО, обладнаною спеціальними дисками для насіння кукурудзи. Глибина загортання насіння – 4 см.

Після сівби проводили досходове та післясходове боронування посівів легкими боронами з метою руйнування ґрунтової кірки та вичісування бур'янів у фазі «білої ниточки».

У фазі повних сходів кукурудзи проводили міжрядну культивування культиватором КРН-4,2.

Обприскування посівів гербіцидами проводили у фазі 3-х листків у рослин кукурудзи, що відповідає 13–14 мікростадії розвитку кукурудзи за міжнародною шкалою BBCH. Препарат та його норма по варіантах згідно зі схемою дослідів відрізнялися.

Збирання проводили у фазі повної стиглості при вологості зерна 16–18 % методом прямого комбайнування.

Обліки бур'янів проводили тричі:

- перший раз у фазі повних сходів кукурудзи;
- другий раз через 30 діб після обприскування гербіцидами;
- третій раз перед збиранням урожаю.

У дослідженнях використовували чинні загальноприйняті методики [14], Державні стандарти.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень було встановлено, що тип забур'яненості посівів кукурудзи – змішаний з переважанням дводольних бур'янів (табл. 1).

1. Забур'яненість посівів кукурудзи, 2018–2020 рр.

Варіанти дослідів	Кількість бур'янів перед обприскуванням гербіцидами, шт./м ²			Кількість бур'янів через місяць після обприскування гербіцидами, шт./м ²			Забур'яненість перед збиранням урожаю	
	всього	злакових	дводольних	всього	злакових	дводольних	всього, шт./м ²	сирого, г/м ²
Контроль	53	18	35	49	16	33	46	100,8
Пік, 20 г/га	54	20	34	23	18	5	21	52,2
Мілагро, 0,2 л/га	48	18	30	15	4	11	14	38,4
Елюміс, 2 л/га	60	22	38	6	2	4	5	18,6
Пріма Форте, 0,5 л/га	69	33	36	32	30	2	28	59,4

Частка злакових видів була в межах 32 % від загальної кількості. Загалом чисельність бур'янової рослинності на дослідних ділянках коливалась у межах 48–69 шт./м². Через 30 діб після обприскування посівів кукурудзи гербіцидами, в середньому по досліді, бур'янів нарахували 6–49 шт./м². А перед збиранням урожаю чисельність бур'янів зменшилась до 5–46 шт./м².

Ефективність дії препарату Пік становила 57,4 % через місяць після обприскування (табл. 2).

2. Біологічна ефективність застосування післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи, 2018–2020 рр.

Варіанти дослідів	Зменшення бур'янів порівняно до контролю, %			
	через місяць після обприскування посівів			перед збиранням урожаю
	усього	злакових	дводольних	всього
Контроль	0	0	0	0
Пік, 20 г/га	57,4	10	85,3	61,1
Мілагро, 0,2 л/га	68,7	77,7	63,3	70,8
Елюміс, 2 л/га	90	90,9	89,5	91,7
Пріма Форте, 0,5 л/га	53,6	9,1	94,4	59,4

Зменшення чисельності бур'янів на 68,7 % зафіксували на варіанті дослідів із застосуванням пре-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

парату Мілагро. До 90 % зменшилась кількість бур'янової рослинності на ділянках, які обприскували препаратом Елюміс та на рівні 53,6 % була ефективність препарату Пріма Форте. Потрібно зазначити, що серед досліджуваних препаратів до злакових бур'янів були ефективні тільки Мілагро та Елюміс. До препаратів Пік та Пріма Форте бур'яни родини злакових виявилися стійкими. Загибель дводольних бур'янів була найвищою після застосування препарату Пріма Форте. Зменшення дводольних видів на цих ділянках досягало 94,4 %.

Для визначення наявності тривалої дії препаратів ми провели обліки забур'яненості перед збиранням урожаю кукурудзи. Найбільший відсоток зменшення бур'янів порівняно до контролю зафіксовано на ділянках, де застосовували обприскування препаратами Елюміс та Мілагро – 91,7 % та 70,8 % відповідно.

Фітотоксичність гербіцидів до кукурудзи можна виявити, встановивши густоту рослин у посівах. У результаті першого обліку, який проводили в період повних сходів культури встановлено, що густота рослин кукурудзи істотно за варіантами дослідів не відрізнялася (табл. 3).

3. Вплив післясходових гербіцидів на густоту посівів кукурудзи, 2018–2020 рр.

Варіанти дослідів	Густота рослин, тис. шт./га		
	1-й облік	2-й облік	3-й облік
Контроль	60	57	54
Пік, 20 г/га	60	58	57
Мілагро, 0,2 л/га	62	59	56
Елюміс, 2 л/га	62	60	55
Пріма Форте, 0,5 л/га	59	57	57

*Примітки:** 1-й облік – фаза повних сходів; 2-й облік – через 30 діб після обприскування гербіцидами; 3-й облік – перед збиранням урожаю.

За підрахунками густоти посівів через 30 діб після обприскування гербіцидами та перед збиранням урожаю встановлено, що найгірше виживали рослини кукурудзи у процесі вегетації у варіанті дослідів з природною забур'яненістю, де не застосовували обприскування гербіцидами. Густота рослин кукурудзи за варіантами дослідів, де застосовували регулювання чисельності бур'янів хімічним методом істотно не відрізнялася. Тобто всі препарати були селективними та не мали фітотоксичної дії на рослини кукурудзи.

Найбільшу врожайність зерна кукурудзи отримали 2018 року (табл. 4), оскільки погодні умови цього року були найбільш сприятливими для росту і розвитку кукурудзи.

4. Вплив післясходових гербіцидів на врожайність зерна кукурудзи, 2018–2020 рр.

Варіанти дослідів	Урожайність кукурудзи на зерно, т/га				
	2018 рік	2019 рік	2020 рік	середня	+ до контролю, %
Контроль	5,5	5,0	3,8	4,8	-
Пік, 20 г/га	7,6	7,3	7,1	7,3	53,8
Мілагро, 0,2 л/га	9,6	9,5	9,1	9,4	97,2
Елюміс, 2 л/га	10,2	10,0	9,8	10,0	109,8
Пріма Форте, 0,5 л/га	7,9	7,7	7,6	7,7	62,2
Нір 0,5	0,2	0,3	0,2		

У межах дослідів найменша врожайність (4,8 т/га) була на контролі. Застосування препарату Пік для захисту посівів від бур'янів сприяло отриманню врожайності на 53,8 % більше порівняно до контролю. Обприскування посівів препаратом Мілагро у фазі 3-х листків сприяло зменшенню забур'яненості та збільшенню врожайності зерна на 97,2 %. У варіантах дослідів, де проводили регулювання чисельності бур'янів гербіцидом Елюміс, отримали врожайність культури на 109,8 % вище, ніж на контролі. Застосування препарату Пріма Форте для захисту посівів від бур'янів впливало на збільшення показника рівня врожайності до 62,2 %.

Для того, що надати рекомендації виробництву, біологічної ефективності гербіцидів недостатньо, необхідно провести підрахунки економічної ефективності застосування післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

За результатами підрахунків економічної ефективності з вирощування кукурудзи у варіантах польового досліду (табл. 5), найбільший прибуток 20371 грн/га отримали на варіанті, де застосовували обприскування посівів гербіцидом Елюміс.

5. Економічна ефективність заходів контролю забур'яненості посівів у технології вирощування кукурудзи на зерно, (середнє за 2018–2020 рр.)

Показники	Контроль	Пік, 20 г/га	Мілагро, 0,2 л/га	Елюміс, 2 л/га	Пріма Форте, 0,5 л/га
Урожайність, т/га	4,8	7,3	9,4	10	7,7
Виробничі затрати на 1 га, грн	14751,7	15100,4	15612,66	16628,3	15015,51
Собівартість 1 т продукції, грн	3073,26	2068,55	1660,92	1662,83	1950,07
Реалізаційна ціна 1 т продукції, грн	3700	3700	3700	3700	3700
Вартість валової продукції на 1 га, грн	17760	27010	34780	37000	28490
Прибуток на 1 га, грн	3008,34	11909,6	19167,34	20371,7	13474,49
Рівень рентабельності, %	20,39	78,87	122,77	122,51	89,74

Рівень рентабельності виробництва за цим варіантом становить 122,51 %. Також високий прибуток та рівень рентабельності отримали у процесі вирощування кукурудзи за технологією із застосуванням захисту посівів від бур'янів з використанням препарату Мілагро.

Отримані результати експериментальних досліджень підтверджують те, що кукурудза наділена низькою конкурентною активністю до дії бур'янів. Проведення лише агротехнічних заходів не забезпечує суттєвого зменшення бур'янової рослинності у її посівах. Для більш ефективного знищення бур'янів виникає необхідність у застосуванні гербіцидів, що також було зафіксовано в роботах: В. П. Борони, та ін., 2004, І. В. Мовчана, 2014, М. В. Первачука, 2003 [2, 10, 11]. Сучасні гербіциди мають переважно вузький спектр дії на видовий склад бур'янів. Одні з них пригнічують однодольні, а інші – тільки дводольні бур'яни, що представлено у працях: М. В. Первачука, 2003, В. С. Зузи та ін., 2018 [11, 21].

Тому встановлення ефективності післясходових гербіцидів у посівах культурних рослин експериментальним методом є обов'язковим і невід'ємним заходом під час розробки елементів технології вирощування сільськогосподарських культур.

Висновки

Встановлено, що лише деяка частина гербіцидів ефективно діє на однодольні та дводольні види бур'янів. Втрати врожаю кукурудзи від дії бур'янів можуть становити понад 50 %. Серед досліджуваних препаратів до злакових бур'янів були ефективні тільки Мілагро та Елюміс. До препаратів Пік та Пріма Форте бур'яни родини злакових виявилися стійкими. Загибель дводольних бур'янів була найвища після застосування препарату Пріма Форте. Найкращу біологічну та економічну ефективність у системі захисту посівів кукурудзи від бур'янів було отримано від застосування препарату Елюміс. Тому для виробничих умов рекомендуємо в технології вирощування кукурудзи на зерно використовувати хімічний метод регулювання чисельності бур'янів із застосуванням препарату Елюміс у нормі 2 л/га, за умови змішаного типу забур'яненості поля.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні комплексного застосування базових та страхових гербіцидів, встановленні ефективності поєднання цих заходів у технології вирощування кукурудзи.

References

1. Bahan, A. V. (2015). Formuvannia produktyvnosti ta yakosti zerna hibrydiv kukurudzy zalezno vid poperednyka. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 32–35. doi:10.31210/visnyk2015.04.07 [In Ukrainian].
2. Borona, V. P., Karasevych, V. V., Pervachuk, M. V., & Shkatula, Yu. M. (2004). Kompleksne kontroliuvannya burianiv u korotkorotatsiinykh sivozminakh. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 53, 168–174 [In Ukrainian].
3. Borona, V. P., Zadorozhnyi, V. S., Movchan, I. V., & Kolodii, S. V. (2013). Zaburianenist ta vrozhaunist kukurudzy na zerno za systemy NO-TILL. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3, 24–27 [In Ukrainian].
4. Dykun, O. V., Zharebko, V. M., & Dykun, M. O. (2020). Vplyv gruntovykh i pisliashhodovykh herbitsydiv na vmist plastydneykh pihmentiv ta produktyvnist fotosyntetychnoho potentsialu soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 81–89. doi: 10.31210/visnyk2020.01.09 [In Ukrainian].

5. Ivashchenko, O., & Ivashchenko, O. (2014). Mechanical Factors of Influence on Biological Efficiency of *Solanum Nigrum* L. *Agricultural Science and Practice*, 1 (2), 20–23. doi: 10.15407/agrisp1.02.020
6. Kamenshchuk, B. D. (1970). Ways of grain corn growing improvement. *Feeds and Feed Production*, (89), 85–92. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-08
7. Kaminskyi, V. F., & Asanishvili, N. M. (1970). Formation of corn grain quality in different directions of use depending on the technology of growing in the Forest-steppe. *Feeds and Feed Production*, (89), 74–84. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-07
8. Lavrynenko, Y., Vozhegova, R., & Hozh, O. (2016). Productivity of corn hybrids of different fao groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 3 (1), 55–60. doi: 10.15407/agrisp3.01.055
9. Milenko, O. H., Horiachun, K. V., Zviahol'sky, V. V., Kozynko, R. A., & Karpinska, S. O. (2020). Effectiveness of soil herbicides application in grain corn areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 72–78. doi: 10.31210/visnyk2020.02.09
10. Movchan, I. V. (2014). Pidvyshchennia efektyvnosti khimichnoho metodu kontroliu burianiv u posivakh kukurudzy pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Skhidno-Yevropeyskyi Zhurnal Peredovykh Tekhnolohii*, 2/10 (68). 45–49. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23529 [In Ukrainian].
11. Pervachuk, M. V. (2003). Shkodochynnist burianiv ta zakhody zakhystu soi vid nykh v Lisostepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Instytut kormiv Ukrainskoi akademii ahrarynykh nauk, Vinnytsia [In Ukrainian].
12. Shevnikov, M. Ya., & Milenko, O. H. (2015). Mizhvydova konkurentsia ta zaburianenist posiviv soi zalezno vid modeli ahrofitotsenozu. *Visnyk Ahrarynoi Nauky Prychornomoria*, 3 (86), 116–123 [In Ukrainian].
13. Volkogon, V., Berdnikov, O., Dimova, S., & Volkogon, M. (2014). Orientation of nitrogen transformation processes in the soil with corn growing under the different fertilization practices. *Agricultural Science and Practice*, 1 (3), 26–31. doi: 10.15407/agrisp1.03.026
14. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Diia [In Ukrainian].
15. Zadorozhnyi, V. S., & Movchan, I. V. (2012). Buriany v posivakh kukurudzy na zerno. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 2, 9–11 [In Ukrainian].
16. Zadorozhnyi, V. S., Karasevich, V. V., Svytko, S. M., Zadorozhnyi, A. V., & Sokul'skii, M. A. (2019). Herbicides effectiveness in system of weed control in maize. *Feeds and Feed Production*, (88), 63–70. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo201988-09
17. Zadorozhnyi, V. S., & Kolodii, S. V. (2014). Osoblyvosti formuvannia burianovykh tsenoziv u bezzminnykh posivakh kukurudzy na zerno za riznykh sposobiv obrobтку gruntu. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 79, 16–23 [In Ukrainian].
18. Zain, S., Dafaallah, A., & Zaroug, M. (2020). Efficacy and selectivity of pendimethalin for weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), Gezirastate, Sudan. *Agricultural Science and Practice*, 7 (1), 59–68. doi: 10.15407/agrisp7.01.059
19. Zuza, V. S. (2015). Poiednannia fitotsenotychnoho vplyvu kultury ta dii herbitsydiv na zaburianenist posiviv soi ta kukurudzy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 2, 3–6 [In Ukrainian].
20. Zuza, V. S., & Hutiansky, R. A. (2016). Efektyvnist herbitsydiv u posivakh kukurudzy na zerno za koreneparostkovo-zlakovoodnorichnoho typu zaburianenosti. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia Ahropromyslovoho Vyrobnnytstva Kharkivskoi Oblasti*, 20, 25–32 [In Ukrainian].
21. Zuza, V. S., & Hutianskyi, R. A. (2018). Novyi pidkhid do typiv zaburianenosti posiviv. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 3, 4–7 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Міленко О. Г., Солод І. С., Могила П. Г., Гринь М. Е., Вегеренко В. С. Ефективність застосування післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 86–92.

© Міленко Ольга Григорівна, Солод Ігор Сергійович, Могила Петро Григорович,
Гринь Марина Едуардівна, Вегеренко Володимир Сергійович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC [631.51+631.8]:633.854.78](477.7) |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.11

DYNAMICS OF CHANGES IN BIOMETRIC INDICATORS OF SUNFLOWER PLANTS DEPENDING ON BASIC TILLAGE METHODS AND GROWTH REGULATOR IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

O. Yeremenko*

ORCID  [0000-0002-6415-0476](https://orcid.org/0000-0002-6415-0476)

O. Onyshchenko

ORCID  [0000-0001-7749-5273](https://orcid.org/0000-0001-7749-5273)

Dmytro Motornyi Tavria State Agro-Technological University, 18, B. Khmelnytsky Ave., Melitopol, 72312, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: oksana.yeremenko@tsatu.edu.ua

How to Cite

Yeremenko, O., & Onyshchenko, O. (2020). Dynamics of changes in biometric indicators of sunflower plants depending on basic tillage methods and growth regulator in the Southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 93–103. doi: 10.31210/visnyk2020.04.11

Sunflower cultivation and sunflower oil production occupies a leading position and reaches about 95 % of the total volume of vegetable oils in Ukraine. The article presents the results of researching Colombi and Talento high oil-yielding hybrids of Syngenta company under different tillage and application of AKM-K1 and AKM-K2 plant growth regulators in different combinations in the conditions of insufficient moistening of the southern Steppe of Ukraine. The experiments were conducted in 2017–2019 in the fields of “Energy-2000” LLC in Melitopol district of Zaporizhzhia region. The soils of the enterprise are clay loam southern black soils. The research years differed by the amount of precipitation, but they all were characterized by severe drought at different stages of sunflower plants’ growth and development. AKM-K1 plant growth regulator (PGR) was used for pre-sowing treatment of sunflower seeds, and AKM-K2 PGR – for vegetating plants. Plants’ sampling was conducted in accordance with the BBCH scale and generally accepted research methods. No significant difference was observed between the hybrids in the number of leaves per plant. In the variant AKM-K1 + AKM-K2 on the plants of Talento hybrid at deep loosening, the plants had the maximum height (172.9 cm) according to 2019 data. The same year, the plants of Colombi hybrid formed the maximum stem diameter (2.93 cm) in the variant of AKM-K1 + AKM-K2 with deep loosening. In 2018, which was the most arid among the studied years, the effect of AKM-K1 and AKM-K2 growth regulators was the maximum. This can be confirmed by the increase in linear size: the plants of Colombi hybrid at deep loosening had increased indices by 9.7 to 22.7 %, and at plowing – from 8.0 to 23.0 %. For sunflower plants of Talento hybrid, the results were recorded from 8.1 to 26.5 % increase at deep loosening, and from 6.7 to 26.2 % at plowing. It was established that hydrothermal conditions of the year had the greatest effect on the formation of biometric parameters of Colombi and Talento sunflower hybrids. The correlation coefficient between the amount of precipitation and stem diameter is equal to $r=0.806$, and between the amount of precipitation and plant height reaches the value of $r=0.956$. Thus, we propose to use anti-stress technologies for growing high yields of sunflower under the effect of AKM-K1 and AKM-K2 plant growth regulators and to conduct deep loosening to preserve productive moisture in the soil.

Key words: Sunflower, tillage, plant growth regulator, high oil-yielding hybrids, biometric indicators, yield.

ДИНАМІКА ЗМІН БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**О. А. Єременко, О. В. Онищенко**

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Вирощування соняшнику та виробництво соняшникової олії займає провідне місце і сягає близько 95 % від загального обсягу рослинних олій. У статті наведені результати досліджень високоолеїнових гібридів Коломбі і Таленто компанії Сингента за умови різної обробки ґрунту та застосування регуляторів росту рослин АКМ-К1 і АКМ-К2 у різних комбінаціях в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України. Досліди проводили протягом 2017–2019 рр. на полях ТОВ «Енергія-2000» Мелітопольського району Запорізької області. Ґрунти господарства – чорноземи південні важкосуглинкові. Роки дослідження різнилися за кількістю опадів, але усі характеризувалися сильною посухою на різних етапах росту і розвитку рослин соняшнику. Регулятор росту рослин АКМ-К1 застосовували для передпосівної обробки насіння соняшнику, а РРР АКМ-К2 – по вегетуючим рослинам. Відбір зразків рослин проводили відповідно до шкали ВВСН та загальноприйнятих методик. Суттєвої різниці між гібридами за кількістю листків на рослинах не встановлено. У варіанті АКМ-К1+АКМ-К2 на рослинах гібрида Таленто (на глибокому рихленні) було встановлено максимальну висоту (172,9 см) за даними 2019 року. І цього ж року у варіанті АКМ-К1+АКМ-К2 на глибокому рихленні рослини гібрида Коломбі сформували максимальний діаметр стебла (2,93 см). 2018 року, який видався найпосушливішим серед досліджуваних, вплив регуляторів росту рослин АКМ-К1 і АКМ-К2 був максимальний. Це підтверджується збільшенням лінійних розмірів, наприклад, у рослин гібриду Коломбі на глибокому рихленні показники збільшувалися від 9,7 до 22,7 %, а на оранці від 8,0 до 23,0 %. Для рослин соняшнику гібрида Таленто на глибокому рихленні ці показники становили від 8,1 до 26,5 %, а на оранці від 6,7 до 26,2 %. Встановлено, що найбільший вплив на формування біометричних показників соняшнику гібридів Коломбі та Таленто мали гідротермічні умови року. Коефіцієнт кореляції між кількістю опадів і діаметром стебла дорівнює $r=0,806$, а між кількістю опадів і висотою рослин $r=0,956$. Отже, пропонуємо застосовувати антистресові технології для вирощування високих урожаїв соняшнику з регуляторами росту рослин АКМ-К1 та АКМ-К2 та для збереження продуктивної вологи у ґрунті проводити глибоке рихлення.

Ключові слова: соняшник, обробіток ґрунту, регулятор росту рослин, високоолеїнові гібриди, біометричні показники, урожайність.

Вступ

У структурі АПК України значне місце займає олійнопродуктовий підкомплекс, який охоплює великі посівні площі олійних культур і характеризується великим обсягом виробництва продукції. Вирощування соняшнику та виробництво соняшникової олії займає провідне місце і сягає близько 95 % від загального обсягу рослинних олій [1].

Зростання посівних площ з часів незалежності України і до 2019 року прямо пропорційно призвело до підвищення валового збору соняшнику, що свідчить про високий рівень його рентабельності. Валовий збір цієї культури згідно зі статистичними даними становить: 2017 р. – 12236 тис. т, 2018 р. – 14165 тис. т, 2019 р. – 15254 тис. т [2]. Урожайність соняшнику з 1991 року постійно змінювалась і коливалась у межах від 8,9 ц з 1 га до 14,6 ц/га. А з 2008 року почала поступово зростати досягнувши 25,6 ц/га 2019 року. Це можна пояснити тим, що в Україні почали впроваджувати у виробництво нові сорти та гібриди соняшнику зарубіжної селекції, а в посушливих регіонах країни застосовувати регулятори росту рослин. У результаті цього гібриди стали більш стійкими до посухи, вовчка, хвороб тощо [3].

Нестача вологи на Півдні України є основним лімітуючим фактором, який негативно впливає на отримання високого і стабільного врожаю польових культур. Часто спостерігаються суховії, ґрунтові й атмосферні посухи, і це все може супроводжуватись довгим бездошовим періодом [4].

Хоча соняшник має пристосованість до екстремальних умов (високих температур та посухи) [5, 6] і його культивують у Степовій зоні України [7], але при цьому одним із вирішальних факторів для отримання високого врожаю є збільшення запасів продуктивної вологи у ґрунті [8, 9].

Перевертання орного шару впливає на перерозподіл поживних елементів, збагачених доступними

поживними речовинами всього орного шару за рахунок верхньої частини, внаслідок чого відбувається підвищення загальної продуктивності ґрунтів. Але цей процес може бути шкідливим у посушливих зонах, оскільки при перевертанні вологого шару з нижніх шарів на поверхню ґрунту він швидко висихає [10, 11].

Тому для розв'язання проблеми, зменшення ерозійних процесів, руйнування ущільненої підорної підшви, покращення інфільтраційних властивостей сільськогосподарських земель та збереження родючості ґрунту, рекомендують використовувати глибоке рихлення [12]. Глибоке рихлення ґрунту передбачає розпушування, кришення, часткове перемішування, але без обертання пласту, внаслідок чого відбувається розпушування ґрунту, спрямоване на запобігання водної ерозії. Стерня при цьому залишається на поверхні, що закріплює поверхню ґрунту і не дозволяє йому здуватися вітром. Для цієї технологічної операції використовують глибокорозпушувачі [13]. Крім того при оранці з'являється плужна підшва, яка затримує проходження корінців соняшнику в більш глибокі шари ґрунту, де рослина могла б забезпечити себе запасами вологи.

Останнім часом крім стандартних методів підвищення продуктивності соняшника широкої популярності в технології вирощування, набули допоміжні елементи (біопрепарати, мікродобрива, препарати на основі мікроорганізмів, регулятори росту рослин (PPP)), які використовують для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин. Ці препарати використовують для корекції живлення рослин в умовах стресу та у критичні періоди їхнього росту і розвитку, а також, коли необхідно швидко та ефективно засвоєння елементів [14, 15, 16].

Отже, щоб соняшник давав стабільний та високий урожай потрібно вдосконалювати технологію з обробки ґрунту, яка сприяє нагромадженню вологи у ньому. І в комплексі з цим застосовувати на рослинах регулятори росту для підвищення їхньої стійкості до абіотичного та біотичного стресу в посушливих умовах [17, 18, 19, 20, 21].

Тому метою нашої роботи було з'ясувати закономірності впливу PPP АКМ-К1 та АКМ-К2 при різних основних обробках ґрунту на динаміку змін біометричних показників соняшнику гібридів Коломбі і Таленто у Степовій зоні України.

Матеріали і методи досліджень

Протягом 2017–2019 рр. було проведено дослід у господарстві ТОВ «Енергія – 2000» Мелітопольського району Запорізької області. Ґрунти господарства – чорноземи південні важкосуглинкові. Вміст гумусу у ґрунті коливається від 2,08 до 3,54 %, обмінного калію – 145–180 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 117–158 мг/кг ґрунту, а легкогідролізованого азоту – 76–98 мг/кг ґрунту [22].

Кількість опадів протягом років досліджень різнилася (табл. 1). Мінімальну кількість опадів було зафіксовано 2018 року – 142 мм, а максимальну – 2019 року (257 мм). Звертаємо увагу, що 2019 року опади були у вигляді ливнів і тому не були продуктивними. За сумою активних температур суттєвої різниці між роками не було встановлено. У попередніх дослідженнях ми виявили суттєвий вплив мінімальної відносної вологості повітря в період цвітіння рослин соняшнику на їхню продуктивність [23, 24]. Найпосушливим у період цвітіння був 2019 рік. Загалом усі роки дослідження були дуже посушливими, але на різних етапах росту і розвитку рослин соняшнику.

1. Погодні умови Запорізької області (2017–2019 рр.)

Рік	ГТК	Кількість опадів за період вегетації, мм	Сума активних температур, °С	Мінімальна відносна волога повітря у період цвітіння (середнє значення за цей період), %	Класифікація року за погодними умовами
2017	0,85	209,2	2590,9	37,0	Посушливий
2018	0,49	142,3	2901,7	35,0	Посушливий
2019	0,84	256,9	2640,2	27,5	Посушливий

Польовий дослід чотирифакторний: фактор А – обробіток ґрунту (оранка, глибоке рихлення); фактор В – гібрид (Коломбі, Таленто); фактор С – PPP (АКМ-К1; АКМ-К2); фактор D – рік.

АКМ – напівсинтетичний плівкоутворюючий препарат антистресової дії, який є регулятором росту рослин (PPP). Використовується на зернових, бобових, олійних, овочевих культурах і хмелі [25]. Препарати АКМ-К1 та АКМ-К2 є удосконаленими та модифікованими препаратами на основі регулятора росту рослин АКМ.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Кількість листків на рослинах соняшнику гібридів Коломбі та Таленто залежно від досліджуваних факторів, шт. (2017–2019 рр.)

Обробіток ґрунту (А)	Гібриди (В)	Рік (D)	PPP (C)	Фаза розвитку рослин BBCH				
				12-14	18-20	39-41	50-51	63-65
Глибоке рихлення	Коломбі	2017	К	3,42	8,82	20,8	22,3	23,0
			AKM -K1	3,66	9,09	20,2	23,5	25,0
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	23,2
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	25,4
		2018	К	3,54	8,74	19,4	20,3	18,5
			AKM -K1	3,83	9,25	20,3	21,1	22,4
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	19,8
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	22,9
		2019	К	3,84	9,34	20,4	22,4	22,8
			AKM -K1	4,27	9,67	20,7	23,2	23,9
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	23,5
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	24,6
	Таленто	2017	К	3,52	8,63	19,8	22,7	21,9
			AKM -K1	3,56	9,74	20,5	23,5	23,8
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	22,7
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	24,6
		2018	К	3,33	8,71	20,6	20,2	17,3
			AKM -K1	3,65	9,63	20,4	21,9	20,8
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	19,5
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	22,6
		2019	К	3,78	9,92	20,3	22,8	21,9
			AKM -K1	4,21	10,41	20,7	23,8	23,8
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	22,9
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	24,5
Оранка	Коломбі	2017	К	3,63	9,03	19,6	22,4	22,6
			AKM -K1	3,78	9,95	20,8	23,6	24,2
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	22,6
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	25,2
		2018	К	3,67	9,37	19,7	20,7	17,7
			AKM -K1	3,69	9,84	19,1	21,8	21,5
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	20,9
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	22,3
		2019	К	3,80	9,58	20,3	22,6	22,3
			AKM -K1	3,93	10,61	19,9	24,5	23,0
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	22,8
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	23,2
	Таленто	2017	К	3,77	9,43	20,2	21,9	21,5
			AKM -K1	3,92	10,05	20,6	23,1	23,0
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	22,6
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	23,3
		2018	К	3,68	9,02	19,2	20,9	18,6
			AKM -K1	4,17	10,36	20,8	21,4	21,9
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	21,3
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	22,2
		2019	К	3,83	8,93	20,4	21,6	22,0
			AKM -K1	4,25	9,57	20,9	22,8	23,1
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	22,9
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	23,5
НІР 05		A	0,11	0,09	0,10	0,27	0,89	
		B	0,15	0,12	0,11	0,34	0,45	
		C	0,17	0,18	0,18	0,59	0,93	
		D	0,17	0,16	0,17	0,62	0,98	

Технологія вирощування культури у досліді була загальноприйнята для цієї ґрунтово-кліматичної зони, окрім факторів, що підлягали дослідженню. Насіння соняшнику висівали на початку третьої декади квітня з нормою висіву 55 тис.штук/га, ширина міжрядь – 70 см. Попередник – пшениця озима. Інкрустацію насіння АКМ-К1 проводили за одну-дві доби до сівби з розрахунку робочого розчину 10 л на 1 т насіння. АКМ-К2 – обприскували рослини соняшнику у фазу бутонізації (ВВСН – 50-51).

Догляд за посівами, обліки та спостереження за ростом і розвитком рослин, формування структури врожаю соняшнику проводили відповідно до «Методики полевих опытов по изучению агротехнических приемов возделывания подсолнечника» [26]. У процесі виконання роботи застосовували загально-наукові та спеціальні методи досліджень [27, 28]. Математичну обробку отриманих результатів проводили із застосуванням ліцензованої комп'ютерної програми Agrostat [29].

Результати досліджень та їх обговорення

Відбір зразків рослин для визначення кількості листків на одній рослині соняшнику проводили відповідно до шкали ВВСН. У першій половині свого росту та розвитку (ВВСН 12-41) рослини соняшнику не мали суттєвої різниці між варіантами досліді та роками (табл. 2). Але терміни настання цих фаз суттєво залежали від агрометеорологічних умов року та досліджуваних факторів.

У фазу розвитку ВВСН - 50-51 на рослинах соняшнику обох досліджуваних гібридів сформувалось від 20 до майже 25 листків. Суттєвої різниці між гібридами (за цим показником) не встановлено. Обробка насіння соняшнику препаратом АКМ-К1 сприяла формуванню більшої кількості листків на одній рослині (до 5 %) через підвищення стійкості рослин до негативного впливу гідротермічного стресу, особливо 2018 року.

Під час активного цвітіння 2018 року спостерігали на рослинах контрольного варіанту часткове висихання нижніх листків через повітряну посуху. PPP АКМ-К1 та АКМ-К2 проявили антистресові властивості. Так, листки на рослинах, які обробляли цими препаратами під час вегетації, або насіння перед сівбою, функціонували до початку стиглості насіння. Найкращим із досліджуваних варіантів можна відмітити варіант АКМ-К1+АКМ-К2. Обробіток ґрунту мав вплив на формування кількості листків на 1 рослині. Цей показник у варіанті із глибоким рихленням був більшим на 5% порівняно з оранкою. Така ж закономірність спостерігалася на рослинах обох досліджуваних гібридів.

Одним із важливих біометричних показників є діаметр стебла рослин. Через високу кількість поривів вітру зі швидкістю 15 м/с та більше у Південному Степу України стебла рослин часто ламаються. Доказом цього є пориви вітру (більше 20 м/с) 2017 року на початку червня (табл. 3).

3. Максимальна швидкість вітру за роки проведення досліджень під час сівби та вегетації соняшника, м/сек

Місяць, рік	Максимальна швидкість вітру, м/сек.				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
2017	19	12	21	13	16
2018	16	14	13	13	13
2019	13	13	13	11	19

Рослини дослідних варіантів із застосуванням PPP сформували більш міцні стебла і тому були менше ушкоджені, ніж рослини контрольного варіанту. Встановлено, що застосування регуляторів росту АКМ-К1 та АКМ-К2 сприяють формуванню більш міцного стебла в рослин соняшнику (табл. 4).

Цікавим виявився вплив обробітку ґрунту на формування діаметру стебла рослин соняшнику. На початку свого розвитку, рослини соняшнику, які вирощувалися на ділянці з оранкою, розвивалися краще. Починаючи з фази розвитку ВВСН 39–41 і до збору врожаю, картина змінювалася, і навпаки, рослини, які вирощувалися на глибокому рихленні, були більш міцні. Ця закономірність спостерігалася на рослинах обох досліджуваних гібридів. Через недостатню кількість опадів 2018 року від посіву і до кінця цвітіння (табл. 1) рослини досліджуваних гібридів Коломбі та Таленто сформували стебла з меншим діаметром у всіх дослідних варіантах порівняно з 2017 та 2019 роками. У роботах Калитки В. В. [30, 23]; Єременко О. А. [31, 24]; Білоусової З. В. [32, 33] та Кліпакової Ю. О. [34, 35] розкрито антистресові властивості препарату АКМ. У наших дослідженнях ми спостерігали цей вплив на рослини соняшнику найпосушливішого 2018 року, де різниця між діаметром стебла в рослин контрольного та дослідного варіанту була максимальною. Між кількістю опадів та цим показником було встановлено кореляційний зв'язок високої сили ($r=0,806$) у фазу цвітіння.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

4. Діаметр стебла рослин соняшнику при використанні регуляторів росту рослин АКМ-К1 та АКМ-К2 та різного основного обробітку ґрунту, см

Обробіток ґрунту (А)	Гібриди (В)	Рік (D)	PPP (C)	Фаза розвитку рослин ВВСН				
				12-14	18-20	39-41	50-51	63-65
Глибоке рихлення	Коломбі	2017	K	0,58	0,71	1,48	1,95	2,63
			AKM -K1	0,58	0,93	1,59	2,13	2,80
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,71
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,92
		2018	K	0,63	0,76	1,17	1,64	2,45
			AKM -K1	0,80	1,15	1,35	1,86	2,74
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,52
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,80
		2019	K	0,66	0,74	1,13	1,72	2,48
			AKM -K1	0,77	1,14	1,50	2,09	2,65
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,67
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,93
	Таленто	2017	K	0,62	0,69	1,42	1,91	2,39
			AKM -K1	0,69	0,85	1,54	2,07	2,71
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,63
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,87
		2018	K	0,59	0,72	1,09	1,48	2,07
			AKM -K1	0,64	0,91	1,15	1,65	2,18
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,21
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,49
		2019	K	0,64	0,75	1,25	1,62	2,11
			AKM -K1	0,81	1,18	1,53	1,84	2,20
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,33
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,51
Оранка	Коломбі	2017	K	0,65	0,83	1,09	1,82	2,43
			AKM -K1	0,81	1,02	1,24	1,97	2,56
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,51
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,68
		2018	K	0,69	0,75	0,98	1,35	2,28
			AKM -K1	0,94	1,09	1,22	1,63	2,44
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,51
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,73
		2019	K	0,62	0,70	1,16	1,65	2,31
			AKM -K1	0,79	1,08	1,52	1,81	2,48
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,52
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,71
	Таленто	2017	K	0,61	0,70	1,35	1,64	2,12
			AKM -K1	0,62	0,73	1,50	1,73	2,43
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,25
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,48
		2018	K	0,58	0,69	1,21	1,48	1,96
			AKM -K1	0,63	0,71	1,40	1,63	2,01
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,12
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,40
		2019	K	0,68	0,73	1,18	1,54	1,91
			AKM -K1	0,72	0,94	1,37	1,69	1,95
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	2,20
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	2,48
НІР 05	A		0,12	0,13	0,13	0,16	0,22	
	B		0,11	0,12	0,15	0,17	0,17	
	C		0,19	0,20	0,21	0,24	0,25	
	D		0,17	0,19	0,18	0,22	0,23	

Протягом досліджуваних років рослини гібриду Коломбі формували діаметр стебла в середньому від 2,31 до 2,53 см, а рослини гібриду Таленто – від 1,91 до 2,87 см.

На формування діаметру стебла в рослин соняшнику максимальний вплив мав фактор D (гідротермічні умови року) і становив (44 %) (рис. 1).

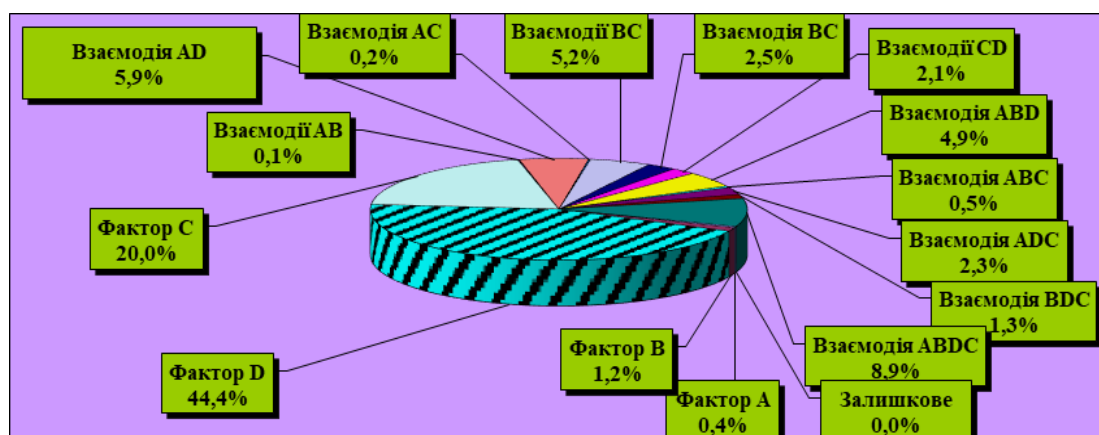


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на діаметр стебла рослин соняшнику при використанні PPP та обробітку ґрунту, %

Висота рослин соняшнику гібридів Таленто та Коломбі в середньому становить 140–170 см, як заявляє оригінатор (Syngenta) [36]. Умови зволоження 2017 року були більш сприятливими протягом усього періоду вегетації, тому рослини соняшнику обох досліджуваних гібридів розвивалися без суттєвих відхилень (табл. 5).

Через посуху 2018 року в першій половині вегетації рослини соняшнику перебували під впливом гідротермічного стресу, тому за своїми лінійними розмірами вони були нижчими, порівняно з 2017 та 2019 рр. (з аналогічними фазами розвитку рослин).

Максимальний вплив дії PPP АКМ-К1 та АКМ-К2 було встановлено саме під час найстресового 2018 року. Збільшення лінійних розмірів при використанні PPP АКМ-К1 для рослин соняшнику гібрида Коломбі становила від 8,0 % до 23,8 % (на оранці) та від 9,7 % до 22,7 % (на глибокому рихленні), а для Таленто – від 6,7 % до 26,2 % (на оранці) та від 8,1 % до 26,5 % (на глибокому рихленні). Потрібно відмітити, що максимальний вплив PPP було відмічено у фазу розвитку рослин BVCH-18-20 для усіх досліджуваних варіантів.

2019 року через майже місячну норму опадів за тиждень спостерігали стрімкий ріст усіх рослин соняшнику в період з BVCH-39-41 до BVCH-50-51. У середньому це збільшення становило для рослин гібрида Коломбі 36% (глибоке рихлення) та 33,5 % (оранка), а для Таленто – 39,7 % (глибоке рихлення) та 41,1 % (оранка), тоді як 2017 та 2018 рр. цей показник був меншим.

Максимальну висоту 172,9 см формували рослини гібрида Таленто у варіанті АКМ-К1+АКМ-К-2 на глибокому рихленні в умовах 2019 року.

Як і діаметр стебла, так і висота рослин прямо залежить від гідротермічних умов. Між висотою рослин та кількістю опадів було встановлено кореляційну залежність високої сили ($r = 0,956$).

Гідротермічні умови року (фактор D) мали найбільший вплив на формування лінійних показників рослин соняшнику (44,4%). Тоді як частка впливу інших факторів була мінімальною: фактора A (0,4 %), фактора B (1,2 %), а фактора C (20,0 %) (рис. 2).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

5. Висота рослин соняшнику гібридів Коломбі та Таленто за умови дії досліджуваних факторів, см

Обробіток ґрунту (А)	Гібриди (В)	Рік (D)	PPP (C)	Фаза розвитку рослин ВВСН				
				12-14	18-20	39-41	50-51	63-65
Глибоке рихлення	Коломбі	2017	К	13,00	29,80	84,30	120,10	142,20
			AKM -K1	14,10	35,20	90,20	128,70	152,60
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	155,60
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	165,70
		2018	К	10,3	25,20	70,10	105,80	121,50
			AKM -K1	13,2	32,60	89,70	117,20	138,00
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	135,20
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	138,60
		2019	К	13,9	26,70	83,90	133,60	154,00
			AKM -K1	14,4	33,50	95,30	146,20	161,00
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	165,80
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	168,00
	Таленто	2017	К	13,5	31,20	86,70	123,60	147,30
			AKM -K1	14,8	37,40	91,50	130,20	158,70
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	159,10
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	165,80
		2018	К	11,5	25,50	73,20	110,20	126,30
			AKM -K1	13,8	34,70	88,60	119,90	142,50
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	134,60
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	144,90
		2019	К	14,50	27,70	81,90	139,60	161,60
			AKM -K1	15,20	31,50	88,90	143,4	168,00
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	170,60
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	172,90
Оранка	Коломбі	2017	К	12,9	32,30	89,60	118,70	138,50
			AKM -K1	14,5	38,10	96,40	121,50	144,60
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	149,80
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	153,80
		2018	К	11,10	27,40	71,70	106,20	122,60
			AKM -K1	14,50	34,50	87,30	115,40	149,10
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	153,70
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	163,00
		2019	К	14,20	26,90	85,10	131,40	146,70
			AKM -K1	14,70	35,20	98,30	144,10	150,20
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	149,30
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	156,60
	Таленто	2017	К	13,60	32,50	85,90	127,40	151,10
			AKM -K1	14,70	36,70	94,60	135,30	160,30
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	159,70
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	167,50
		2018	К	12,10	25,90	75,10	109,60	124,20
			AKM -K1	13,90	35,10	89,30	117,50	140,70
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	131,30
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	140,90
		2019	К	14,60	29,30	83,60	145,60	152,70
			AKM -K1	15,40	32,50	90,10	148,90	158,90
			K+(AKM-K2)	-	-	-	-	157,10
			AKM-K1+AKM-K2	-	-	-	-	162,40
НІР 05		A	0,76	0,99	1,37	3,43	5,67	
		B	0,84	1,07	1,45	3,09	5,12	
		C	1,45	2,33	3,95	5,78	11,35	
		D	1,23	2,45	4,31	5,62	10,21	

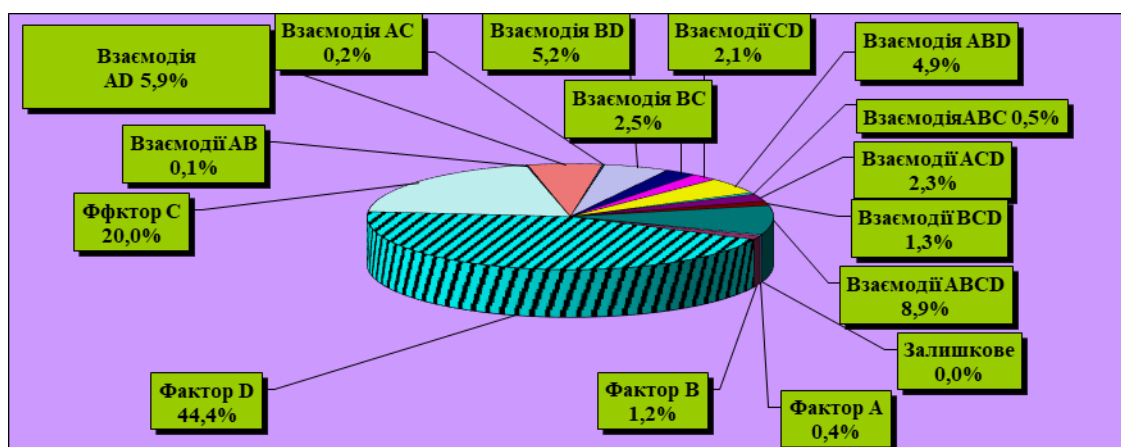


Рис. 2. Частка впливу досліджуваних факторів на висоту рослин соняшнику при використанні PPP та обробітку ґрунту, %

Отже, аналізуючи отримані результати та закономірності дії досліджуваних чинників на біометричні показники рослин соняшнику, можемо зробити такі висновки.

Висновки

1. На початку вегетації рослин соняшнику на ділянках, де проводили оранку ґрунту, їхній розвиток проходив краще. Починаючи з фази розвитку ВВСН-39–41, картина змінювалася навпаки. Така закономірність була відмічена на обох досліджуваних гібридах.

2. Максимальний діаметр стебла (2,93 см) формували рослини гібрида Коломбі у варіанті АКМ-К1+АКМ-К2 (глибоке рихлення) 2019 року, а максимальну висоту (172,9 см) рослини гібрида Таленто у варіанті АКМ-К1+АКМ-К2 (глибоке рихлення) в умовах цього ж року.

3. Гідротермічні умови року мали найбільший вплив на формування біометричних показників рослин соняшнику обох досліджуваних гібридів. Коефіцієнт кореляції між висотою рослин та кількістю опадів становив $r=0,956$, а між діаметром стебла та кількістю опадів $r=0,806$. Частка впливу цього чинника становила 44 %.

4. у разі дії гідротермічного стресу на рослини соняшнику рекомендуємо застосовувати PPP з антиоксидантними властивостями на фоні глибокого рихлення ґрунту.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу PPP АКМ-К1, АКМ-К2 на фертильність пилку та формування врожаю рослин соняшнику в умовах Південного Степу України.

References

1. Puzik, V. K., Petrov, V. M., & Babaryka, Ya. V. (2014). Stan i perspektyvy vyroshchuvannya ta formuvannya rynku sonyashnyku v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 2, 46–50 [In Ukrainian].
2. Statistical information. Agriculture, forestry, and fisheries. Crop production. (1991–2019): Retrieved from: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html
3. Yeremenko, O. A. (2018). Ahrobiolohichni osnovy formuvannya produktyvnosti oliynykh kul'tur (*Helianthus annuus* L., *Carthamustinctorius* L., *Linum usitatissimum* L.) v Pivdennomu Stepu Ukrainy. Doctor's thesis. Natsional'nyy universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Kyev-Melytopol' [In Ukrainian].
4. Hudz, V. P., Prymak, I. D., Budonyi, Yu. V., & Tanchyk, S. P. (2010). *Zemlerobstvo*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [In Ukrainian].
5. Shpaar, D., Drager, D., Kalens'ka, S., & Rakhmetov D. (2006). *Vozobnovlyayemyye rastitel'nyye resursy: monografiya*. Sankt-Peterburg – Pushkin [In Russian].
6. Kalenska, S., Rakhmetov, D., & Iunik, A. (2011). Productivity and energy value of spring oilseed crops under conditions of forest-steppe of Ukraine. *Rural development: International scientific conference*. Kaunas, 5 (1).
7. Il'chuk, M. M. (2013). Tendentsiyi vyrobnytstva nasinnya sonyashnyku v Ukraini: problemy ta

perspektyvy. *Naukovyy Visnyk Natsional'noho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrayiny.: Ekonomika, Ahrarnyy Menedzhment, Biznes*, 4, 187–193 [In Ukrainian].

8. Ushkarenko, V. O., Lazer, P. N., & Koshovyy, V. O. (2004). Vplyv rezhymiv zroshennya, dobryv ta hustoty stoyannya roslyn na urozhaynist' sonyashnyku kondyters'koho napryamku. *Tavriys'kyi Naukovyy Visnyk: Zbirnyk Naukovykh Prats'*, 30, 3–8 [In Ukrainian].

9. Malyarchuk, V. M. (2014). Vplyv tekhnolohichnykh protsesiv osnovnoho obrobittu gruntu na yoho vodnyy rezhym i produktyvnist' sonyashnyku. *Tekhniko-Tekhnolohichni Aspekty Rozvytku ta Vyprobuvannya Novoyi Tekhniki i Tekhnolohiy dlya Sil's'koho Hospodarstva Ukrayiny*, 18 (2), 88–94 [In Ukrainian].

10. Veselovs'kyi, I. V., & Behey, S. V. (1995). *Gruntozakhysne zemlerobstvo*. Kyiv: Urozhay [In Ukrainian].

11. Onyshchenko, O. V. (2019). Vplyv osnovnoho obrobittu gruntu na vrozhainist soniashnyku v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy. *Suchasni naukovy doslidzhennia na shliakhu do yevrointehratsii: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsi*. (Melitopol, 21–22.06.2019). Melitopol: TSAU. Retrieved from: <http://elar.tsau.edu.ua/handle/123456789/8599> [In Ukrainian].

12. Salo, V. M., & Leshchenko, S. M. (2015). Formalizatsiya protsesu hlybokoho rykhleniya gruntu kombinovanyim chyzel'nym znaryaddyam. *Pratsi Tavriys'koho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu. Tekhnichni Nauky*, 4, 39–46 [In Ukrainian].

13. Makarenko, M. (2016). Hlyboke rozpushennia gruntu. *AhroElita* Retrieved from: <https://agroprod.biz/2016/08/30/hlyboke-rozpushennia-gruntu> [In Ukrainian].

14. Klymenko, I. I. (2015). Vplyv rehulyatoriv rostu roslyn i mikrodobryva na urozhaynist' nasinnya liniy ta hibrydiv sonyashnyku. *Selektsiya i Nasinnytstvo*, 107, 183–188 [In Ukrainian].

15. Hryhor'yeva, O., & Myroshnyk, I. (2014). Mikrobni preparaty i kompleksni dobryva u tekhnolohiyi vyroshchuvannya sonyashnyku. *Propozytsiya*, 4, 80–81 [In Ukrainian].

16. Shevchenko, A. O. (red.). (1998). *Rehulatory rostu roslyn u zemlerobstvi*. Kyiv [In Ukrainian].

17. Reddy, G. K. M., Dangi, K. S., Kumar, S. S., & Reddy, A. V. (2003). Effect of moisture stress on seed yield and quality in sunflower, *Helianthus annuus* L. *Journal of Oil seeds Research*, 20 (2), 282–283.

18. Yeremenko, O., Kalenska, S., Kiurchev, S., Rud, A., Chynchyk, O., & Semenov, O. (2017). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity under the effect of plant growth regulator in the conditions of insufficient moisture. *Scientific achievements in agricultural engineering, agronomy and veterinary medicine: collective monograph*. Polish – Ukrainian Cooperation, II, 196–217.

19. Yeremenko, O. A., Kalytka, V. V., Kalenska, S. M., & Malkina, V. M. (2018). Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 289. doi: 10.15421/2018_214

20. Yeremenko, O., & Kalitka, V. (2016). Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9 (9), 59–64.

21. Kalenska, S., Kalenski, V., Kachura, I., Gonchar, L., & Matvienko, A. (2014). Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield. *Nährstoff - und Wasserversorgung der Pflanzbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung: Internationale wissenschaftliche Konferenz*.

22. DSTU ISO 4362:2004 Pokaznyky rodyuchosti gruntiv. Chynnyi vid 2006-01-01. (2004). Kyiv [In Ukrainian].

23. Yeremenko, O. A., Kalens'ka, S. M., Kalytka, V. V., & Malkina, V. M. (2017). Urozhaynist' sonyashnyku zalezhno vid ahrometeorolohichnykh umov pivdennoho Stepu Ukrayiny. *Ahrobiolohiya*, 2 (135), 123–130 [In Ukrainian].

24. Yeremenko, O. A., & Kalytka, V. V. (2017). Urozhaynist' sonyashnyku zalezhno vid ahrometeorolohichnykh umov Zaporiz'koyi oblasti. *Naukovo-Tekhnichnyy Byuletyn' Instytutu Oliynykh Kul'tur NAAN*, 24, 123–130 [In Ukrainian].

25. Kalytka, V. V., Ivanchenko (Yeremenko), O. A., Zolotukhina, Z. V., Yalokha, T. M., & Zhernovyy, O. I. (2011). *Patent Ukrainy № 58260*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].

26. Polyakov, A. I., Chekhov, A. V., & Nikitchin, D. I. (2005). *Metodika polevykh opytov poizucheniyu agrotekhnicheskikh priyemov vozdeystviya podsolnechnika*. Zaporozh'ye [In Russian]

27. Rozhkov, A. O., Kalens'ka, S. M., Puzik, L. M., Muzafarov, N. M., & Bukhalo, V. Ya. (2016).

Doslidna sprava v ahronomiyi knyha druha. Statystychnyy obrobka rezul'tativahronomichnikh doslidzhen': navchal'nyy posibnyk. Kharkiv [In Ukrainian].

28. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalens'ka, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshpov Yr. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi: navchal'nyy posibnyk.* Kharkiv [In Ukrainian].

29. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborod'ko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). *Dyspersiynyy i korelyatsiynyy analiz rezul'tativ pol'ovyykh doslidiv: navchal'nyy yposibnyk.* Kherson [In Ukrainian].

30. Yeremenko, O. A., & Kalytka, V. V. (2016). Vplyv RRR na rist, rozvytok ta formuvannya vrozhaiu soniashnyku v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 1 (58). Retrieved from: http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/13.pdf [In Ukrainian].

31. Yeremenko, A. A., Kalitka, V. V., & Kalenskaya, S. M. (2017). Effektivnost' proizvodstva podsolnechnika v usloviyakh yuzhnoy zony Ukrainy. *Issledovaniya, Rezul'taty*, 2, 171–180 [In Russian].

32. Bilousova, Z. V., & Klipakova, Yu. O. (2018). Vplyv peredposivnoyi obrobky nasinnya ta pohodnykh umov roku na urozhaynist' ta yakist' zerna pshenytsi ozymoyi. *Zroshuvane Zemlerobstvo. Zbirnyk Naukovykh Prats'*, 69, 41–45 [In Ukrainian].

33. Bilousova, Z. V. (2018). Otsinka adaptivnoho potentsialu sortiv pshenytsi ozymoyi (*Triticum aestivum* L.) v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny. *Naukovi Dopovidi NUBIP Ukrayiny*, 3 (73) [In Ukrainian].

34. Kalytka, V. V., Klipakova, Yu. O., & Zolotukhina, Z. V. (2016). Vplyv rehulyatora rostu roslyn ta riznokomponentnykh protruynykiv na prorostannya nasinnya pshenytsi ozymoyi (*Triticumaestivum* L.). *Naukovyy Visnyk Natsional'noho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 235, 24–33 [In Ukrainian].

35. Klipakova, Yu. A., & Kapinos, M. V. (2012). Fiziologo-biokhimicheskiye reaktsii v semenakh i prorostkakh ozimoy pshenitsy pri deystvii regulyatora rosta AKM i protravitelya. *Agrobiologiya*, 9, 12–16 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Єременко О. А., Онищенко О. В. Динаміка змін біометричних показників рослин соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту та регулятора росту в умовах Південного Степу України. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 93–103.

© Єременко Оксана Анатоліївна, Онищенко Ольга Вячеславівна, 2020



review article | UDC 632.4:632.95 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.12

MODERN STRATEGY OF INTEGRATED PLANT PROTECTION
V. M. Pisarenko

 ORCID  [0000-0002-0184-3929](https://orcid.org/0000-0002-0184-3929)
N. P. Kovalenko

 ORCID  [0000-0001-5998-1745](https://orcid.org/0000-0001-5998-1745)
G. D. Pospelova*

 ORCID  [0000-0002-8030-1166](https://orcid.org/0000-0002-8030-1166)
M. A. Pischalenko

 ORCID  [0000-0001-8954-8256](https://orcid.org/0000-0001-8954-8256)
N. I. Nechyporenko

 ORCID  [0000-0003-2572-9095](https://orcid.org/0000-0003-2572-9095)
O. L. Sherstiuk

 ORCID  [0000-0003-0834-5663](https://orcid.org/0000-0003-0834-5663)

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

*Corresponding author

 E-mail: ganna.pospelova@pdaa.edu.ua

How to Cite

 Pisarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, G. D., Pischalenko, M. A., Nechyporenko, N. I., & Sherstiuk, O. L. (2020). Modern strategy of integrated plant protection. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 104–111. doi: 10.31210/visnyk2020.04.12

The urgency of improving the condition of farm lands today is being solved by effective using fertilizers and environmentally friendly plant protection means, mechanical equipment, introducing the results of selection work and other scientific achievements. The purpose of the study is to determine the peculiarities of the system of integrated plant protection, taking into account their impact on yield environmental safety and soil fertility. As the global tendency favors the eco-balance of plant protection, there is a need for rational using agricultural technologies, which involve achieving a compromise between the desire to obtain a high environmentally friendly yield and preserve soil fertility. It is the system of organic farming, which is based on the specified complex of organizational, economic, and agro-technical measures and technologies. Peculiarities of this system's technologies, which provide optimization of crops' phyto-sanitary condition, were determined taking into account economic harmfulness levels of pests, diseases and weeds. The role of crop rotation as the main agro-technical measure in preventing crop damage by pests incapable of active movement and delaying the settlement of crops by insects, which damage seedlings and migrate from the previous year crop rotation fields, was substantiated. The role of tillage system in weed control was determined taking into account its impact on existing natural systems, creating favorable conditions for plant growth and development, restoration and preservation of soil fertility. The expediency and peculiarities of using biological (bio-cenotic) method in long-term pest control programs were substantiated. Methods were worked out in detail, which affect the conservation and increase the effectiveness of zoophages' natural resources: crop rotation, tillage, sowing time, fertilization, weed control, forest-protective belts, using attractive crops, creating favorable conditions for their vital functions, terms and methods of harvesting. The place of chemical method in the system of integrated plant protection and its negative impact on the environment was determined. Measures to optimize the application of chemicals in agro-ecosystems were presented in order to adapt farming systems to the requirements of environmentally friendly food production.

Key words: integrated plant protection, arable farming, agro-technologies, phyto-sanitary condition, plant diseases.

СУЧАСНА СТРАТЕГІЯ ІНТЕГРОВАНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

В. М. Писаренко, Н. П. Коваленко, Г. Д. Поспєлова, М. А. Піщаленко, Н. І. Нечипоренко, О. Л. Шерстюк

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Актуальність поліпшення стану сільськогосподарських земель на сьогодні вирішується шляхом ефективного використання добрив та екологічно безпечних засобів захисту рослин, застосування засобів механізації, впровадження результатів селекційної роботи та інших наукових досягнень. Метою дослідження є визначення особливостей системи інтегрованого захисту рослин, взявши до уваги їх вплив на екологічну безпечність урожаю та родючість ґрунту. Оскільки загальносвітова тенденція надає перевагу екологізації захисту рослин, то виникає потреба в раціональному використанні агротехнологій, які передбачають досягнення компромісу між прагненням одержати високий екологічно безпечний урожай і збереження родючості ґрунту. Саме система органічного землеробства і ґрунтується на зазначеному комплексі організаційно-господарських та агротехнічних заходів і технологій. Визначено особливості технологій цієї системи, які забезпечують оптимізацію фітосанітарного стану посівів, зважаючи на економічні пороги шкідливості шкідників, хвороб і бур'янів. Обґрунтовано роль сівозміни як основного агротехнічного заходу у запобіганні пошкодженню культур шкідниками, не здатними до активного переміщення, та затримці заселення посівів комахами, які пошкоджують сходи і мігрують з торішніх полів сівозміни. Визначено роль системи обробітку ґрунту в боротьбі з бур'янами, взявши до уваги його вплив на існуючі природні системи, створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин, відновлення та збереження родючості ґрунтів. Обґрунтовано доцільність та особливості використання біологічного (біоценотичного) методу в довгострокових програмах боротьби зі шкідливими організмами. Деталізовано методи, які впливають на збереження та підвищення ефективності природних ресурсів зоофагів: сівозміна, обробіток ґрунту, строки сівби, удобрення, знищення бур'янів, лісові смуги використання приваблювальних посівів, створення сприятливих умов для їхньої життєдіяльності, строки і способи збирання врожаю. Визначено місце хімічного методу в системі інтегрованого захисту рослин та його негативний вплив на навколишнє середовище. Наведено заходи з оптимізації застосування хімічних засобів в агробіоценозах з метою адаптації системи землеробства до вимог виробництва екологічно безпечних продуктів харчування.

Ключові слова: інтегрований захист рослин, землеробство, агротехнології, фітосанітарний стан, хвороби рослин.

The strategy of modern arable farming does not envisage the expansion of sown areas, but the improvement of their using by the application of mechanical equipment, fertilizers, highly effective and environmentally friendly plant protection products, improving selection work and other scientific achievements. Thus, the relevance of our study is not doubtful and involves determining the features of integrated plant protection system, taking into account their impact on the environmental safety of harvest and soil fertility.

For the effective using of soil fertility and plant genetic potential, scientists have developed and recommended agro-technologies for growing crops, which can significantly increase the using of bioclimatic potential to increase yields and improve product quality [26]. One of the important technological factors is the optimization of phyto-sanitary condition of sown areas based on using methods of integrated plant protection. Modern protection system includes agro-technical, biological, chemical, physical, mechanical measures and plant quarantine. The importance of these methods varies depending on crops, rotation system, fruit and berry plantations. For field crops, agro-technical method has always been the main one and its role is growing due to the global trend of eco-balancing plant protection [24].

The strategy of integrated plant protection is based on agro-technologies, which are based on an attempt to reach a compromise between the desire to obtain a high environmentally friendly yield and preserve soil fertility. They are the foundation of organic farming system, based on a complex of organizational, economic and agro-technical measures and technologies [16], which include: the structure of sown areas; the using of perennial and annual legumes; scientifically substantiated crop rotations; shallow tillage; applying organic fertilizers; green manure crops; high quality seed preparation; optimal terms of conducted work; applying microbiological preparations; controlling economic injury levels of pests, diseases and weeds [25].

The system stipulates complete refusal to use pesticides and mineral fertilizers, except some cases: seed incrustation and the application of macro- and microelements to improve the properties of organic fertilizers while processing manure into compost [6].

Based on our many-year research at private enterprise “Agro-ecology” in Shyshaky district of Poltava region, it has been established that the optimization of phyto-sanitary crop condition in organic farming is based on taking into account economic injury levels of pests, diseases and weeds, as well as peculiarities of technologies characteristic of this system and can be formulated as follows [14, 15, 21, 22]:

- the application of sufficient amounts of organic fertilizers, cultivation of perennial legume grasses and green manure crops ensures optimal crop nutrition increasing their ability to compete with weeds, as well as resistance to damage by certain pests and diseases’ causative agents;
- the structure of sown areas, active using of agro-phytocenology principles based on the expansion of species and varietal composition of cultivated plants, refusing to use pesticides make it possible to increase the effectiveness of natural entomophages and fungistasis of biocenosis, which reduces the number of pests and in some cases inhibits diseases’ causative agents;
- an important factor in optimizing phyto-sanitary condition is using the effect of auto-inhibitors in the process of growing green manure crops and wide introducing the principles of poly-crop in farming;
- farm fields are covered with plants inhibiting weed growth throughout the vegetation period;
- many-year shallow tillage (to a depth of 5 cm), in the layer of which most annual weeds germinate, constantly reduces their number, which helps to clean up fields;
- harvesting most crops for green fodder, silage, haylage or hay in mowing ripeness phase, as well as planting green manure crops contribute to the destruction of weeds, which do not have enough time to form seeds, and also disrupt the life cycle of many pests (e. g., corn borer) and diseases of corn (root and stem rots), alfalfa, sainfoin, cruciferous (cabbage) crops, and others;
- since weed infestation poses the greatest threat to row crops, the only proceeding crop for them on a farm is winter wheat, which is usually grown after perennial grasses, occupied or green manure crops’ fallow land, which are highly effective in cleaning-up fields from weeds;
- complying with regulations of following all technological measures in the process of crop cultivation increases their effectiveness in weed control, which also restrains the amount of weeds on the verge of their economic injury levels, as well as reduces plant damage by many pests and diseases;
- reducing the number of many leaf beetles, as well as decreasing the intensity of disease development are ensured by timely treatment of plants with microbiological preparations;
- manure storage technology makes it possible to clean decomposed manure from weed seeds as much as possible, interrupting their circulation on the farm;
- applying tillage units, which meet technological requirements of organic farming in terms of work quality and weed control facilitates the decreasing of weed infestation.

Thus, the optimization of crops’ phyto-sanitary condition in organic farming is based on forming heterogeneous species and varietal structures of agro-ecosystems and placing the diversity (harmonious combination of crop growing and livestock farming) in the farm’s activity, when a favorable biocenotic state is created, which stipulates conservation, increase in the number, and effectiveness of useful arthropods and micro-organisms species and carrying out agro-technical measures, which are included in the technologies of cultivating crops and limit the activity of harmful organisms of agro-ecosystem [17, 18].

On the whole, according to the well-known scientist on plant protection M. S. Kornichuk [23], in intensive technologies, timely and high quality agro-technical measures for 4-5 years under their proper interaction enables to reduce the species diversity and amount of pests and pathogens to economic injury level, eliminating the necessity to apply chemicals.

Agro-technical method of plant protection has more than a century long history, which began with the work of provincial entomologist Y. K. Pachosky: “Mechanical tillage, as the best means of cereals pests’ control” (1900). Later, this method was developed by the scholars of Poltava State Agricultural Experimental Station M. V. Kurdiumov and V. V. Znamensky, and in the former USSR – by V. M. Shchogolev [30], I. F. Pavlov [13], and others. Since then, the complex of agro-technical measures has hardly changed, but it has been supplemented with new materials obtained on the basis of scientific research.

So, one of the main agro-technical measures is crop rotation, the role of which is to spatially remove crop location from pests’ reservation in previous year fields of its cultivation. Such measure is important in preventing damage

by pests, which are unable to active movement (nematodes, larvae of bread beetles, larvae of beet root aphids, soil microorganisms – the causal agents of plant root rots, etc.). This measure also delays the infestation of crops by insects damaging sprouts and migrating from the previous year crop rotation fields [1, 19].

The distancing of each year winter crops from the fields where they were grown the previous year makes it possible to prevent the spreading of cereal flies, cicadas, brown leaf rust causative agent, and other pests from drops to new crops.

Post-mowing, post-harvesting and green manure crops are also important preventive measures in rotation. Along with this, more and more binary crops are sown, which creates a more favorable phyto-sanitary situation in agro-biocenoses. For example, sowing oats with spring vetch inhibits the development of annual and perennial weeds, and post-harvesting soil loosening also depletes rootstock weeds, which significantly reduces their amount [2, 3].

Sowing peas with white mustard creates unfavorable conditions for the development of pea aphids and pea grain moth. Harvest separation is technically quite effective.

Binary mixtures of typhon with rye or triticale, oil radish with oats, strip sown areas of buckwheat with millet and rye, and others are also promising. Post-harvesting, post-mowing, and binary crops in some cases have unfavorable auto-inhibiting effect on weed development [9].

One of the leading places in modern integrated systems is occupied by tillage system. Its main components are: main (autumn), pre-sowing, post-sowing and post-harvesting tillage, which provide high effectiveness of weed control [7]. Under-winter plowing with stubble pre-peeling in autumn significantly inhibits the reproduction of cereal flies, wheat thrips and cereal stalk sawfly, reducing their amount by 90 %. Moreover, a large amount of leaf – horned beetles, *Stenodiplosis panici*, beet webworms, cutworms die; the amount of causal agents of powdery mildew, rust, leaf spot diseases also decreases [13].

In the system of post-sowing tillage, rolling, pre-emergence and post-emergence harrowing and loosening between rows at row crops cultivation remain effective methods of weed control. Moreover, harrowing is the most effective measure at its carrying out during a “white thread” phase. By its timely conducting (usually with light, and recently – spring-tined harrows), 90–95 % of weed seedlings is destroyed both between rows and in protective zones [12].

Recently, in connection with the crisis phenomena (droughts) in moisture supply, tillage tools loosening the topsoil less, without upsetting the balance of useful soil microorganisms, increasing organic matter content in the topsoil and retaining more moisture in arable land layer, are becoming more important, as their application improves plant development and their resistance to pests [20, 27].

Therefore, the task of modern tillage system is to intensify production and simultaneously preserve the existing natural systems. High yields, despite natural disasters, are obtained by those farms, which take into account climate changes on the planet in their agricultural technologies. Instead of deep plowing, deep loosening of the soil or surface tillage is carried out, at which the plant root system is not removed from the soil, and after its death passages remain loosening the soil and creating favorable conditions for plant growth and development [19].

At present, the working model in the theory and practice of arable farming is that for over 150 recent years, black soils have constantly been degrading and losing fertility as a result of mass using shelf plows. Many-year experiments of the Institute of Grain Economy of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine [29] have shown that deep plowing is still effectively mobilizing fertility potential and ensures a higher yield (5–11 %) of grain crops than the methods of minimal tillage. But the future of restored land is more important.

In integrated plant protection systems in the world and in Ukraine, in particular, there is a tendency to use biological method. Biological preparations do not pollute the environment, manifest a high selective effect, they are convenient for production and have inexhaustible resources for constant increasing volumes. Therefore, the introduction of biological (biocenotic) method is a priority in long-term pest control programs [10].

The directions in biological plant protection can be summarized in the following scheme [8]:

- using natural resources of zoophages;
- replenishing agro-biocenoses with useful species of zoophages, which are absent there, or their density is insufficient;
- using microbiological preparations against both pests and diseases causative agents;
- using pheromones to break the links between pest sexes;
- using hormonal preparations, in particular juvenoids, and other biologically active substances, which

disrupt the metamorphosis of harmful species.

No doubt, the using of resistant varieties is also an important element of bio-method.

The using of natural resources of zoophages is based on methods of preserving and increasing the effectiveness of natural populations of useful organisms. The following methods should be mentioned [21–26, 28]:

Crop rotation. Periodic crop change in rotation system limits the accumulation of plant diseases causative agents, pests and weeds, increases its bio-cenotic functions.

Tillage. Most diseases causative agents, pests and all weeds are connected with the soil in their development. Tillage stimulates the activity of a number of natural entomophages and useful microbes.

Terms of sowing. In each case, they should be determined in such a way that harmfulness of phytophages, diseases causative agents and the development of weeds on sown areas were minimal.

Fertilization. Ensuring optimal plant nutrition, as a rule, increases the endurance of plants to damage and diseases.

Weed control. Traditionally, weeds are considered to be the reservoirs of harmful phytophages. They feed on weeds at a time when cultivated plants have not yet emerged or have already been harvested.

Forest-protective belts and using attractive crops. In general, forest protective belts formed around fields have a positive effect on phyto-sanitary situation on sown areas.

Creating favorable conditions for the activity of useful organisms. For this purpose, special agro-technical measures have been developed. Among them there are the sowing of plants - nectar plants (phacelia, coriander, buckwheat, and others), on which these insects find additional nutrition.

Terms and methods of harvesting. Optimal harvest time allows to preserve the crop as much as possible and to affect harmful and useful organisms, regulating the former and activating the latter ones.

The peculiarities of the tactics of applying toxic substances, which ensure the maximum preservation of useful organisms, consists in the treatment of farm and forest plantations in terms, the least dangerous for parasites and predators. These are twilight pesticide treatments, edge and strip treatments, etc. [11].

At present, in order to replenish agro-biocenoses with useful species of zoophages, the technologies of breeding and using 30 species of insect-eaters are applied in the world practice as a real achievement of the classical bio-method [10].

Seasonal colonization of trichogramma has become effective on field crops, and in protected soil – phyto-seiulus mite, encarsia, galica afidomiza, and ambiseiulus mite.

Microbiological preparations are created on the basis of other bacteria, fungi or viruses. These biological products, which are now used against crop pests, are divided into three groups by their action [27]:

- the first – preparations of entobacterin type (dendrobacillin, BTB, lepidocide);
- the second – preparations of boverin type (ashersonia, trichodermin, and others);
- the third – preparations made on the basis of obligatoty parasitic microorganisms – viruses, microsporidia (ENSh virin, KSh virin, and others).

Among biological preparations to fight diseases causative agents, trichothecin, phyto-bacteriomycin (FBM), and phytoflavin 100 are used most often.

The expansion of agro-technical methods to increase the activity of entomophages' natural populations, as well as the range of biological means and the scale of their application is becoming an important factor in improving the environmental security of agricultural technologies [4–5].

Chemical method has been remaining an integral part of integrated plant protection system in our time and in the future. Extensive applying pesticides led to a number of serious negative consequences. Environmental and economic justification of the feasibility of using chemical plant protection means is one of the requirements for the eco-balancing integrated plant protection. In the process of farming system adaptation to the requirements of environmentally friendly food products, the optimization of applying chemicals in agro-biocenoses will be carried out in the following way [14–16, 20–24]:

1. Improving integrated protection involves reducing the application of chemicals by increasing the scale other techniques, taking into account the economic injury levels of using forecast and control over spreading harmful organisms.

2. Improving the assortment of pesticides having less toxicity, greater effectiveness and often more selective. In the future, preference will be given to insecticides-regulators of insects' growth and development, which have not a biocide but a regulatory effect on pests. Concerning pathogens causing plant diseases, preference is given to highly effective complex preparations including several active substances. A great achievement is the creation of preparations for seed incrustation, followed by seedlings' toxication, which

are effective against both pathogens and pests. Thus, new generation pesticides make it possible to implement more completely the genetic potential of varieties and hybrids, to obtain the maximum yield with greater environmental safety.

3. Improving the ways of applying pesticides. To protect field crops, pre-sowing seed incrustation and spraying plants during the growing season will remain dominant.

Spraying plants against pests should be conducted, first of all on the basis of inspections and treatment of field edge belts, without waiting till all area will be populated by them. When using pesticides against diseases and weeds, tape application is more appropriate. Applying a mixture of different action pesticides is promising, as it increases the toxicity of the mixture due to synergism, expands the spectrum and increases the duration of action on harmful object, prevents the formation of resistance and reduces the number of treatments [9]. Applying nitrogen mineral fertilizers in working solutions of pesticides makes it possible to reduce the consumption amounts of pesticides by increasing the effectiveness of their action with nitrogen fertilizers.

4. To increase the effectiveness of pesticide using and reduce their consumption amounts, it is expedient to use adhesives and surfactants. Using pheromones can reduce the number of treatments by 2–3 times.

5. To prevent the resistance of phytophages and pathogens to plant protection means, it is necessary to change preparations, use mixtures of fungicides having different chemical composition and mechanism of action.

6. Expanding the use of intra-herbal therapy, or temporary toxication of seedlings, achieved by seed incrustation.

7. Using new effective pesticides with improved sanitary, toxicological and ecological characteristics (pyrethroid and nicotinoid insecticides, chitin synthesis inhibitors, and others).

8. Applying selective action pesticides (pyrimor, and others), which destroy phytophages and are low-toxic to entomophages.

9. Twilight pesticide treatments are environmentally important, at which the quality of plant covering with pesticide solutions is improved and their negative impact on entomophages is reduced.

10. Improving technical equipment and complying with regulations for pesticides' application. Thus, chamber, auger-type and rotary-type mechanisms are promising for pre-sowing treatment (incrustation). Fan and boot sprayers are used to spray plants during the growing season. Reducing pesticide consumption amounts at low-volume spraying reaches 25–30 %.

11. Strengthening environmental requirements to pesticides by creating effective legislative acts to prevent applying preparations having unfavorable sanitary, toxicological and environmental properties. Legislation in many countries allows selling, storing, and using pesticides only to professionals who have the appropriate qualifications and licenses giving the right to work with pesticides.

Conclusions

Recently, taking into account harmful effect of pesticides on the environment and human health, there is a tendency in the world to reduce their application. The connection of human with nature will increase in the future. Therefore, in the XXI century, the using of chemicals in integrated plant protection will decrease. The using of the latest and already well-known agro-technical and biological measures, resistant crop varieties, mechanical equipment, and other effective environmentally friendly methods of pest control in agrobiocenoses will increase. The system of integrated protection will be further developed to increase effectiveness and environmental safety. The application of pesticides is already prohibited in organic farming completely.

References

1. Chaika, T. O. (2011). Zemelno-resursnyi potentsial orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini. *VISNYK Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu im. V. V. Dokuchaieva: Seriya Ekonomichni NAUKY*, 12, 323–330 [In Ukrainian].
2. Chaika, T. O. (2018). Rol minimalnoho obrobittu gruntu v orhanichnomu zemlerobstvi. *Inzheneriia Pryrodokorystuvannia*, 2 (10), 37–44. Retrieved from: <https://drive.google.com/file/d/1edJXNTAezpYjEp75JK0CHtXfHpbuwlkO/view?usp=sharing> [In Ukrainian].
3. Chaika, T. O., & Lotysh, I. I. (2020). Zberezhennia rodiuchosti gruntiv za suchasnykh system zemlerobstva. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka : VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi kon-*

ferentsii. Zhytomyr: ZhNAEU. Retrieved from: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/7856> [In Ukrainian].

4. Chaika, T. O. (2019). The Influence of Conventional Agriculture to Sustainable Development of the Agricultural Sector of Economy. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka: materialy VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Zhytomyr: Vyd-vo ZhNAEU [In Ukrainian].

5. Chaika, T. A. (2019). Predposylki sokhraneniya i vosstanovleniya ustojchivosti ekosistem. *E'kologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh agrotekhnologij: materialy III mezhdunarodnoj nauchnoj-prakticheskoy konferenczii*. Ryazan: IP Zhukov [In Russian].

6. Chaika, T. A., & Lotysh, I. I. (2019). Organicheskoe sel'skoe khozaystvo kak element ustojchivogo razvitiya sel'skikh territorij. *Kompleksnoe razvitie sel'skikh territorij i innovacionny'e tekhnologii v agropromyshlennom komplekse: sb. IV Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy i prakticheskoy*. Novosibirsk Retrieved from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41405412> [In Russian].

7. Chesalin, G. A. (1979). *Agrotekhnicheskie mery bor'by s sornyakami. Sorny'e rasteniya i bor'ba s nimi*. Moskva: Kolos [In Russian].

8. Diadechko, M. P., Padii, M. M., & Shelestova, V. S. (2001). *Biologichnyi zakhyst roslyn*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

9. Fedorenko, V. P., Sekun, M. P., Retman, S. V., Korniihuk, Ye. M., & Vinnichuk, T. S. (2010). *Intehrovanyi zakhyst roslyn vid shkidnykiv i khvorob. Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Lisostepu Ukrainy*. Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].

10. Kaminskyi, V. F., Hadzalo, Ya. M., Saiko, V. F., & Korniihuk, M. S. (2015). *Zemlerobstvo XXI stolittia – problemy ta shliakhy vyrishennia*. Kyiv [In Ukrainian].

11. Korniihuk, M. S. (1999). Shliakhy pokrashchennia fitosanitarnoho stanu igruntu i posiviv silskohospodarskykh kultur. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Zemlerobstva UAAN*, 4, 67–76 [In Ukrainian].

12. Pashchenko, Yu. M., Borysov, V. M., & Shyshkina, O. Yu. (2009). *Adaptivni i resursozberezhni tekhnologii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy: monohrafiia*. Dnipropetrovsk: ART-PRES [In Ukrainian].

13. Pavlov, Y. F. (1976). *Agrotekhnicheskie i biologicheskie metody zashhity rastenij*. Moskva: Ros-sel'khozizdat [In Russian].

14. Pisarenko, V. M., & Pisarenko, P. V. (2014). Ekologicheskie usloviya formirovaniya fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozaystvennykh kul'tur pri organicheskom zemledelii. *Zerno*, 12 (105), 52–60 [In Russian].

15. Pisarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, G. D., Gorb, O. O., Pischalenko, M. A., & Sherstiuk, O. L. (2020). Technological methods of organic farming as a basis for regulating the development of harmful organisms. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 46–54. doi: 10.31210/visnyk2020.03.12

16. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2014). Yakist gruntiv v orhanichnomu zemlerobstvi. *Dim. Sad. Horod*, 9, 22–23 [In Ukrainian].

17. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2015). Otsinka ekonomichnoi efektyvnosti orhanichnoho silskoho hospodarstva. In S. A. Baliuk, & A. V. Kucher (Red.), *Ratsionalne vykorystannia gruntovykh resursiv i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv: orhanizatsiino-ekonomichni, ekolohichni y normatyvno-pravovi aspekty: kolektyvna monohrafiia* (p. 311–318). Kharkiv: Smuhasta typohrafiia. Retrieved from: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4743> [In Ukrainian].

18. Pysarenko, V. M., & Pysarenko, P. V. (2007). *Zakhyst roslyn: fitosanitarnyi monitorynh, metody zakhystu roslyn, intehrovanyi zakhyst roslyn*. Poltava [In Ukrainian].

19. Pysarenko, V. M., Antonets, A. S., & Pysarenko, P. V. (2017). *Systema orhanichnoho zemlerobstva ahroekoloha Semena Antontsia*. Poltava [In Ukrainian].

20. Pysarenko, V. M., Antonets, A. S., Lukianenko, H. V., & Pysarenko, P. V. (2019). Zmina klimatu: tekhnolohichni aspekty system zemlerobstva. *Zerno*, 10, 62–71 [In Ukrainian].

21. Pysarenko, V. M., Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, P. V. (2011). *Syderalni kultury: praktychni rekomendatsii*. Poltava «Symon» [In Ukrainian].

22. Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, H. D., Pishchalenko, M. A., Sherstiuk, O. L., Melnychuk, V. V. (2020). Ekolohizatsiia zemlerobstva, yak pershyi krok do orhanichnoho zemlerobstva. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 109–118. doi: 10.31210/visnyk2020.03.05 [In Ukrainian].

23. Pysarenko, V. M., Pishchalenko, M. A., & Pospelova, H. D. (2020). *Intehrovanyi zakhyst roslyn: navchalnyi posibnyk*. Poltava [In Ukrainian].

24. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 139–146. doi: 10.31210/visnyk2019.01.18 [In Ukrainian].
25. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika T. O. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu roslin v orhanichnomu zemlerobstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 85–91. doi: 10.31210/visnyk2019.03.11 [In Ukrainian].
26. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu hruntu v orhanichnomu zemlerobstvi. In I. O. Yasnolob, T. O. Chaika, & O. O. Horb (Eds.), *Alternatyvni dzherela enerhii u pidvyshchenni enerhoefektyvnosti ta enerhonezalezhnosti silskykh terytorii: kolektyvna monohrafiia*. Poltava : PP «Astraia» [In Ukrainian].
27. Pysarenko, V. M., Pysarenko, V. V., & Pysarenko, P. V. (2020). *Upravlinnia ahrotekhnolohiiamy za umov posukh: monohrafiia*. Poltava: FOP Smirnov A. L. [In Ukrainian].
28. Saiko, V. F. (2003). Problemy zabezpechennia gruntiv orhanichnoi rehovynoi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5 (601), 5–8 [In Ukrainian].
29. Shevchenko, M. (2019). Pozbutysia gruntovoi erozii. *Fermer*, 2 (110), 48–52 [In Ukrainian].
30. Shhegolev, V. N. (1960). *Sel'skokhozyajstvennaya entomologiya*. Moskva-Leningrad: Sel'khozgiz [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 29.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспєлова Г. Д., Піщаленко М. А., Нечипоренко Н. І., Шерстюк О. Л. Сучасна стратегія інтегрованого захисту рослин. *Вісник ПДАА*. № 4. С. 104–111.

© Писаренко Віктор Микитович, Коваленко Нінель Павлівна, Поспєлова Ганна Дмитрівна, Піщаленко Марина Анатоліївна, Нечипоренко Наталія Іванівна, Шерстюк Олена Леонідівна, 2020

DEFLATION RISKS OF SOIL COVER IN VOLYN REGION

P. V. Pysarenko¹

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

B. V. Matviichuk^{2*}

ORCID  [0000-0002-7872-2420](https://orcid.org/0000-0002-7872-2420)

N. H. Matviichuk²

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

² Polissia National University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10008, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: bogdanmatviychuk@ukr.net

How to Cite

Pysarenko, P. V., Matviichuk, B. V., & Matviichuk, N. H. (2020). Deflation risks of soil cover in Volyn region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 112–119. doi: 10.31210/visnyk2020.04.13

Boggy and peat-boggy soils on different rocks and alluvial deposits, lowland peat and peat-boggy soils and sod carbonate soils mainly on the eluvium of dense carbonate rocks are characterized by the greatest heterogeneity in terms of sensitivity to wind erosion. Medium-deep sandy-loam black soils, semi-loam podzolized black soil and deep medium-loam black soils are the most homogeneous according to this indicator. The least sensitive to wind erosion are boggy and peat-boggy soils on different rocks, lowland peat and peat-boggy soils and sod carbonate soils mainly on the eluvium of dense carbonate rocks. The soils in the north of the region, which have a very high content of organic matter, are the least sensitive to wind erosion. The southern part of the region, where soils have a heavier mechanical composition, is characterized by a moderate sensitivity level to wind erosion. The smallest share of the fraction sensitive to wind erosion was found in the soils of Horokhiv (0.42), Liubeshiv (0.42) and Ivanychiv (0.43) districts. The most homogeneous conditions in terms of soil sensitivity to erosion according to variation coefficient of soil fraction content, which may be affected by wind erosion are in Lutsk (CV=5.12 %), Horokhiv (CV=6.24 %) and Kiverts (6.8 %) districts. The most heterogeneous conditions according to this criterion are in Liubeshiv (CV=18.18 %), Ratniv (CV=13.47 %) and Shatsk (11.45 %) districts. The highest level of wind erosion is forecasted for the administrative districts of the region, which are located in the west and northwest of the region. The forecasted area with practically no or little deflation is most characteristic of the south-eastern districts. The ratio between areas with small and moderate levels of wind erosion determines the average level of soil erosion losses in the administrative district.

Key words: wind erosion, soil, weather rate, soil sensitivity, erosion fraction, soil crust ratio.

ДЕФЛЯЦІЙНІ РИЗИКИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

П. В. Писаренко¹, Б. В. Матвійчук², Н. Г. Матвійчук²

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Найбільшою гетерогенністю за чутливістю до вітрової ерозії характеризуються болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах та алювіальних відкладах, торфовища низинні та торфovo-болотні ґрунти та дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії цільних карбонатних по-

рід. Найбільш гомогенними за цим показником є чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, чорнозем опідзолений середньосуглинистий та чорноземи глибокі середньосуглинисті. Найменш чутливими до вітрової ерозії є болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти та дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід. Найменш чутливими до вітрової ерозії є ґрунти півночі області, у яких є дуже високий вміст органічної речовини. Також помірний рівень чутливості до вітрової ерозії є характерним для південної частини області, де ґрунти мають більш важкий механічний склад. Найменша частка фракції, чутливої до вітрової ерозії, встановлена у ґрунтах Горохівського (0.42), Любешівського (0.42) та Іваничівського (0.43) районів. Найбільш однорідні умови в аспекті чутливості ґрунтів до ерозії за показником коефіцієнту варіації вмісту фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії, є в Луцькому (CV=5.12 %), Горохівському (CV=6.24 %) та Ківерцівському (6.8 %) районах. Найбільш неоднорідні умови за цим критерієм у Любешівському (CV=18.18 %), Ратнівському (CV=13.47 %) та Шацькому (11.45 %) районах. Найбільший рівень вітрової ерозії прогнозовано для адміністративних районів області, які знаходяться на заході та північному заході області. Прогнозована площа з практично відсутньою або малою дефляцією щонайбільше характерна для південно-східних районів. Співвідношення між площами з малим та помірним рівнями повітряної ерозії визначають середній рівень ерозійних втрат ґрунту по адміністративному району.

Ключові слова: вітрова ерозія, ґрунт, коефіцієнт погоди, чутливість ґрунтів, ерозивна фракція, коефіцієнт ґрунтової кірки.

Вступ

Типами деградації ґрунтів є ерозія, опустелювання, збільшення кислотності та засолення [1]. Деградація ґрунтів – погіршення властивостей ґрунтів, зумовлене зміною умов ґрунтоутворення внаслідок господарської діяльності людини або природних процесів, стимульованих цією діяльністю, що супроводжується втратою ґрунтами продуктивних та екологічних функцій [1, 2]. Основними видами деградації ґрунтів є водна та вітрова ерозії [3], що призводять до втрати найродючішого шару [4]. Ці деструктивні явища погіршують фізичні властивості ґрунтів та призводять до руйнування структури, ущільнення, заплівання поверхні, кіркоутворення; зниження фільтрувальної здатності; втрата макро- та мікроелементів, несприятливі зміни кількості, видового складу та активності мікроорганізмів, зниження буферної ємності [5, 6].

У Волинській області наслідком деградації ґрунтів є втрата гумусу щорічно до 150 000 т. З 1995 року розпочала проявлятися стійка тенденція зменшення вмісту гумусу у ґрунтах області із середнього рівня по області 1,78 % до 1,56 %. Отже, зниження склало більше, ніж на 12 %. Середньозважений баланс гумусу ґрунтів Волинської області за вказаний період є від'ємним із зменшенням запасів гумусу на 250–350 кг/га [7].

Найбільша інтенсивність вітрової ерозії в зоні Полісся спостерігається у весняний і осінній періоди, коли щільність рослинного покриву є найменшою протягом року та відсутній сніговий покрив. Дефіцит опадів і пересихання верхнього шару ґрунту є фактором ризику інтенсифікації дефляції [8]. Важливими заходами боротьби з вітровою ерозією є заліснення піщаних земель на підвищених елементах рельєфу, садіння по межі полів лісосмуг для зменшення швидкості вітру. До організаційно-господарських заходів з охорони ґрунтів від дефляції відносяться такі: диференційоване використання земель залежно від природних умов [9], раціональне розміщення земельних угідь різного призначення, оптимізація структури сільськогосподарських угідь, раціональне розміщення сівозмін різних типів, організація ґрунтозахисних сівозмін, науково обґрунтоване розміщення полів та робочих ділянок, лісомеліоративні та інші заходи, науково обґрунтований підбір сільськогосподарських культур, обмеження у ступені сільськогосподарського освоєння території, консервація земель [8].

Ерозія ґрунту є значним обмеженням для сільського господарства, що впливає на виробництво врожаю і деградацію екологічної стійкості [9–11]. Для досягнення позитивного результату протиерозійні заходи потрібно виконувати в комплексі відповідно до певних агроекологічних умов, що сприятиме суттєвому підвищенню продуктивності земель, раціональному використанню опадів та збереженню ґрунту від руйнування [12]. Зменшення ерозійно-дефляційних втрат ґрунту можливе тільки за умови постійного використання і застосування ґрунтозахисних технологій, протиерозійної облаштованості агроландшафтів, організації оперативного моніторингу стану ерозійно небезпечних територій, зокрема за допомогою дистанційних методів зондування ґрунтового покриву [13]. До того ж

вкрай важливе значення має оптимізація структури земельних угідь і зменшення ступеня розораності земель, виведення з категорії орних малопродуктивних і деградованих земель [11, 14].

Матеріали і методи досліджень

RWEQ включає коефіцієнт погоди (WF), коефіцієнт ґрунтової кірки (SCF), коефіцієнт чутливості до ерозії (EF), шорсткість (K) та фактор рослинності/залишків сільськогосподарських культур на поверхні ґрунту (COG), параметр поля для оцінки розміру та орієнтації поля та швидкість вітру, яка залежить від схилу та висоти пагорбів [15]. Ця модель базується на польових та лабораторних дослідженнях [15]. Як і в більшості моделей ерозії вітру, вітер відіграє ключову роль як основної рушійної сили цієї моделі. Модель оцінює кількість потоку осадів ($Q(Z)$ у кг м^{-1}) за визначені періоди на основі одноподії, до висоти 2 м на відстані вітру (Z в м) для конкретної довжини поля на основі відомостей про рівновагу між ерозивністю вітру та ерозивністю ґрунту [15, 16]:

$$Q(Z) = Q_{\max} \left(1 - e^{\left(\frac{Z}{S} \right)^2} \right),$$

де $Q_{\max}$ (кг м^{-1}) – максимальна транспортна здатність, а s (м) – критична довжина поля, за якої досягається 63 % максимальної транспортної вантажопідйомності. Ці два коефіцієнти обчислюються як:

$$Q_{\max} = 109 (WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K \cdot COG) \\ S = 150.71(WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K \cdot COG)^{0.3711},$$

Коефіцієнт погоди (WF в кг м^{-1}) ґрунтується на вхідних параметрах погоди, таких як вітер, сніг та вологість ґрунту, і розраховується як:

$$WF = Wf \cdot (\rho/g) \cdot (SW) \cdot SD$$

де Wf – фактор вітру ($\text{м}^3 \text{с}^{-3}$), ρ – густина повітря (кг м^{-3}), g – прискорення за рахунок сили тяжіння ($\text{мс}^{-1} \text{с}^{-1}$), SW – коефіцієнт зволоження ґрунту, а SD – фактор снігового покриву, визначається як 1-ймовірність тієї події, що глибина снігу > 25,4 мм.

Формула для обчислення густини повітря така (Li et al., 2020):

$$\rho = 348.0 \left(\frac{1.013 - 0.1183EL + 0.0048EL^2}{T} \right),$$

де EL є висотою (км), отриманою з даних цифрової моделі рельєфу (DEM), а T є абсолютною температурою.

Wf і SW визначаються як:

$$Wf = \frac{W}{N} Nd,$$

де W – значення вітру ($\text{м}^3 \text{м}^{-3}$), N – кількість швидкостей вітру, використаних за період (мінімум 500), Nd – кількість днів у періоді моделювання (наприклад, 15 днів за півтора місяця). W обчислюється як:

$$W = \sum_{i=1}^{i=n} U_2 (U_2 - U_t)^2,$$

де U_2 – швидкість вітру на висоті 2 м (м с^{-1}), та U_t – порогова швидкість вітру на висоті 2 м, що дорівнює 5 м с^{-1} .

$$SW = \frac{ET_p - (R + I) \frac{R_d}{N_d}}{ET_p},$$

де ET_p – потенційна відносна евапотранспірація (мм день^{-1}), R – кількість опадів (мм), I – сукупне зрошення (мм), та R_d – кількість дощових та/або зрошуваних днів у періоді моделювання.

$$ET_p = 0.0162 \left(\frac{SR}{58.5} \right) (DT + 17.8),$$

де, SR – загальна сонячна радіація ($\text{Дж м}^{-2} \text{день}^{-1}$), DT – середня температура ($^{\circ}\text{C}$).

Ерозивна фракція (коефіцієнт EF) та коефіцієнт ґрунтової кірки (SCF) можуть бути обчислені так [17]:

$$EF = \frac{29.08 + 0.31Sa + 0.17Si + 0.33\frac{Sa}{Cl} - 2.59OM - 0.95CaCO_3}{100},$$

$$SCF = \frac{1}{1 + 0.0066Cl^2 + 0.21SOM^2},$$

де S_a – вміст піску (%), S_i – вміст мулу (%), S_a/Cl – відношення піску до глини, SOM – вміст органічних речовин у ґрунті (%) та вміст $CaCO_3$ (%).

Шорсткість поверхні – важливий фактор, що впливає на динаміку вітру [17]. Коефіцієнт шорсткості становить 0 для надзвичайно шорсткої поверхні і становить 1,0 для плоскої поверхні [16]. Шорсткість поверхні зазвичай розуміється як висота, при якій середня швидкість вітру близька до нуля. Значення шорсткості поверхні залежить від хвилястості ландшафту, наявності та щільності ґрунтових грудок та висоти рослинності серед інших факторів [18]. Шорсткість поверхні та вітрова ерозія ґрунту негативно корелюються, а шорсткість поверхні пригнічує потік піску та пилу. Хоча цей фактор є необхідним для оцінки вітрової ерозії, оцінювати розташування шорсткості поверхні на ділянці та оточуючому його ландшафті важко і забирає багато часу. У цьому дослідженні ми спиралися на доступні дані дистанційного зондування для обчислення особливостей місцевості. Оскільки WEQ визначає шорсткість як фактор, що обмежує ерозивний ефект вітру, ми розглядали індекс стійкості рельєфу (TRI) як можливий показник для регіональної оцінки цього фактору [18].

Фактор рослинного покриття (COG) описує вплив культур, орієнтації рослин та рослинних залишків на вітрову ерозію та обчислюється як:

$$COG = e^{-0.0438FVC},$$

де FVC – проективне вкриття рослинності (%).

FVC з просторовою роздільною здатністю 0,25 км та часовою роздільною здатністю – місяць, розраховувались із застосуванням піксельної моделі [19]. Вираз такий:

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}},$$

де FVC – проективне покриття рослинного покриття (%); $NDVI$ – середньозважене середнє значення серед рослинності та нерослинних територій; $NDVI_{soil}$ – індекс вегетації голих ґрунтових пікселів; і $NDVI_{veg}$ – індекс вегетації всього рослинного покриття.

Середня втрата ґрунту S_L у ($kg\ m^{-2}$) в конкретній точці від нерозбірної межі поля (Z , м) поля обчислюється як:

$$S_L = \frac{2Z}{S^2} Q_{max} \exp\left(-\left(\frac{Z^2}{S}\right)\right).$$

Результати досліджень та їх обговорення

Кількість ґрунту, який може бути еродовано під впливом вітру, залежить від агрегатного складу ґрунту, який є функцією механічного складу, вмісту органічної речовини та карбонатів. Комплекс цих показників визначає строкатість просторового розподілу фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії (рис. 1).

Найменш чутливими до вітрової ерозії є ґрунти півночі області, у яких є дуже високий вміст органічної речовини. Також помірний рівень чутливості до вітрової ерозії є характерним для південної частини області, де ґрунти мають більш важкий механічний склад. У центральній частині області ділянки з високою та низькою чутливістю до впливу вітрової ерозії формують складні просторові патерни.

Трохи північніше, де як ґрунтоутворююча порода переважають піски або супіски, рівень ерозійної стійкості до впливу вітру є дуже низьким. Найбільший вміст фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії, встановлений для Камінь-Каширського (у середньому – 0.51), Любомльського (0.50) та Ківерцівського (0.50) районів (табл. 1).

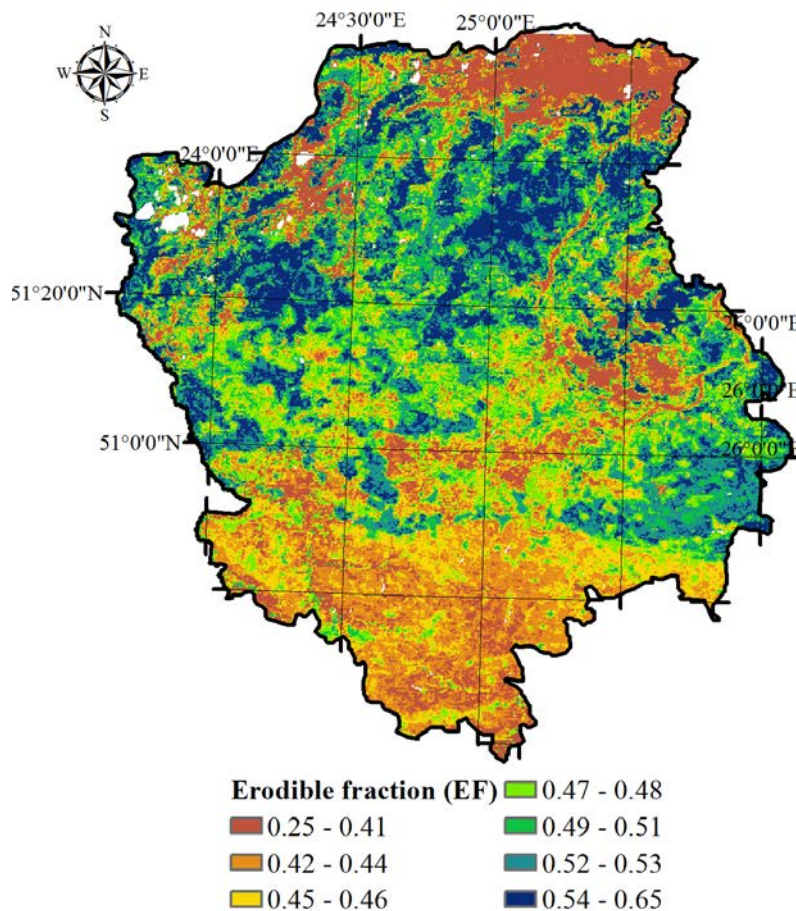


Рис. 1. Просторове варіювання фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії

1. Описові статистики варіювання фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії по адміністративним районам Волинської області

Район	Мінімум	Максимум	Діапазон	Середнє	STD	CV, %
Горохівський	0.28	0.52	0.25	0.42	0.026	6.24
Іваничівський	0.27	0.53	0.26	0.43	0.033	7.64
Камінь-Каширський	0.30	0.62	0.32	0.51	0.047	9.18
Ківерцівський	0.37	0.59	0.22	0.50	0.034	6.80
Ковельський	0.31	0.61	0.31	0.48	0.039	8.10
Любешівський	0.28	0.63	0.35	0.42	0.077	18.18
Любомльський	0.32	0.63	0.31	0.50	0.045	8.92
Локачинський	0.29	0.56	0.27	0.44	0.035	7.83
Луцький	0.33	0.55	0.22	0.44	0.022	5.12
Маневицький	0.29	0.62	0.32	0.48	0.053	11.16
Ратнівський	0.28	0.64	0.37	0.48	0.065	13.47
Рожищенський	0.33	0.58	0.24	0.45	0.035	7.75
Шацький	0.27	0.65	0.37	0.49	0.056	11.45
Старовижівський	0.25	0.61	0.35	0.49	0.056	11.43
Турійський	0.34	0.58	0.23	0.47	0.041	8.77
Володимир-Волинський	0.29	0.59	0.30	0.45	0.046	10.13

Найменша частка фракції, чутливої до вітрової ерозії, встановлена у ґрунтах Горохівського (0.42), Любешівського (0.42) та Іваничівського (0.43) районів. Найбільш однорідні умови в аспекті чутливості ґрунтів до ерозії за показником коефіцієнту варіації вмісту фракції ґрунту, яка може зазнати віт-

рової ерозії, є в Луцькому (CV=5.12 %), Горохівському (CV=6.24 %) та Ківерцівському (6.8 %) районах. Найбільш неоднорідні умови за цим критерієм в Любешівському (CV=18.18 %), Ратнівському (CV=13.47 %) та Шацькому (11.45 %) районах. Рівень варіювання фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії по типах ґрунтів, значно менший, ніж по адміністративним районам (табл. 2).

2. Описові статистики варіювання фракції ґрунту, яка може зазнати вітрової ерозії по типам ґрунтів Волинської області

Ґрунт	Мінімум	Максимум	Діапазон	Середнє	STD	CV, %
1	0.35	0.55	0.19	0.44	0.03	6.26
2	0.33	0.56	0.23	0.46	0.03	6.73
3	0.33	0.52	0.19	0.43	0.02	4.87
4	0.36	0.55	0.18	0.45	0.03	5.57
5	0.40	0.64	0.23	0.52	0.03	6.02
6	0.25	0.56	0.30	0.40	0.04	9.93
7	0.36	0.59	0.22	0.48	0.04	7.94
8	0.36	0.59	0.23	0.41	0.02	5.21
9	0.37	0.65	0.27	0.51	0.03	6.79
10	0.28	0.54	0.26	0.38	0.05	12.09
11	0.35	0.56	0.21	0.44	0.02	4.90
12	0.32	0.56	0.24	0.42	0.03	8.15
13	0.39	0.63	0.24	0.51	0.03	6.50
14	0.31	0.52	0.21	0.41	0.03	8.36

Позначення: 1 – Темно-сірі опідзолені ґрунти, 2 – Лучні та чорноземно-лучні ґрунти, 3 – Чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, 4 – Ясно-сірі опідзолені ґрунти, 5 – Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 6 – Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти, 7 – Дерново-середньо-і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти, 8 – Чорноземи глибокі середньосуглинисті, 9 – Дерново-слабо-і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти, 10 – Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, 11 – Чорнозем опідзолений середньосуглинистий, 12 – Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах, 13 – Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 14 – Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід

Найбільшою гетерогенністю за чутливістю до вітрової ерозії характеризуються болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах та алювіальних відкладах, торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти та дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід. Найбільш гомогенними за цим показником є чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, чорнозем опідзолений середньосуглинистий та чорноземи глибокі середньосуглинисті. Найменш чутливими до вітрової ерозії є болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти та дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід. Очевидно, що високий вміст органічної речовини та карбонатів є суттєвими чинниками, які знижують ризики вітрової ерозії. Найбільш чутливими до вітрової ерозії є дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти, дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти та дерново-слабо-і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти. Отже, легкий механічний склад ґрунтів значно підвищує ризики вітрової ерозії.

Висновки

1. Найбільший рівень вітрової ерозії прогнозовано для адміністративних районів області, які знаходяться на заході та північному заході області. Прогнозована площа з практично відсутньою або малою дефляцією щонайбільше характерна для південно-східних районів. Співвідношення між площами з малим та помірним рівнями повітряної ерозії визначають середній рівень ерозійних втрат ґрунту по адміністративному району.

2. Дефляція характеризується закономірною зміною протягом року. Протягом року спостерігаються три локальні максимуми дефляції: у березні, серпні-вересні та в листопаді. Найбільша ерозія вітрова спостерігається в березні, яка становить 57.00 % від загальних річних ерозійних втрат ґрунту.

3. В умовах Волинської області вітровий режим створює передумови для найбільшої вітрової

ерозії взимку, але сніговий покрив майже повністю робить практично неможливою вітрову ерозію. Зменшення потужності снігового покриву та його тривалості внаслідок глобального потепління може суттєво негативно вплинути на річну динаміку вітрової ерозії та на загальний прогнозований обсяг річних втрат ґрунту внаслідок ерозії.

References

1. *Soil Degradation and Erosion*. (n.d.). SpringerReference. doi: 10.1007/springerreference_84646
2. Colman, D., & Young, T. (1989). *Principles of Agricultural Economics*. doi: 10.1017/cbo9780511623509
3. Blocken, B., & Carmeliet, J. (2004). A review of wind-driven rain research in building science. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 92 (13), 1079–1130. doi: 10.1016/j.jweia.2004.06.003
4. Bienes, R., Marques, M. J., Sastre, B., García-Díaz, A., & Ruiz-Colmenero, M. (2016). Eleven years after shrub revegetation in semiarid eroded soils. *Influence in soil properties*. *Geoderma*, 273, 106–114. doi: 10.1016/j.geoderma.2016.03.023
5. Zuo, F.-L., Li, X.-Y., Yang, X.-F., Wang, Y., Ma, Y.-J., Huang, Y.-H., & Wei, C.-F. (2019). Soil particle-size distribution and aggregate stability of new reconstructed purple soil affected by soil erosion in overland flow. *Journal of Soils and Sediments*, 20 (1), 272–283. doi: 10.1007/s11368-019-02408-1
6. Chen, S., Ai, X., Dong, T., Li, B., Luo, R., Ai, Y., Chen, Z., & Li, C. (2016). The physico-chemical properties and structural characteristics of artificial soil for cut slope restoration in Southwestern China. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: 10.1038/srep20565
7. Molchak, Ya., Bondarchuk, L., & Bondarchuk, S. (2018). Kharakterystyka dynamiky rodiuchosti gruntiv Ukrainy za dovhotryvalyi period sposterezhen (na prykladi Volynskoi oblasti). *Stalyi rozvytok – stan ta perspektyvy. Materialy mizhnarodnoho naukovooho sympoziumu SDEV '2018 (Teoretychni ta prykladni aspekty staloho rozvytku)*, Lviv-Slavske, Ukraina. Lviv: Panorama [In Ukrainian].
8. Su, Y. Z., Zhao, H. L., Zhao, W. Z., & Zhang, T. H. (2004). Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. *Geoderma*, 122 (1), 43–49. doi: 10.1016/j.geoderma.2003.12.003
9. Jankauskas, B., Jankauskiene, G., & Fullen, M. A. (2004). Erosion-preventive crop rotations and water erosion rates on undulating slopes in Lithuania. *Canadian Journal of Soil Science*, 84 (2), 177–186. doi: 10.4141/s03-029
10. Matviichuk, B. V., & Matviichuk, N. H. (2020). Faktory chutlyvosti gruntiv Volynskoi oblasti do erozii. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 79–90. doi: 10.31210/visnyk2020.03.09 [In Ukrainian].
11. Sokolowski, A. C., Prack McCormick, B., De Grazia, J., Wolski, J. E., Rodríguez, H. A., Rodríguez-Frers, E. P., Gagey, M. C., Debelis, S. P., Paladino, I. R., & Barrios, M. B. (2020). Tillage and no-tillage effects on physical and chemical properties of an Argiaquoll soil under long-term crop rotation in Buenos Aires, Argentina. *International Soil and Water Conservation Research*, 8 (2), 185–194. doi: 10.1016/j.iswcr.2020.02.002
12. Sadeghi, S. H., Ghaffari, G. A., Rangavar, A., Hazbavi, Z., & Singh, V. P. (2020). Spatiotemporal distribution of soil moisture in gully facies. *International Soil and Water Conservation Research*, 8 (1), 15–25. doi: 10.1016/j.iswcr.2019.10.001
13. Blinkov, I., Kostadinov, S., & Marinov, I. T. (2013). Comparison of erosion and erosion control works in Macedonia, Serbia and Bulgaria. *International Soil and Water Conservation Research*, 1 (3), 15–28. doi: 10.1016/s2095-6339(15)30027-7
14. Yang, Q., Zhu, M., Wang, C., Zhang, X., Liu, B., Wei, X., Pang, G., Du, C., & Yang, L. (2020). Study on a soil erosion sampling survey in the Pan-Third Pole region based on higher-resolution images. *International Soil and Water Conservation Research*, 8 (4), 440–451. doi: 10.1016/j.iswcr.2020.07.005
15. Youssef, F., Visser, S., Karssenberg, D., Bruggeman, A., & Erpul, G. (2012). Calibration of RWEQ in a patchy landscape; a first step towards a regional scale wind erosion model. *Aeolian Research*, 3 (4), 467–476. doi: 10.1016/j.aeolia.2011.03.009
16. Saleh, A., & Fryrear, D. W. (1999). Soil roughness for the revised wind erosion equation (RWEQ). *Journal Soil Water Conserv*, 54, 473–476.
17. Mandakh, N., Tsogtbaatar, J., Dash, D., & Khudulmur, S. (2016). Spatial assessment of soil wind

erosion using WEQ approach in Mongolia. *Journal of Geographical Sciences*, 26 (4), 473–483. doi: 10.1007/s11442-016-1280-5

18. Riley, S. J., De Gloria, S. D., & Elliot, R. (1999). A Terrain Ruggedness that Quantifies Topographic Heterogeneity. *Intermountain Journal of Science*, 5, 23–27.

19. Ivits, E., Cherlet, M., Sommer, S., & Mehl, W. (2013). Addressing the complexity in non-linear evolution of vegetation phenological change with time-series of remote sensing images. *Ecological Indicators*, 26, 49–60. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.10.012

Стаття надійшла до редакції 05.11.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г. Дефляційні ризики ґрунтового покриву Волинської області. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 112–119.

© Писаренко Павло Вікторович, Матвійчук Богдан Володимирович,
Матвійчук Наталя Григорівна, 2020



original article | UDC 332.02:338.28 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.14

ECOLOGICAL ASPECTS OF WASTE MANAGEMENT INTERREGIONAL COOPERATION
(ON THE EXAMPLE OF THE PROGRAM OF POLLUTED LANDS' REHABILITATION)

P. V. Pysarenko

A. O. Taranenko*

D. V. Chalcev

O. O. Kahykalo

K. E. Gryshyna

O. P. Korchagin

ORCID  [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)ORCID  [0000-0002-1305-939X](https://orcid.org/0000-0002-1305-939X)

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

*Corresponding author

E-mail: anna.taranenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Pysarenko, P. V., Taranenko, A. O., Chalcev, D. V., Kahykalo, O. O., Gryshyna, K. E., & Korchagin, O. P. (2020). Ecological aspects of waste management interregional cooperation (on the example of the program of polluted lands' rehabilitation). Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 120–127. doi: 10.31210/visnyk2020.04.14

One of the most important tasks of organizing interregional cooperation in the field of waste management is reducing the area of polluted lands, the formation of which is due to the functioning of this field. Currently, in connection with the development of market relations, the issues related to the formation of land market are of particular significance. Therefore, today it is important to identify factors, their relationships and dependencies, which have a significant impact on cost characteristics of land resources in districts or their considerable parts. The level of ecological danger of dumping ground was carried out by the authors using ecological-audit assessment. The calculation of scattering harmful substances was carried out according to OND-86 technique on the basis of EOL 2000 software. The authors developed methodological approaches to creating a rehabilitation program for polluted lands with solid wastes. The implementation of this program will not only return the natural and anthropogenic environment to the state which suits natural and social situation of the studied area, but also significantly improve cost and other economic indicators of lands in the whole district. Factors of ensuring the quality of city and suburban area life, minimizing the cost for municipal waste disposal, taking into account the environmental factor were determined. Optimization of these factors was conducted on the example of Poltava city and suburban areas. The conducted calculations of costs minimization of solid waste dumping ground arrangement taking into account the minimization of ecological risk to the environment, allowed establishing the permissible load of municipal waste amount on suburban area, considering the equality of conditions for the population. The necessity of introducing complex (territorial) rates of production and consumption waste formation and limits on their location on the territory was proved. The expediency of specialized fund creation ensuring rational resource application by resource users for direct performance of a complex of rehabilitation measures was also considered.

Key words: region, solid wastes, interregional cooperation, rehabilitation of polluted land, sustainable development, program-target approach.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МІЖРЕГІОНАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ВІДХОДАМИ (НА ПРИКЛАДІ ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ)

П. В. Писаренко, А. О. Тараненко, Д. В. Чальцев, О. О. Кахикало, К. Є. Гришина, О. П. Корчагін

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Одним із найважливіших завдань організації міжрегіональних взаємодій у сфері поводження з відходами є скорочення площі забруднених земель, утворення яких обумовлене функціонуванням цієї сфери. Нині через розвиток ринкових відносин особливого значення набувають питання, пов'язані з функціонуванням ринку земельних ділянок. Тому на сьогодні досить актуальним є виявлення чинників, їхніх взаємозв'язків і залежностей, що мають вагомий вплив на вартісні характеристики земельних ресурсів цілих районів або значних їхніх частин. Оцінка рівня екологічної небезпеки звалища проведена за допомогою еколого-аудиторської оцінки. Розрахунок розсіювання шкідливих речовин проводили за методикою ОНД-86 на базі програмного забезпечення ЕОЛ 2000. У дослідженні розроблені методичні підходи до створення програми реабілітації забруднених твердими відходами земель, реалізація якої, зважаючи на порівняно невеликі витрати дасть змогу не лише повернути природно-антропогенне середовище до стану, адекватного існуючій природно-соціальній ситуації в ареалі, але і суттєво поліпшити вартісні й інші економічні показники земель цілого району. Визначені чинники забезпечення якості життя населення міста і приміської зони, мінімізації витрат за умови захоронення міських відходів, зважаючи на екологічний фактор, та проведена оптимізація цих факторів на прикладі м. Полтави та приміської території. Проведені розрахунки мінімізації витрат на облаштування звалища ТВ, зважаючи на мінімізацію екологічного ризику для навколишнього середовища дадуть змогу встановити допустиме навантаження обсягу міських відходів на приміську зону з урахуванням рівності умов для населення. Обґрунтована необхідність введення комплексних (територіальних) нормативів утворення відходів виробництва і споживання, лімітів на їхнє розміщення для території загалом, а також обґрунтована доцільність створення спеціалізованого фонду, що забезпечує залучення і раціональне використання засобів ресурсокористувачів для безпосереднього виконання комплексу реабілітаційних заходів

Ключові слова: регіон, тверді відходи, міжрегіональна взаємодія, реабілітація забруднених земель, збалансований розвиток, програмно-цільовий підхід.

Вступ

Входження України до Європейського Співтовариства неможливе без ефективної реалізації базових принципів сталого розвитку та потребує по новому сприймати економічні, соціальні і екологічні проблеми, виробити нові підходи до управління країною загалом та її окремими регіонами, при цьому одним із визначальних факторів їхнього збалансованого розвитку є міжрегіональна співпраця [1]. Міжрегіональне співробітництво на сьогодні здійснюється у багатьох напрямках регіональної політики, але досить часто спонтанно та малоефективно, і тому проблема розробки відповідних сучасним умовам теоретичних, методологічних і методичних основ організації міжрегіональної взаємодії є досить актуальною. Однією із міжрегіональних проблем, на прикладі якої можна продемонструвати всю складність організації взаємодії, є проблема управління сферою поводження з твердими відходами (ТВ) [2, 3, 4].

При вивченні міжрегіональних взаємозв'язків щодо сфери поводження з ТВ, найбільш прийнятним є розгляд взаємодії «місто» – «приміський регіон» як взаємодії двох (або декількох) місцевих утворень: міста та відповідних прилеглих до нього територій (адміністративних районів, сіл, селищ). Метою цієї взаємодії є комплексний збалансований розвиток міст і приміських територій, який відповідає ринковим умовам, зважаючи на інтереси як міського, так і приміського населення. Не зменшуючи важливості і складнощів проблем створення і впровадження сучасних еколого-економічних обґрунтованих технологій переробки і утилізації ТВ, варто визнати, що найгострішою і найбільш складною проблемою цієї сфери у великих містах є гострий дефіцит територій для розміщення полігонів відходів [4, 5]. Можливість покриття полігону з'являється тільки в разі використання території іншого регіону, що, своєю чергою, створює загрозу екологічного, економічного і соціального збитку для населення регіону-реципієнта. Водночас очевидно, що вчасно розроблений і проведений комплекс програмних заходів, спрямованих на реабілітацію порушень природного середовища може не

лише повернути природно-антропогенне середовище у стан ареалу, але і значно поліпшити вартісні та інші економічні показники земель цілого району [6, 7].

Розуміння природи цього явища у поєднанні з інструментами державного регулювання міжрегіональних взаємодій у сфері поводження з ТВ відповідно до проекту Закону України «Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості», дозволяє використати поняття реабілітації як соціально орієнтованого еколого-економічного обґрунтованого комплексу програмних заходів з корекції наслідків техногенних порушень природного середовища (забруднення твердими відходами) [8]. Зважаючи на те, що різні аспекти реабілітації (технологічні, вартісні тощо) багато в чому залежать від ефективності реалізації інших механізмів міжрегіональних взаємодій у сфері поводження з відходами, зокрема гармонізація, узгодження систем нормування та регулювання, дослідження методологічних основ застосування програмно-цільового методу включає такі етапи:

- розробка концепції побудови програм обстеження еколого-економічного і соціального стану місцевих утворень, зважаючи на міжрегіональні взаємодії у сфері поводження з відходами;
- розробка концепції організації міжрегіональних взаємодій у формі створення міжтериторіальних програм реабілітації міських і сільських поселень;
- розробка основ еколого-економічної і соціальної реабілітації на основі даних по конкретному району, території (екомоніторингу району).

Сукупність отриманих результатів складає методологію рішення проблем реабілітації місцевих утворень у рамках міжрегіональних взаємодій у сфері поводження з ТВ.

Одним із найважливіших завдань організації міжрегіональних взаємодій у сфері поводження з відходами є скорочення площі забруднених земель, утворення яких обумовлене функціонуванням такої сфери. Нині через розвиток ринкових відносин особливого значення набувають питання, пов'язані з функціонуванням ринку земельних ділянок. Тому на сьогодні досить актуальними є роботи, як практичні, так і методологічні, пов'язані з виявленням чинників, їхніх взаємозв'язків і залежностей, що роблять значний вплив не лише на вартість конкретних земельних ділянок, але і на вартісні характеристики земельних ресурсів цілих районів або значних їхніх частин [9].

Проблеми поводження з відходами висвітлені у працях О. Бондаря, Л. Мельника, В. Міщенко, І. Уолтера та ін. [10–12]. У наукових виданнях основна увага приділяється технологічним і екологічним аспектам проблем поводження з твердими відходами (ТВ). Але аналіз літературних джерел показує, що комплексного дослідження, у якому були б відображені економічні, організаційні, правові, технологічні, екологічні і соціальні аспекти проблеми поводження з ТВ не проводилось. Досить часто в дослідженнях не беруть до уваги міжрегіональну взаємодію у сфері поводження з ТВ, як результат – не тільки порушується цілісність сприйняття сфери поводження з ТВ як об'єкту дослідження, але і стає неможливим об'єктивно оцінити комплексний вплив ТВ на розвиток взаємодіючих територій [13–14]. Тобто постає необхідність формування концепції міжрегіональної взаємодії у сфері поводження з ТВ, яка створює загрозу життєдіяльності людини, та методичного апарату реалізації цієї концепції, оптимізації параметрів цих взаємодій.

Основним завданням дослідження є розробка методичних підходів до формування програмно-цільового підходу реабілітації забруднених відходами земель та визначенні чинників забезпечення рівності якості життя населення міста і приміської зони, мінімізації витрат на захоронення міських відходів зважаючи на екологічний фактор, їхньої оптимізації на прикладі м. Полтави та приміської території.

Матеріали і методи досліджень

Рівність якості життя населення міста (індекс 1) і приміської зони (індекс 2) передбачає забезпечення умови:

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{A_1}{A_2} \rightarrow \frac{(B_{1обр} - B_{1екз})}{(B_{2енд} + B_{1екз})} \rightarrow \frac{A_1 - A_2 \cdot (B_{2енд} / B_{1обр})}{A_1 + A_2}, \quad (1)$$

де $A = N/S$ (люд./км²) – щільність населення; B – техногенне навантаження від розміщення відходів; $B_{1обр}$ – техногенне навантаження від розміщення ТВ, які утворюються в місті; $B_{1екз}$ – техногенне навантаження від екзогенних відходів, тобто відходів, які переміщуються з міста до приміської зони; $B_{2енд}$ – техногенне навантаження від ендегенних відходів, утворених у приміській зоні.

Витрати на захоронення міських відходів складаються із суми транспортних витрат, орендної пла-

ти за землю, яку займає полігон ТВ, та витрати на забезпечення екологічної безпеки при видаленні ТВ. Позначимо: T_1 – транспортні витрати на 1 тону відходів, що видаляються на полігоні ТВ на території міста (на міському полігоні); T_2 – транспортні витрати на 1 тону відходів, що видаляються на полігоні поза територією міста (на приміському полігоні); C_1 – орендна плата за 1 м² площі під захоронення відходів на полігоні ТВ на території міста (на міському полігоні); C_2 – орендна плата за 1 м² площі під захоронення відходів на полігоні поза територією міста (на приміському полігоні); K – площа (м²), необхідна для захоронення 1 тони відходів; M – загальна маса міських відходів, що підлягає захороненню, зокрема: M_1 – маса міських відходів, що підлягає захороненню на полігоні ТВ на території міста (на міському полігоні); $M_{лекз}$ – маса міських відходів, що вивозиться з міста для захоронення на полігоні ТВ поза територією міста (на приміському полігоні); E – витрати на заходи по забезпеченню екологічної безпеки при захороненні ТВ. Тоді витрати на захоронення міських відходів на міському полігоні ($V_{мт}$):

$$V_{мт} = M_1 * T_1 + M_1 * K * C_1 + E, \quad (2)$$

а витрати на захоронення міських відходів на приміському полігоні ($V_{пм}$):

$$V_{пм} = M_{лекз} * T_2 + M_{лекз} * K * C_2 + E, \quad (3)$$

і тоді загальні витрати на видалення міських ТВ (V) складуть:

$$V = M_1 * T_1 + M_1 * K * C_1 + M_{лекз} * T_2 + M_{лекз} * K * C_2 + E, \quad (4)$$

Позначимо $\Delta = M_1/M_2 = M_1/(M_1 + M_{лекз})$, тоді умова мінімізації витрат:

$$\Delta[K*(C_1 - C_2) - (T_1 - T_2)] + N_2 + K*C_2 + E \rightarrow \min. \quad (5)$$

Таким чином, при видаленні ТВ на приміській території має забезпечуватися умова:

$$D + \Delta[K*(C_1 - C_2) - (T_1 - T_2)] + N_2 + K*C_2 + E + B \rightarrow \min, \quad (5)$$

звідки можуть бути визначені (оптимізовані) розміри частки міських ТВ, які вивозяться на захоронення на приміський полігон з урахуванням рівності економічних та екологічних умов існування для населення міської та приміської території.

Розрахунок розсіювання шкідливих речовин проводився за методикою ОНД-86 [15] на базі програмного забезпечення ЕОЛ 2000 (h) v4.0, (ліцензія № 151052549).

Оцінка рівня екологічної небезпеки звалища проведена за допомогою еколого-аудиторської оцінки [4].

Результати досліджень та їх обговорення

Технічно програма реабілітації земельної ділянки може включати ті ж прийоми і методи, що і рекультивация, повернення в господарський обіг, відновлення природного середовища й інші «звичні» технології природокористування і відновлення довкілля. Але програма реабілітації відрізняється від них абсолютно іншою цільовою функцією, безпосередньо пов'язаною з подальшим використанням і/або «інвестиційними перспективами» цієї земельної ділянки, включенням компонент, які враховують стан і динаміку параметрів, що описують соціально-демографічну ситуацію.

Основні етапи програми реабілітації земель наведені в таблиці 1.

При розміщенні міських відходів на території приміської зони необхідно забезпечити: рівність якості життя населення міста і приміської зони (це повинно бути пріоритетом для органів управління приміської зони); мінімізацію витрат за захоронення міських відходів (це є пріоритетом для органів управління міста).

До важливих показників якості життя населення в міській та приміській зоні відносять: економічний збиток за забруднення навколишнього середовища від сфери поводження з ТВ (Y , розрахунок приведений у [16]), екологічний ризик здоров'ю населення від сфери поводження з ТВ (D , розрахунок приведений у [17]), техногенне навантаження від розміщення відходів (B , розрахунок приведений у [4]).

Складність міжрегіональних взаємодій між містом і периферією можна продемонструвати на прикладі м. Полтави та приміської території. Щорічно в м. Полтаві утворюється близько 500 тис. м³/рік побутових відходів (ТПВ), при цьому на душу населення припадає 1,6 м³/рік. Поводження із зібраними ТВ у м. Полтаві на сьогодні включає єдиний метод – ліквідаційний (вивезення на міське звалище ТПВ). Фактичне вивезення відходів на 40–50 % більше від передбачених нормами (угодами). Міське звалище утворене на місці відпрацьованого піщаного кар'єру 1953 року стихійно за 750 метрів на південний схід від с. Макухівка. Звалище створено та експлуатувалося без належного інженерного забезпечення. Його площа складає 17,4 га, з них 16,9 га відведено безпосередньо під «тіло» звалища. Усього накопичено 7,2 млн м³ відходів [18].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Типова програма реабілітації земель поселень*

№ з/п	Заходи і основні етапи	Основні результати
1	Систематизація й обробка даних з обстеження, аналізу виробничої, соціально-демографічної і ландшафтної структури обстежуваного об'єкту.	Технічне завдання на розробку реабілітаційних заходів.
2.	Аналіз фактичних і оптимальних структур еколого-ресурсних циклів на території обстежуваного об'єкту і виявлення відхилень.	Рекомендації з подолання відхилень.
3.	Виявлення й аналіз основних конфліктних ситуацій.	Перелік основних конфліктних ситуацій. Рекомендації з дозволу.
4.	Розробка програм розвитку різних типів господарювання на території обстежуваного об'єкту.	Рекомендації і план заходів з розвитку господарства в системі розселення обстежуваного об'єкту.
4.1	Розвиток рекреаційного господарства на території обстежуваного об'єкту. Складання детальної робочої програми, збір, систематизація, обробка й аналіз початкових даних. Виявлення природних і соціально-економічних передумов розвитку рекреаційного господарства, визначення рекреаційної місткості території.	
4.2	Розвиток житлово-комунального господарства на території обстежуваного об'єкту, зокрема сфери поводження з твердими відходами. Складання детальної робочої програми, збір, систематизація, обробка й аналіз вихідних даних.	
4.3	Розвиток промисловості на території обстежуваного об'єкту. Складання детальної робочої програми, збір, систематизація, обробка й аналіз початкових даних.	
4.4	Розвиток сільського господарства на території обстежуваного об'єкту. Складання детальної робочої програми, збір, систематизація, обробка й аналіз початкових даних.	
4.5	Розвиток інших видів господарства на території обстежуваного об'єкту. Складання детальної робочої програми, збір, систематизація, обробка й аналіз початкових даних.	
5.	Складання кадастру (реєстру) відходів. Розробка інженерних рішень з утилізації відходів чи їхнього знешкодження.	Кадастр (реєстр) відходів, технології з утилізації або знешкодження відходів.
6.	Розробка моделі ціни і розрахунок можливої динаміки ціни на землю з урахуванням даних екомоніторингу і рекомендацій пп. 2–5.	Довідкові ціни на землю, ставки оподаткування, розрахунок можливої постреабілітаційної динаміки ціни земель.
7.	Виявлення й інвентаризація джерел інвестиційних, фінансових, матеріальних, кадрових і інших ресурсів для реалізації програми реабілітації.	Перелік джерел інвестиційних, фінансових, матеріальних, кадрових і інших ресурсів для реалізації програми реабілітації.

Примітки: * – складено автором.

За результатами розрахунку [19] виявлено, що за рік на міському звалищі ТВ утворюється кількість звалищного газу на рівні 32625,311 тис. м³. За компонентами відходів потенційно може утворюватися: з харчових відходів – 17291,5 тис. м³ звалищного газу (або близько 53 %), з паперу та картону – 13051,1 тис. м³ (близько 40 %), з іншої біомаси – 2283,8 тис. м³ (на рівні 7 %). Розрахунок розсію-

вання шкідливих речовин дав змогу встановити перевищення гранично допустимої концентрації на межі санітарно-захисної зони (800 м) звалища по діоксиду азоту (у 3,4 раза), аміаку (у 3,6 раза), сірковуглецю (у 6,07 раза), ксилолу (у 3,38 раза), толуолу (у 1,86 раза), етилбензолу (у 7,17 раза), формальдегіду (у 3,91 раза). Потенційний обсяг фільтрату, що утворюється на звалищі складає 51975,2 м³/рік.

Оцінка рівня екологічної небезпеки показала, що звалище ТВ с. Макухівка має надзвичайно небезпечний рівень та потребує обов'язкових заходів щодо захисту, моніторингу та припинення експлуатації [4]. Потенційний економічний збиток за забруднення атмосферного повітря та водного середовища міським звалищем ТВ становить 2,331 млн грн, за забруднення ґрунтів – 0,590 млн грн [7]. Станом на 1.01.2013 р. міське звалище ТВ за своїм екологічним станом, рівнем економічного збитку за забруднення не повинно приймати відходи.

Отже, обґрунтовано необхідність у реабілітації території звалища та приведенні території до норм екологічної безпеки. Економічно-екологічні розрахунки заходів реабілітації цієї забрудненої території показали, що витрати на рекультивуацію відпрацьованої частини та облаштування діючої, відповідно до санітарно-гігієнічних та екологічних норм, складають 42,2 млн грн, при цьому забезпечується зменшення економічного збитку за забруднення навколишнього природного середовища на 4,1 млн грн щорічно, зменшення екологічного ризику, вираженого в економічних оцінках, складає 1,6 млн грн щорічно [8].

Розрахунки мінімізації витрат на облаштування звалища ТВ з урахуванням мінімізації екологічного ризику для навколишнього середовища дали змогу встановити допустиме навантаження обсягу міських відходів на приміську зону зважаючи на рівності умов для населення (рис. 1).

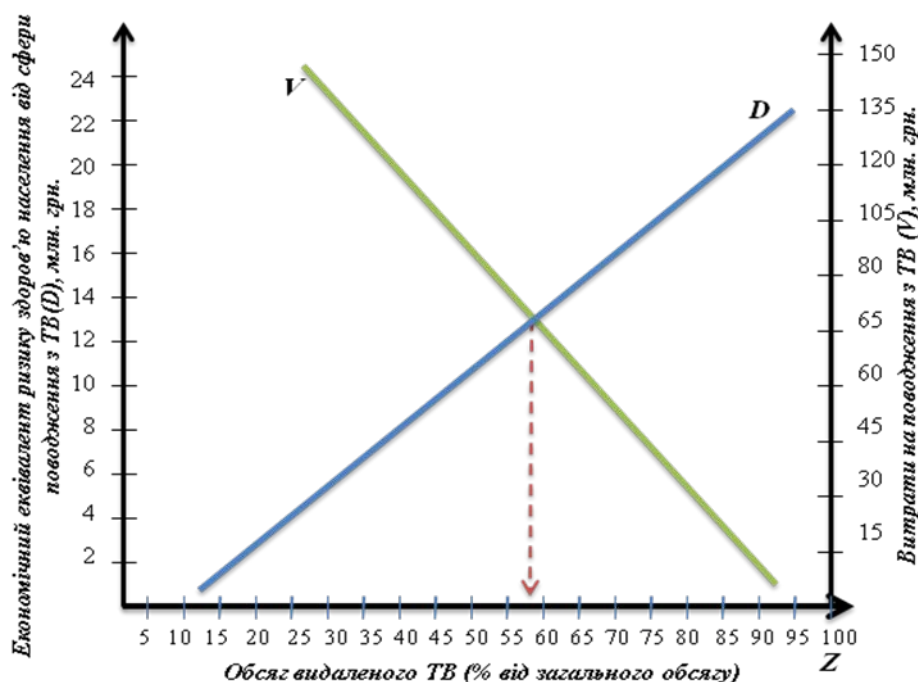


Рис. 1. Оптимальне співвідношення критеріїв розвитку сфери поводження з ТВ для м. Полтави та приміської території
(складено автором)

На сьогодні нормативи утворення відходів виробництва і споживання та ліміти на їхнє розміщення встановлюються тільки для окремих підприємств з метою відвертання негативного впливу підприємств на довкілля. Жодних нормативів і обмежень на кількість та номенклатуру утворення відходів загалом по території (регіону, місту, району, місцевому утворенні тощо) не вводиться і не встановлюється. Тобто не визначено, які сумарні ТВ отримує територія і який вплив здійснює «сума відходів» на екологічну ситуацію території.

Тому необхідність уведення комплексних (територіальних) нормативів утворення відходів виробництва і споживання, лімітів на їхнє розміщення для території загалом є актуальним питанням. Ком-

плексний норматив утворення ТВ на певній території – це комплекс нормативів допустимого сукупного об'єму утворення відходів по кожному класу небезпеки, дотримання якого забезпечить нормативи якості навколишнього середовища в межах конкретної території та не здійснюватиме негативний вплив на здоров'я населення. Комплексний ліміт на розміщення відходів на заданій території – комплекс лімітів, що обмежують сукупний об'єм надходження відходів по кожному класу небезпеки в розташованій на цій території спеціально обладнаній споруді адміністративного (державного, регіонального, районного, міського) значення, призначений для розміщення відходів.

Ці нормативи є одними з основних показників антропогенного навантаження на довкілля (територію) від впливу відходів. Застосування цих показників допоможе регіональній і місцевій владі на території оцінити необхідний обсяг заходів у галузі охорони навколишнього середовища від забруднення відходами. Доцільно, щоб комплексний норматив утворення відходів на заданій території складався з 6-ти нормативів допустимого об'єму утворення відходів: 4-х нормативів на відходи 1–4 класів небезпеки (по одному нормативу на відходи кожного класу небезпеки) і нормативів допустимого обсягу утворення медичних і радіоактивних відходів. З такої ж кількості складників можуть складатися і ліміти на розміщення вказаних відходів.

З переходом від адміністративних методів управління до ринкових виникла необхідність створення нових механізмів забезпечення реабілітації забруднених земель [20]. Особливо актуально у цих умовах застосовувати для реалізації вказаних цілей механізм створення спеціалізованого фонду, що забезпечує залучення і раціональне використання засобів забруднювачів для безпосереднього виконання комплексу реабілітаційних заходів. Алгоритм застосування пропонованого механізму можна представити так:

1) Створюється позабюджетний Фонд реабілітації території (назва умовна) – місцевий, регіональний, міжрегіональний – на тому рівні влади, де відбуваються землевідведення і видаються ліцензії на ресурсокористування. Потрібна деяка вертикаль таких Фондів при владі різних рівнів.

2) При отриманні землевідведення (ліцензії на ресурсокористування) користувач представляє до Фонду відповідним чином погоджений проєкт реабілітації і вносить обумовлену фінансову гарантію проведення реабілітаційних заходів.

3) Якщо згодом користувач здійснює реабілітаційні заходи (відповідно до наявного проєкту), Фонд оплачує ці роботи по факту або повертає гарантійні активи (наприклад, банківську гарантію або інший вид активу – вексель, депозитний сертифікат, також можливі, наприклад, різні види страхування ризиків невиконання реабілітаційних програм тощо), інакше Фонд використовує гарантійні активи, що знаходяться в нього, для фінансування реабілітаційних заходів, залучаючи для їхнього здійснення інші фірми.

Висновки

Отже, в роботі представлені методичні підходи до формування програми реабілітації забруднених відходами земель, реалізація яких при порівняно невеликих витратах дозволить не лише повернути природно-антропогенне середовище у стан ареалу, але і значно поліпшити вартісні й інші економічні показники земель цілого району. Визначені чинники забезпечення рівності якості життя населення міста і приміської зони, мінімізації витрат за умови захоронення міських відходів, зважаючи на екологічний фактор, та проведена їхня оптимізація на прикладі м. Полтави та приміської території. Обґрунтована необхідність уведення комплексних (територіальних) нормативів утворення відходів виробництва і споживання, лімітів на їхнє розміщення для території загалом, а також обґрунтована доцільність створення спеціалізованого фонду, що забезпечує залучення і раціональне використання засобів ресурсокористувачів для безпосереднього виконання комплексу реабілітаційних заходів.

References

1. Mousumi, R. (2020). *Sustainable Development Strategies*. Durgapur: Butterworth-Heinemann. doi: 10.1016/C2018-0-00100-0
2. Haggard, S. (2007). *Sustainable Industrial Design and Waste Management 1st Edition*. Academic Press.
3. Miezah, K., Obiri-Danso, K., & Kádár, Z. (2015). Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. *Waste Management*, 46, 15–27. doi: 10.1016/j.wasman.2015.09.009.

4. Holik, Y. S., Illiash, O. E., & Samoilik, M. S. (2009). *Povodzhennia z vidkhodamy Poltavshchyny*. Poltava: Poltavskiy literator [In Ukrainian].
5. Buckingham, S., Theobald, K. (2003). *Local Environmental Sustainability 1st Edition*. Woodhead Publishing.
6. Kanat, G., Municipal solid-waste management in Istanbul. (2010). *Waste Management*, 30, 1737–1742. doi: 10.1016/j.wasman.2010.01.036
7. Onyshchenko, V. O., Holik, Y. S., & Illiash, O. E. (2012). *Rehionalna prohrama okhorony dovkillia, ratsionalnoho vykorystannia pryrodnykh resursiv ta zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky z urakhuvanniam rehionalnykh priorytetiv Poltavskoi oblasti*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].
8. Onyshchenko, V. O., & Samoilik, M. S. (2013). *Teoretyko-metodolohichni zasady upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy vidkhodamy na rehionalnomu rivni*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].
9. Malinin, A. M. (2006). *Mezhterritorial'ny'e vzaimodejstviya v sfere obrashheniya s tverdymi otkodami*. Sankt-Peterburg: Nauchnyj centr RAN [In Russian].
10. Bondar, O. I. (2008). *Upravlinnia vidkhodamy: vitchyzniani ta zakordonnyi dosvid*. Kyiv: Aiva Plus Ltd [In Ukrainian].
11. Mishchenko, V. S. (2005). *Normatyvno-pravove ta instytutsiine zabezpechennia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini*. Kyiv: Rada po vyvchenniu produktyvnykh syl Ukrainy NAN Ukrainy [In Ukrainian].
12. Melnyk, L. H., & Shapochka, M. K. (2005). *Ekolohichna ekonomika ta upravlinnia pryrodokorystuvanniam*. Sumy: VTD «Universytetska knyha» [In Ukrainian].
13. Gallardo, A., Bovea, M. D., & Colomer, F. J. (2012). Analysis of collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management*, 32, 1623–1633. doi: 10.1016/j.wasman.2012.04.006
14. Tai, J., Zhang, W., & Chen, Y. (2011). Municipal solid waste source-separated collection in China: A comparative analysis. *Waste Management*, 31, 1673–1682. doi: 10.1177/0734242X14543555
15. OND-86. *Metodyka rozrahunku koncentracii v atmosferному povitri zabrudnyychyh rehovun* [In Ukrainian].
16. Pysarenko, P. V., & Samoilik, M. S. (2009). Ekoloho-ekonomichna otsinka vplyvu polihoniv i zvalyshch tverdych pobutovykh vidkhodiv na stalyy rozvytok rehionu. *Ekoloho-Ekonomichna Otsinka Vplyvu Polihoniv i Zvalyshch Tverdych Pobutovykh Vidkhodiv na Stalyy Rozvytok Rehionu*, 4, 15–23 [In Ukrainian].
17. Samoilik, M. S. (2013). Otsinka ryzyku zdoroviu naselennia u sferi povodzhennia z tverdymy vidkhodamy na rehionalnomu rivni. *Ekoloho-pravovi ta ekonomichni aspekty ekolohichnoi bezpeky rehioniv*. Kharkiv: KhNADU [In Ukrainian].
18. Piddubnyi, I. A. (2012). *Ekolohichniy pasport Poltavskoi oblasti*. Poltava: Derzhupravlinnia okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Poltavskii oblasti [In Ukrainian].
19. Onyshchenko, V. O., & Samoilik, M. S. (2012). *Ekoloho-ekonomichna otsinka zabrudnennia navkolyshnoho seredovyscha v systemi ekolohichno bezpechnoho rozvytku rehioniv Ukrainy*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].
20. Letcher, T., & Vallero, D. (2011). *Waste 1st Edition*. USA: Academic Press.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Тараненко А. О., Чальцев Д. В., Кахикало О. О., Гришина К. Є., Корчагін О. П. Екологічні аспекти міжрегіональної взаємодії у сфері поводження з твердими відходами (на прикладі програми реабілітації забруднених земель). *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 120–127.

© Писаренко Павло Вікторович, Тараненко Анна Олексіївна, Чальцев Дмитро Володимирович,
Кахикало Олександр Олександрович, Гришина Крістіна Євгеніївна,
Корчагін Олександр Павлович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 633.352 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.15

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON VETCH PRODUCTIVITY IN POLISSYA REGION OF UKRAINE

V. V. Kolosovska

ORCID  [0000-0002-7490-6812](https://orcid.org/0000-0002-7490-6812)

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

E-mail: v.kolosv@ukr.net

How to Cite

Kolosovska, V. V. (2020). The impact of climate change on vetch productivity in Polissya region of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 128–134. doi: 10.31210/visnyk2020.04.15

Vetch is one of the promising, but insufficiently studied crops in biological and economic terms. Vetch is a high-yielding, protein-rich and versatile crop: green fodder, grain, grass meal, hay and silage. High fodder qualities are ensured not only by the presence of proteins, but also by vitamins and mineral salts, for which vetch is also rich. Vetch gives grain yield of 25–35 hundredweight/ha and accumulates up to 50–80 kg/ha of nitrogen in the soil. Vetch is widely grown in all areas of Ukraine. The purpose of the research is to evaluate agro-climatic conditions of vetch cultivation, as well as to evaluate vetch photosynthetic productivity and yield of vetch under climate change. Calculations and data analysis of vetch development phases according to the average long-term data and RCP 4.5 possible climate change scenario were conducted. The analysis of agro-climatic conditions of vetch cultivation was carried out. During the flowering period, the average decade air temperature for the base period was 13.4 °C. According to the scenario, the average decade temperature was expected to be slightly lower than the baseline (by 0.2 %). The amount of precipitation during this period under RCP 4.5 scenario will increase by 17 % (115 mm). Moisture supply under climate change will decrease by 2 %. During the flowering-ripening period, the average air temperature on average long-term values was 18.1 °C. In the period from 2015 to 2050, according to the climate change scenario, it will be 17.8 °C, which will be lower than the average long-term by 0.3 °C. The amount of precipitation according to the average long-term data is 112 mm. According to the climate change scenario, the amount of precipitation will decrease by 9 % and will be 101 mm. The peculiarities of the dates of vetch development phases were analyzed using average long-term data and RCP 4.5 climate change scenario. Also, the analysis of photosynthetic productivity of vetch and grain yield under the conditions of climate change was carried out. There will be an increase in all indicators of photosynthetic productivity. This will result in increasing vetch yield. In the base period, the yield of vetch grain was 19.0 hundredweight/ha; according to RCP 4.5 scenario, in both cases the yield is expected to increase to 21.5–23.8 hundredweight/ha. After the calculations, we can say that RCP 4.5 scenario in the studied area is expected to significantly change the agro-climatic conditions of growth, development and formation of vetch productivity. Favorable conditions for vetch cultivation are expected.

Key words: vetch, agro-climatic conditions, climate change, base period, net photosynthesis productivity, RCP 4.5 scenario.

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИКИ НА ТЕРИТОРІЇ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**В. В. Колосовська**

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

На сьогодні зміна клімату та сільське господарство є взаємопов'язаними процесами світового масштабу. Глобальне потепління впливає на низку показників у сільському господарстві, зміна середніх температур, зміна кількості опадів, зміна концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері та озону, поява нових шкідників та хвороб, зміна якості продуктів харчування. Також у сільському господарстві залишається проблема щодо збільшення виробництва рослинного білка. Найважливішим та найбільшим джерелом повноцінного білка є зернобобові культури, серед яких важливе значення має ви́ка. Потенціал продуктивності ви́ки складає близько 4,0–5,0 т/га зерна, у якому міститься 26–35 % білка. Високі кормові якості забезпечуються не лише наявністю білків, а й вітамінами та мінеральними солями, на які яра ви́ка також багата. Ви́ка дає урожай зерна 25–35 ц/га і нагромаджує у ґрунті до 50–80 кг/га азоту. Ви́ку часто вирощують в усіх зонах України. Метою дослідження є проведення оцінки агрокліматичних умов вирощування культури ви́ки, а також фотосинтетичної продуктивності і врожайності ви́ки в умовах змін клімату. Для дослідження було використано сценарій можливих змін клімату RCP 4.5 на період до 2050 року. Вплив зміни клімату розглядався, зважаючи на умови сучасної агротехніки та сучасних сортів ви́ки, припускаючи, що вони суттєво не зміняться. В результаті проведеного дослідження була виділена тенденція середньообласної врожайності ви́ки і виявлені особливості в динаміці врожайності ви́ки на території Полісся за період 1986–2015 рр. Проаналізовано особливості настання дат фаз розвитку ви́ки за середніми багаторічними даними та сценарієм зміни клімату RCP 4.5. Проведено аналіз агрокліматичних умов вирощування ви́ки: сума опадів за вегетаційний період ви́ки за базовим варіантом становить 206 мм. За умов змін клімату очікується збільшення суми опадів до 215 мм (на 4 % більше за базову). Умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду у разі реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 протягом 2015–2050 рр. порівняно з базовими значеннями будуть гіршими. За вегетаційний період ви́ки у разі зміни клімату вологозабезпеченість знизиться на 3 %. Також проведено аналіз фотосинтетичної продуктивності ви́ки та врожаю зерна за умов змін клімату. Спостерігається збільшення усіх показників фотосинтетичної продуктивності. Це призведе до підвищення врожайів ви́ки. В базовий період врожай зерна ви́ки становив 19,0 ц/га, за сценарієм RCP 4.5 в обох варіантах очікується підвищення врожаю 21,5–23,8 ц/га. Після проведених розрахунків можна сказати, що за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності ви́ки. Очікуються сприятливі умови вирощування ви́ки (рівень врожаю зростає на 13 %–15 %).

Ключові слова: ви́ка, агрокліматичні умови, зміна клімату, базовий період, чиста продуктивність фотосинтезу, сценарій RCP 4.5.

Вступ

Зміна клімату – головна проблем XXI століття. Згідно з прогнозами провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, протягом наступного століття температура підвищиться на 2–5 °С. Найбільш небезпечним наслідком зміни клімату буде не потепління, а «надзвичайні ситуації», такі як сильні засухи, шторми, урагани, аномально спекотні дні, які будуть усе частіше [4, 6, 10].

На сьогодні наша держава знаходиться серед першої двадцятки країн світу, які найбільше викидають парникових газів в атмосферу. Це є ознакою того, що Україна однією з перших відчує всю небезпеку змін клімату.

На міжнародному рівні докладають значних зусиль для боротьби зі зміною клімату. Під егідою Рамкової конвенції ООН про зміну клімату ухвалено Кіотський протокол, яким було погоджено заходи зі зменшення викидів парникових газів на 2008–2012 рр. У грудні 2015 року на 21-й конференції сторін рамкової конвенції ООН зі зміни клімату було ухвалено Паризьку кліматичну угоду. У рамках Паризької угоди Україна зобов'язалася поступово скорочувати кількість викидів парникових газів: до 2030 року не більше 60 % від рівня 1990 року. 2018 р. Уряд України ухвалив Стратегію низьковуглецевого розвитку України до 2050 року, яка передбачає зменшення обсягу викидів парникових газів, відмову від вичерпного палива та інвестування у відновлювальні джерела енергії [2, 17].

За даними Всесвітньої метеорологічної організації, 2015–2019 рр. були найспекотнішими роками за всю історію спостережень. У Гренландії в липні 2019 року розтанули 179 млрд. тон льодовиків. Масштабні пожежі в Сибіру, Канаді, на Алясці знищують ліси і спричиняють додаткові викиди CO₂. Тож навіть повне виконання усіма країнами паризьких домовленостей не забезпечує розв'язання кліматичних проблем.

Наслідком глобального потепління для сільського господарства є скорочення виробництва аграрної продукції через зниження урожайності сільськогосподарських культур [2, 14, 15, 17].

Вивченням цієї проблеми займаються в усьому світі. Так, на Африканському континенті, в 4 районах Демократичної Республіки Конго (ДРК), схильних до посухи, протягом трьох років (2009, 2010 і 2011 рр.) проводилася серія випробувань термінів посадки бобів. Метою цього дослідження було визначення оптимальної дати посіву і оцінка врожайності та вмісту мікроелементів у бобах [5].

В Єгипті вчені провели низку досліджень стосовно впливу змін клімату на урожайність вики. Дослідження проводили з метою оцінки впливу змін клімату на урожайність вики та вивчення можливих варіантів подолання цих негативних дій. Система підтримки ухвалення рішень (DSSAT) є імітаційною моделлю, яка порівнює значення спостережень, отримані в результаті експерименту, з передбаченими моделлю. Таким чином авторам [14] DSSAT вдалося змоделювати параметри врожаю вики в поточних умовах з різницею від 0,4 до 0,7 % порівняно з фактичною врожайністю.

На території Південної Азії (Бангладеш) учені розробили модель росту вики ARIMA. Модель базується на прогнозі врожаю культури, у якій автори зауважили, що короткострокові прогнози більш ефективні для моделей ARIMA [3, 16]. Аналогічні дослідження були проведені в Новій Зеландії. В моделі прогнозу урожайності були розраховані випаровуваність, вологозабезпеченість, тривалість періодів, підрахована кількість поливів, днів із посухою. Використовуючи таку модель, очікується отримання максимальної врожайності вики на цій території [19].

У Латинській Америці проводяться дослідження щодо вивчення реакції врожайності бобів на клімат, які свідчать про негативні наслідки зміни клімату. Вчені досліджували період з 1980 по 2005 рр. та сценарій змін клімату RCP 2.6 та 8.5 за період 2020–2045 рр. Оцінюючи врожайність бобів, застосовувалась модель CSM-CROPGRO-DRY BEAN. Це дослідження показало, що існує взаємодія між температурою та CO₂ для культури, що істотно змінює рівень урожайності для цієї території [20].

Мета досліджень: оцінити вплив кліматичних змін на продуктивність вики, використовуючи сценарій змін клімату RCP 4.5 (репрезентативні траєкторії концентрації). RCP 4.5 – сценарій середнього рівня викидів і концентрацій усього набору парникових газів, аерозолів, хімічно активних газів.

Завдання дослідження: на основі сценарію можливих змін клімату RCP 4.5 виконати оцінку впливу змін клімату на формування врожайності вики стосовно території Полісся.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилося за сценарієм можливих змін клімату RCP 4.5 на період до 2050 року. Для виконання розрахунків були використані дані агрокліматичного довідника, метеорологічні дані за сценарієм змін клімату RCP 4.5, а також дані літературних джерел [1, 7, 9, 12, 13].

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур [13, 18]: модель формування продуктивності агроєкосистеми та модель фотосинтезу зеленого листка рослини при зміні концентрації CO₂ в атмосфері. Розглядалися такі варіанти: базовий період (1986–2005 рр.); кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм RCP 4.5 за період 2015–2050 рр.; кліматичні умови періоду 2015–2050 рр. за сценарієм RCP 4.5 (кліматична норма + CO₂). Для ідентифікації параметрів моделі формування врожаю сільськогосподарських культур стосовно культури вики було використано дані літературних джерел. Вплив змін клімату на формування продуктивності вики розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів [8, 9, 11, 21].

Результати досліджень та їх обговорення

При оцінці метеорологічних умов у період вегетації вики за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 було проведено порівняння сценарних показників середньодакдної температури повітря, кількості опадів та середніх багаторічних показників за період 1986–2005 рр. За середньобагаторічними даними середньодакдна температура повітря в першу декаду вегетації становила 9,7 °С, за сценарний період очікується підвищення до 10,0 °С. У другій декаді вегетації вики за базовий період середньодакдна те-

мпература становила 12,0 °С, за сценарієм змін клімату підвищиться до 12,5 °С. У третій та четвертій декадах середньодекадна температура повітря становить 13,8–15,2 °С (за базовий період). За сценарний період порівняно з базовим очікується зниження температури на 0,2–0,3 °С. У 5–10 декадах за середньодекадними даними спостерігається підвищення середньодекадної температури 16,3–18,9 °С. За сценарними даними змін клімату в цей період також очікується підвищення температури 15,5–18,3 °С. Порівнюючи середньобагаторічні дані зі сценарними, видно незначне зниження сценарної температури на 0,2–0,6 °С.

У першу та другу декади вегетації вики кількість опадів за середньобагаторічний період становить 14–20 мм. За сценарієм зміни клімату очікується, що в цей же період сума опадів становитиме 17,5–21,5 мм. З третьої по шосту декади сума опадів становить 17–29 мм (за базовий період), та 20,7–29,8 мм (за сценарієм RCP 4.5). З сьомої до десятої декади вегетації за середньобагаторічний період спостерігається зменшення суми опадів 27–5,6 мм. За сценарієм у сьому-восьму декади очікується зменшення кількості опадів 19,5–16,8 мм, у дев'ятій декаді очікується збільшення кількості опадів до 29,4 мм. В останню декаду вегетації сума опадів зменшиться до 15,6 мм.

Розглянемо, як під впливом змін клімату будуть змінюватись дати настання фаз розвитку вики, показники розвитку її по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та урожай [13, 17].

Із таблиці видно, що середні багаторічні терміни сівби вики на території Полісся спостерігались 12 квітня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5, строки сівби вики змістяться на більш ранні порівняно із середніми багаторічними, а саме на 2 дні раніше, тобто 10 квітня.

Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи вики за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігались 30 квітня. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сходи наставатимуть пізніше середніх багаторічних термінів на 5 днів.

***Фази розвитку вики за середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.)
та сценарієм зміни клімату RCP 4.5***

Період	Посів	Сходи	Цвітіння	Достигання	Тривалість вегетаційного періоду, дні
1986–2005	12.04	30.04	15.06	19.07	98
RCP 4.5	10.04	4.05	18.06	22.07	102
Різниця	-2	+5	+3	+3	+4

Наступні за сходами фази розвитку вики, цвітіння та досягання, за сценарієм RCP 4.5 наставатимуть пізніше, ніж в базовий період – на 3 дні.

Унаслідок зміни термінів настання фаз розвитку вики зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 98 днів (за середньо багаторічними) до 102 днів (за сценарієм RCP 4.5).

Під впливом змін клімату зміняться і агрокліматичні умови вирощування вики. В період від сходів до цвітіння середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями складала 13,4 °С. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 від сходів до цвітіння середня температура складатиме 13,2 °С. Розрахунки за сценарієм показують, що в цей період очікується середня температура нижче базової на – 0,2 °С. Сума опадів у період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними складала 95 мм. Кількість опадів від сходів до цвітіння за сценарієм RCP 4.5 збільшиться на 17 %, та становитиме 115 мм.

Сумарне випаровування за сценарієм зміни клімату зменшиться на 10 %. Як показують розрахунки, за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 у період від сходів до цвітіння випаровуваність порівняно з базовим зменшиться на 8 %.

Основним показником, який характеризує умови зволоження вегетаційного періоду культури, є вологозабезпеченість. За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів вики від сівби до цвітіння складала 0,94 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 вологозабезпеченість посівів вики зменшиться на 2 %.

Середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями в період від цвітіння до досягання складала 18,1 °С. У період з 2015 до 2050 рр. за сценарієм зміни клімату від цвітіння до досягання середня температура складатиме 17,8 °С, що буде нижче рівня середньої багаторічної на 0,3 °С.

У період від цвітіння до досягання сума опадів становила в середньому багаторічному 112 мм. За сценарієм зміни клімату сума опадів зменшиться на 9 % і складатиме 101 мм.

Сумарне випарування в період від цвітіння до досягання за середніми багаторічними значеннями становило 105 мм. У період цвітіння-досягання за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сумарне випарування зменшиться на 12 %.

За середніми багаторічними даними випаровуваність становить 112 мм, а за сценарієм зменшиться до 109 мм, тобто на 3 %.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів вики від цвітіння до досягання становило 0,94 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 за період 2015–2050 рр. вологозабезпеченість знизиться та становитиме 0,84 відн. од., що на 11 % менше від середньо багаторічного значення.

Сума опадів за вегетаційний період вики за базовим варіантом становить 206 мм. За умов реалізації сценарію кількість опадів збільшиться до 215 мм. Отже, за весь вегетаційний період вики кількість опадів при зміні клімату збільшиться на 4 %.

Умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 протягом 2015–2050 рр. порівняно з базовими значеннями будуть гіршими. Так, за базовим варіантом вологозабезпеченість становить 0,94 відн. од., а за умов реалізації сценарію становитиме 0,9 відн. од. Отже, за вегетаційний період вики за умов зміни клімату вологозабезпеченість знизиться на 3 %.

Агрокліматичні умови, які змінюються під впливом змін клімату, спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів вики, що зумовить рівень її урожайності. Площа листя в період максимального розвитку в середньому за базовий період становила $1,7 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Розрахунки за сценаріями RCP 4.5 по варіанту «клімат» показують, що збільшення площі листя відбудеться на 9 %. Розрахунки за варіантом «клімат + збільшення CO_2 » вказують на збільшення площі листя порівняно із її середніми багаторічними значеннями і з варіантом «клімат», а саме на 13 %. За умови реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 буде очікуватися більш інтенсивне формування площі асимілюючої поверхні порівняно із середніми багаторічними даними.

У базовий період середні багаторічні значення сухої маси становили $380 \text{ г}/\text{м}^2$. Розрахунки сухої маси за сценарієм RCP 4.5 показують, що як і площа листя, суха маса збільшується. Так, у разі реалізації сценарію RCP 4.5 у варіанті «клімат» збільшення відбудеться на 12 %. У розрахунках за цим же сценарієм у варіанті «клімат + збільшення CO_2 » збільшення сухої маси буде вище порівняно як із середньою багаторічною, так і порівняно зі значеннями варіанту «клімат» і становитиме відповідно $450 \text{ г}/\text{м}^2$.

Відповідно зі змінами площі листя, сухої маси рослин буде змінюватися і значення фотосинтетичного потенціалу. Так, за базовий період значення фотосинтетичного потенціалу складало $90 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Розрахунки за сценарієм і про всіх варіантах показали, що в період з 2015 по 2050 рр. відбудеться збільшення фотосинтетичного потенціалу, але інтенсивність збільшення різна за різними сценаріями і за варіантами. Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу, розрахованого за сценарієм до п'ятої декади вегетації, збігається із середніми багаторічними за базовий період. За сценарієм RCP 4.5 у варіантах «клімат» та «клімат + збільшення CO_2 » фотосинтетичний потенціал зросте на 12–17 % порівняно із середніми багаторічними значеннями.

Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними склали $69 \text{ г}/\text{м}^2$. У разі реалізації сценарію RCP 4.5 чиста продуктивність фотосинтезу в обох варіантах збільшиться на 3–5 $\text{г}/\text{м}^2$. У базовий період урожай зерна вики становив 19,0 ц/га. За сценарієм в обох варіантах очікується підвищення врожаю, що становитиме він 21,5–23,8 ц/га.

Висновки

Після проведених розрахунків можна сказати, що на території Полісся за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності вики. Середні багаторічні терміни сівби вики спостерігались 12 квітня, сходи – 30.04, цвітіння – 15.06, досягання – 19.07. За сценарієм змін клімату дати настання фаз будуть змінюватися: посів – на 2 дні раніше, сходи – на 5 днів пізніше, цвітіння – на 3 дні пізніше, досягання – на 3 дні пізніше. Відповідно зміниться і тривалість вегетаційного періоду – збільшиться на 4 дні. Також очікуються зміни в міжфазних періодах. За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів вики становила 0,94 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 вологозабезпеченість знизиться та становитиме 0,84 відн. од., що на 11 % менше від середньобагаторічного значення. Сума опадів за

вегетаційний період вики за базовим варіантом становить 206 мм. За умов змін клімату очікується збільшення суми опадів – на 4 % більше за базову. Умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду у разі реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 протягом 2015–2050 рр. порівняно з базовими значеннями будуть гірше. За вегетаційний період вики за умов зміни клімату вологозабезпеченість знизиться на 3 %. Спостерігається збільшення усіх показників фотосинтетичної продуктивності. Очікуються сприятливі умови вирощування вики – рівень врожаю зросте на 13–15 %.

Перспективи подальших досліджень. Було б доцільно уточнити норми посіву нових сортів вики стосовно території Полісся. Важливо провести розрахунки та порівняти отримані результати за різними сценаріями зміни клімату: RCP2.6, RCP6.0 та RCP8.5.

References

1. Aralov, V. I., & Humenna, N. I. (2004). Vplyv strokiv i norm vysivu na nasinnyevu produktyvnist sortiv yaroї vyky. *Zbirnik Naukovih Prats «Tsentru Naukovoho Zabezpechennya APV»*, 52–56 [In Ukrainian].
2. Dem'yanenko, S. (2012). Stratehiya adaptatsiyi ahrarykh pidpryyemstv Ukrayiny do hlobal'nykh zmin klimatu. *Ekonomika Ukrayiny*, 6, 66–72 [In Ukrainian].
3. Zessner, M., Schönhart, M., Parajka, J., Trautvetter, H., Mitter, H., Kirchner, M., & Schmid, E. (2017). A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of The Total Environment*, 579, 1137–1151. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.092
4. Ivashchenko, O. O. (2011). Napryamy adaptatsiyi ahrarynoho vyrobnytstva do zmin klimatu. *Visnyk Ahrarynoi Nauky*, 8, 10–12 [In Ukrainian].
5. Kanyenga, L. (2016). Effect of climate change on common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop production: determination of the optimum planting period in midlands and highlands zones of the Democratic Republic of Congo. doi: 10.5897/AJAR2020.15073
6. Kazakova, I. (2016). Vplyv hlobal'nykh zmin na gruntovi resursy ta sil's'kohospodars'ke vyrobnytstvo. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 2, 21–44 [In Ukrainian].
7. Kolisnyk, I. V., Barylko, M. H., & Kolisnyk, A. V. (2012). Ahroekologichni aspekty selektsiinoho vykorystannia zrazkiv vyky yaroї kolektsii PDSHDS im. M. I. Vavylova. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarynoi Akademii*, (3), 55–59. doi: 10.31210/visnyk2012.03.10 [In Ukrainian].
8. Lykhochvor, V. V., & Petrychenko, V. F. (2006). *Roslynnnytstvo. Suchasni intensyvni tekhnolohiyi vyroshchuvannya osnovnykh pol'ovykh kul'tur*. L'viv: NVF "Ukrayins'ki tekhnolohiyi". 730 [In Ukrainian].
9. Moysiienko, V. V. (2011). Produktyvnist' ta kormova otsinka zernobobovykh kul'tur v ahrofitotsenozakh Polissya Ukrayiny. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 69, 181–188. [In Ukrainian].
10. Panasyuk, B. Y. (2015). Hlobal'ni zminy klimatu ta ekonomika. *Ekonomika APK*, 11, 14–23 [In Ukrainian].
11. Petrynenko, V. F. (2004). Naukovi osnovy rozvytku adaptivnoho kormovyrobnytstva v Ukrayini. *Visnyk Ahrarynoi Nauky*, 1, 5–10 [In Ukrainian].
12. Petrychenko, I. V. (2013). Faktory i determinanty rozvytku haluzi kormovyrobnytstva v Ukrayini. *Innovatsiyna Ekonomika*, 11 (49), 27–33 [In Ukrainian].
13. Polevoj, A. N. (2004). Bazovaya model ocenki agroklimaticheskikh resursov formirovaniya produktivnosti selskohozyajstvennykh kultur. *Meteorologiya, Klimatologiya i Gidrologiya*, 48, 195–205 [In Ukrainian].
14. EL-Mansoury, M., & Saleh, S. (2017). Influence of Climatic Changes on Faba Bean (*Vicia faba* L.) Yield in North Nile Delta. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 8 (1), 29–34. doi: 10.21608/jssae.2017.37065
15. Schönhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M., & Schmid, E. (2016). Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*, 145, 39–50. doi: 10.1016/j.agry.2016.02.008
16. Shi, Q., & Lai, X. (2013). Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. *Technological Forecasting and Social Change*, 80 (5), 839–864. doi: 10.1016/j.techfore.2012.09.002
17. Stepanenko, S. M., & Pol'ovyy, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukrayini v umovah zmini*. Odesa: TES [In Ukrainian].

18. Tooming, H. G. (1984). *Ekologicheskie principy maksimalnoj produktivnosti posevov*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].
19. Frank, S., & Schmid, E. (2015). The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. *Global Environmental Change*, 35, 269–278.
20. Heinemann, A. B., Ramirez-Villegas, J., Souza, T. L. P. O., Didonet, A. D., di Stefano, J. G., Boote, K. J., & Jarvis, A. (2016). Drought impact on rainfed common bean production areas in Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 225, 57–74. doi: 10.1016/j.agrformet.2016.05.010
21. Hetman, N. Y., & Kvitko, H. P. (2013). Ahrobiolohichne obgruntuvannya resursooshchadnyh tekhnolohiy vyroshchuvannya fitotsenoziv bahatorichnykh ta odnorichnykh kormovykh kultur u pol'ovomu kormovyrobnytstvi. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 72–77 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Колосовська В. В. Вплив змін клімату на продуктивність вики на території Полісся України. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 128–134.

© Колосовська Валерія Валеріївна, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 504.06 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.16

METHODICAL FOUNDATIONS OF INTRODUCING ECO-INNOVATIONS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS

P. V. Pysarenko

M. S. Samoilik

O. Yu. Dychenko*

Yu. M. Nozhenko

Yu. O. Ruban

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

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

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

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

*Corresponding author

E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

How to Cite

Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., Nozhenko, Yu. M., & Ruban, Yu. O. (2020). Methodical foundations of introducing eco-innovations in the context of sustainable development of rural areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 135–141. doi: 10.31210/visnyk2020.04.16

Taking into account the fact that improving life quality of the country's population and providing conditions for healthy way of life have the highest state priority and are included practically in all social parts of Governmental and regional target programs, the ways of their solving require further detailed studying. In particular, the problem has been remaining insufficiently investigated concerning the interdependence of various processes connected with market transformations in rural areas and the transition of rural settlements to balanced and effective functioning in the conditions of environmentally friendly settlements based on clear Government investment policy in this field. Moreover, the necessity arises in complex study including ecological (environmental condition), social (the quality of people's life), and economic (incomes of the population and country on the whole) aspects of the question. That is why environmental and economic evaluation of territories at the regional and inter-regional levels was conducted in order to determine the directions for improving the quality of people's life by using market innovations like eco-villages. A model of environmental and economic territory assessment has been proposed in the paper. The model reflects environmental and economic dependencies "natural loss – social, environmental, and economic factors" and is a system of simultaneous econometric equations. Based on the obtained economic-mathematical model, the generalizing assessment of economic loss at environmental pollution for the regions of Ukraine was conducted. The system of choosing selective loss minimizing decisions, based on integral loss evaluation in case of environmental pollution was developed taking into account economic factors. Such system can be used to harmonize the interests of environmental and economic security with the aim of creating eco-villages and it can also be used by the regional administrative bodies controlling environmental protection and economic departments as a tool of choosing the most promising strategies, which give the highest social and economic effect in environmentally safe economic development of areas.

Key words: rural areas, region, eco-innovations, system, eco-village, model.

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКО-ІННОВАЦІЙ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, Ю. М. Ноженко, Ю. В. Рубан

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Зважаючи на те, що задача підвищення якості життя населення країни і забезпечення йому умов для здорового способу життя має найвищий державний пріоритет і включена практично у всі соціальні розділи державних та регіональних цільових програм, шляхи її розв'язання потребують подальшого детального вивчення. Зокрема, зостається недостатньо глибоко дослідженою проблема взаємозумовленості різних процесів, пов'язаних з ринковими перетвореннями в сільській місцевості та переходом сільських населених пунктів до збалансованого і ефективного функціонування в режимі екологічно чистих поселень на основі чіткої державної інвестиційної політики в цій сфері. До того ж постає необхідність у комплексному дослідженні, яке би включало і екологічні (стан навколишнього середовища), і соціальні (якість життя населення), і економічні (дохід населення та країни загалом) аспекти цього питання. Тому у статті проведено еколого-економічну оцінку територій на регіональному та міжрегіональному рівні для визначення напрямів удосконалення структури і підвищення якості життя населення з огляду використання ринкових інновацій типу екопоселень. У роботі запропонована модель еколого-економічної оцінки території, що відображає еколого-економічні залежності «натуральний збиток – соціально-еколого-економічні фактори» та яка є системою одночасних економетричних рівнянь. На основі отриманої економіко-математичної моделі проведена узагальнююча оцінка економічного збитку за забруднення довкілля для регіонів України. Розроблена система вибору селективних збиткомінімізуючих рішень, на основі інтегральної оцінки збитку за забруднення довкілля зважаючи на економічні фактори, яка може використовуватися з погляду гармонізації інтересів екологічної та економічної безпеки з метою створення екопоселень, а також її можуть використовувати регіональні органи управління охорони навколишнього середовища, економіки як інструмент відбору найбільш пріоритетних стратегій екологічно безпечного економічного розвитку територій, які дають найбільший соціально-економічний ефект.

Ключові слова: сільські території, регіон, еко-інновації, система, екопоселення, модель.

Вступ

Соціально-економічний розвиток суспільства на початку XXI століття загалом орієнтований на швидкі темпи економічного зростання, призвів до безпрецедентного спричинення шкоди природному середовищу, що своєю чергою – до планетарних зрушень та глобальних екологічних криз та катастроф. Людство зіткнулося з протиріччями між зростаючими споживаннями світової спільноти і неможливістю біосфери забезпечити ці потреби. До того ж цивілізація, використовуючи величезну кількість технологій, які руйнують екосистеми, не запропонувала по суті нічого, що могло би замінити регулюючі механізми біосфери. Виникла реальна загроза життєво важливим інтересам майбутніх поколінь людства [1–6].

Усунення протиріч, що склалися, можливе лише в рамках стабільного соціально-економічного розвитку, не руйнуючого своєї природної основи. Тому підвищення якості життя людей повинне забезпечуватися в тих межах господарської ємкості біосфери, перевищення якої призведе до руйнування природного біотичного механізму регуляції довкілля і її глобальних змін. На сьогодні ООН до основних показників, які характеризують якість життя, відносить: тривалість життя людини, стан її здоров'я, відхилення стану навколишнього середовища від нормативів, рівень знань або освітніх навичок, дохід на душу населення, рівень зайнятості та ступінь реалізації прав людини [7]. В Україні підвищення якості життя оголошено метою бюджетної політики пріоритетних національних проєктів. Тому комплекс заходів, направлених на підвищення якості життя населення, є важливим інноваційним проєктом державного значення.

У цьому аспекті все більшого поширення набуває питання створення поселень, у яких людська діяльність безпечно інтегрована у природне середовище – екопоселень. Один із найбільш важливих моментів існування екопоселень є принцип рівності між людиною й іншими формами життя, при якому людина не намагається домінувати над природою, а займає відповідне в ній місце. Іншим важливим принципом є циклічне використання матеріальних ресурсів замість лінійного підходу (використати один раз і викинути наза-

вжди), характерного для індустріального суспільства [8–11]. Ідея створення екопоселень передбачає впровадження нової ідеології суспільства, описаної ще в роботах В. І. Вернадського, що на практиці передбачає використання відновлювальних джерел енергії; повного замкнутого циклу використання сировини замість забруднення довкілля звалищами відходів; невикористання і неживання отруйних і шкідливих речовин тощо; але головне при цьому – екологічне мислення населення, коли воно ототожнює себе з природою, не шкодить їй, а навпаки, поєднує свою господарську діяльність із відновленням та збереженням навколишнього природного середовища [10–13].

Зважаючи на те, що задача підвищення якості життя населення країни і забезпечення йому умов для здорового способу життя має найвищий державний пріоритет і включена практично у всі соціальні розділи державних та регіональних цільових програм, шляхи її розв’язання потребують подальшого детального вивчення [13–16]. Зокрема, зостається недостатньо глибоко дослідженою проблема взаємообумовленості різних процесів, пов’язаних із ринковими перетвореннями в сільській місцевості та переходом сільських населених пунктів до збалансованого і ефективного функціонування в режимі екологічно чистих поселень на основі чіткої державної інвестиційної політики в цій сфері [16].

Ідея створення екопоселень з’явилася з потреб і можливостей суспільства, спричинених: новими екологічними обмеженнями (через високий рівень щільності населення і промисловості, забруднення довкілля та продуктів харчування); новою технікою і технологіями (ефективними технологіями з використання відновлювальних ресурсів, замкнутих циклів виробництва тощо); новим рівнем свідомості (що включає глобальне знання, накопичене за мільйони років історії життя на планеті) [17–18]. Загалом різні аспекти питання створення екопоселень досліджувало багато вітчизняних та зарубіжних учених, зокрема А. А. Кулясов та В. Н. Мегре – про родові екопоселення, Д. Л. Кристіан, І. Н. Насиров – про порядок створення екопоселень, Г. Ф. Морозова – про біоценози, як природної основи екопоселень, В. Я. Медікова – про освітню підготовку організаторів і жителів екопоселень тощо. Водночас постає необхідність у комплексному дослідженні, яке би включало і екологічні (стан навколишнього середовища), і соціальні (якість життя населення), і економічні (дохід населення та країни загалом) аспекти цього питання [19].

Мета проведення досліджень – здійснити еколого-економічну оцінку території на регіональному та міжрегіональному рівні для визначення напрямів удосконалення структури і підвищення якості життя населення через використання ринкових інновацій типу екопоселень.

Головним *завданням* досліджень було дослідити екологічні, економічні та соціальні фактори функціонування екопоселень; провести еколого-економічну оцінку регіонів України на основі моделі «натуральний збиток – соціально-еколого-економічні фактори» для визначення можливої економічної орієнтації екопоселень; визначити напрями удосконалення структури і підвищення якості життя населення сільських територій через використання екопоселень.

Матеріали і методи досліджень

Теоретичним та методологічним підґрунтям дослідження є результати фундаментальних і прикладних досліджень у галузі екологічної безпеки та регіоналістики, положення концепції сталого розвитку, наукові розробки вітчизняних і зарубіжних учених з питань управління сферою поведінки з твердими побутовими відходами. Методичною базою дослідження стали загальнонаукові еколого-економічні методи, зокрема монографічний, порівняльний аналіз, абстрактно-логічний метод, картографічний та інші [20].

Результати досліджень та їх обговорення

При створенні екопоселень важливу роль відіграють екологічні, економічні та соціальні чинники [21]. Інтеграційний підхід до аналізу суті збитку за забруднення навколишнього середовища дає змогу встановити структуровану систему факторів, що впливають на натуральний збиток здоров’ю населення як основного критерію екологічно безпечного економічного розвитку [22]. Запропонована модель еколого-економічної оцінки території є системою одночасних економетричних рівнянь, що відображають еколого-економічні залежності та сформовану зважаючи на досвід вітчизняних і зарубіжних досліджень. З огляду на відібрані індикатори модель «натуральний збиток – соціально-еколого-економічні фактори», після оцінювання двокроковим МНК та отримання розрахункових значень ендегенних змінних, має вигляд:

$$\begin{cases} M = 6,43 + 32,41\tilde{W} - 0,173D + 0,604P \\ P = 41,29 + 14,43\tilde{A} + 15,49\tilde{G} - 1,28C \\ C = 39,65 + 1,735M \end{cases} \quad (1)$$

У цьому рівнянні (1) показник захворюваності населення (M) як основний індикатор збитку розглядається як функція від соціально-еколого-економічних факторів, що мають безпосередній вплив на здоров'я населення: вплив забруднення ґрунтового покриву ($\tilde{W}$), як джерела харчових продуктів, ступінь задоволення потреб у послугах охорони здоров'я (D) і рівень екологічної небезпеки регіональної економіки (P). Рівень екологічної небезпеки регіональної економіки (P) обумовлений соціально-екологічними факторами, а саме побічними ефектами від виробництва – забруднення атмосфери ($\tilde{A}$) та гідросфери ($\tilde{G}$), рівнем «соціального неблагополуччя» в регіоні (C), детермінуючим, з однієї сторони, потенційні можливості з покращення навколишнього середовища, а з іншої сторони спостерігається зворотній зв'язок: рівень захворюваності (M) у багато чому визначає рівень «соціального неблагополуччя» в регіоні, оскільки більш висока захворюваність провокує більшу кількість втрачених робочих днів і погіршення матеріальних умов.

На основі отриманої економіко-математичної моделі проведена узагальнююча оцінка економічного збитку за забруднення довкілля, результати якої приведені на рис. 1.

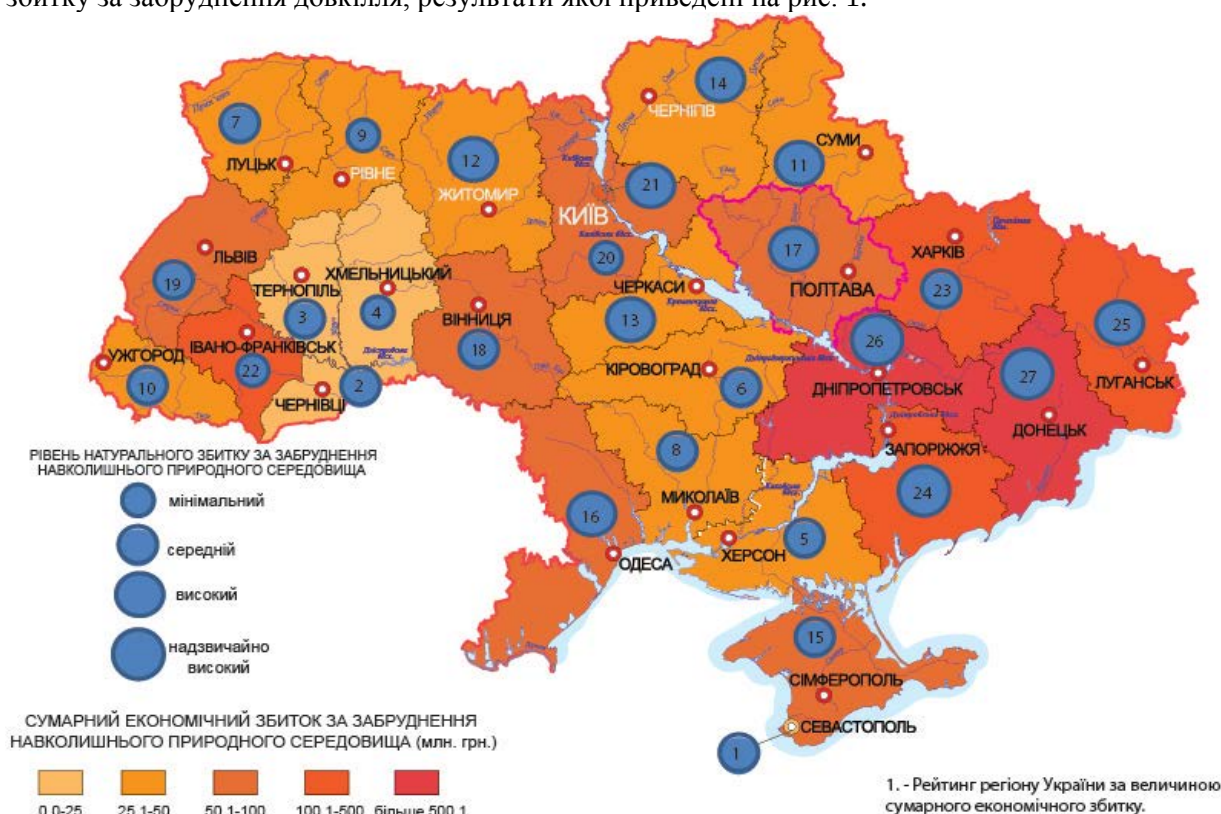


Рис. 1. Узагальнена оцінка забруднення навколишнього природного середовища за регіонами України (2019 рік)

Натуральний збиток за забруднення навколишнього середовища приведений як сума показників натурального збитку за забруднення атмосфери, води та ґрунтів. Зважаючи на результати розрахунку ефективності напрямів мінімізації збитку, виділені основні типи регіонів, які наведені в таблиці 1.

Представлена система вибору селективних збиткомінімізуючих рішень, на основі інтегральної оцінки збитку за забруднення довкілля може використовуватися з погляду гармонізації інтересів екологічної та економічної безпеки з метою створення екопоселень, а також використовуватися регіональними органами управління охорони навколишнього середовища, економіки як інструменту відбору найбільш пріоритетних стратегій екологічно безпечного економічного розвитку територій, які дають найбільший соціально-економічний ефект.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Типологізація регіонів України по напрямку удосконалення системи екологічно безпечного розвитку

Тип		Регіони	Першочергова стратегія
Тип А	A_1	Івано-Франківська, Київська, Вінницька області	Ефективна стратегія охорони атмосферного повітря
	A_2	АР Крим, Львівська, Миколаївська, Одеська, Херсонська, Черкаська області, м. Київ та м. Севастополь	Ефективна стратегія охорони водних ресурсів
	A_3	Житомирська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Волинська області	Ефективна стратегія охорони ґрунтів
	A_1A_2	Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Луганська області	Ефективна стратегія охорони атмосферного повітря та водних ресурсів
	A_2A_3	Чернігівська	Ефективна стратегія охорони водних ресурсів і ґрунтів
	$A_1A_2A_3$	Харківська	Ефективна стратегія охорони атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів
Тип В		Закарпатська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька, Кіровоградська області	Ефективна стратегія покращення системи охорони здоров'я

Для того щоб екопоселення втілює ідею здорового розвитку особистості, потрібна її економічна активність. Залежно від екологічних факторів екопоселення можуть мати: виробничу орієнтацію (виращування, обробку та переробку екологічної продукції), туристичну («зелений» туризм), змішану – виробничо-туристичну орієнтацію. Різницею між екопоселеннями і звичайними поселеннями тут є те, що населення отримує дохід від використання природних ресурсів, не виснажуючи їх, а навпаки, зберігаючи та відновлюючи.

Виробнича орієнтація екопоселень має бути направлена, насамперед, на виробництво екологічно безпечної продукції, виробленої в екологічно безпечних умовах для довкілля та здоров'я населення. Це потребує необхідної якості природних факторів, зокрема якості ґрунтів, їх підготовку та відновлення у процесі експлуатації. Населення екопоселення має отримувати з одного боку екологічно чисту продукцію харчування, що є запорукою їхнього здоров'я та здоров'я майбутніх поколінь, а з іншого – приносити економічний прибуток через її реалізацію для задоволення їх матеріальних потреб. Усе це потребує розробки раціонального та науково обґрунтованого підходу до екологічно безпечного виращування сільськогосподарської продукції без вчинення шкоди навколишньому середовищу, її обробки, збирання та зберігання, послідовності сівозмін, відбору екологічно безпечного насіння, розробки логістики перевезення, екологічно безпечного тваринництва та бджільництва, виращування екологічно безпечних овочів та фруктів.

Туристична орієнтація екопоселень потребує наявності природно-заповідних територій, природних екосистем, збереженого природного біорізноманіття та якості екологічного стану територій. Населення таких екопоселень отримує економічний прибуток завдяки наданню послуг особам, які бажають провести час, відвідавши певні місця. Це потребує розробки відповідної інфраструктури. Виращування екологічно чистої продукції здійснюється більше на присадибних ділянках для задоволення потреб самого населення та туристів. Виробничо-туристична орієнтація передбачає наявність змішаної системи, де населення екопоселення залучені і у виробничу, і в туристичну діяльність.

Створення належних соціальних умов існування в екопоселеннях передбачає необхідність створення відповідної інфраструктури. Насамперед – це створення екологічних будівель, які не шкодять як здоров'ю мешканців, так і довкіллю. У цьому випадку для будівництва використовуються екологічні матеріали, а також для забезпечення теплом, енергією використовують відновлювальні ресурси, вода ж має використовуватися з мінімальною шкодою для довкілля (в основі використання води має бути покладена її очистка, оборотність та економія). Крім того, важливим елементом є створення відповідної соціально забезпечуючої інфраструктури: дитсадки, школи, будинки культури тощо.

Поводження з відходами в екопоселеннях має передбачати замкнений цикл. Ресурсоцінні компоненти побутових відходів мають збиратися роздільно і використовуватися (або в самому поселенні, або транспортуватися для утилізації на спеціалізовані підприємства). Органічні відходи мають компостуватися і викори-

стовуватися як компост, харчові – для харчування тваринництва. Промислові відходи (від вирощування сільськогосподарської продукції, її обробки, переробки, тваринництва та бджільництва) мають теж включатися в замкнутий цикл та повторно використовуватися як добрива тощо. Використання повної переробки відходів у екопоселеннях дає можливість, з одного боку, отримувати додатковий дохід від їхньої утилізації, а з іншого, – ліквідувати основну екологічну проблему регіонів України – знищити звалища та полігони відходів, які є джерелом забруднення та під які вилучають величезні цінні площі земель. Отже, раціональне поводження з відходами у екопоселеннях, що передбачає повне їхнє використання, як побутових так і промислових, є одним із основних чинників сталого розвитку екопоселень [8].

Рівень життя населення у екопоселеннях визначається їх рівнем здоров'я (яке своєю чергою залежить від якості харчування, якості навколишнього середовища) та матеріального забезпечення.

Отже, можна зробити висновок, що економічні та соціальні фактори розвитку екопоселень перебувають у тісному взаємозв'язку з екологічними факторами та залежать від них. Тому при створенні екопоселень щонайперше необхідно провести комплексне екологічне дослідження території, що містить оцінку збитку за забруднення навколишнього середовища, що має включати:

- ✓ дослідження якості компонентів навколишнього середовища, зокрема ґрунтів, атмосферного повітря, підземних та поверхневих вод;

- ✓ визначення джерел антропогенного впливу на компоненти довкілля, які погіршують їх якість. Це передбачає проведення комплексного картографічного дослідження цієї території з визначенням та нанесенням всіх існуючих джерел забруднення даної території, визначення їх зон впливу;

- ✓ розробка збиткомінімізуючих заходів для ліквідації шкідливих впливів;

- ✓ розробка заходів щодо відновлення компонентів якості навколишнього природного середовища, розширення природно-заповідного фонду, відновлення природних екологічних умов, екосистем, біорізноманіття.

Висновки

Отже, екопоселення є формою сталого розвитку поселень, але для того, щоб воно природно вписувалося в існуючі екосистеми, необхідно, щоб при цьому: зберігалася історично складене природне середовище на своїй території; вироблялася їжа, паливо й інші біоресурси на місці; використовувалися відновлювальні ресурси та екологічні матеріали при будівництві; не використовувалися будь-які хімічні компоненти, які є шкідливими для довкілля; утилізувалися всі тверді і рідкі відходи; у виробництві використовувався замкнутий цикл; не здійснювався негативний вплив на атмосферне повітря та водне середовище; зберігалися та відновлювалися ґрунти; уникали будь-яких несприятливих дій на довкілля, зокрема і викидів транспорту. Створення екопоселень є національним пріоритетом, оскільки дає можливість розв'язати основні екологічні, економічні і соціальні питання, які на сьогодні є болючими для України та її регіонів.

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

References

1. Biryukov, D. S., & Kondratov, S. I. (2012). *Zahist kritichnoyi infrastrukturi: problemi ta perspektivi vprovadzhennya v Ukraini: analitichna dopovid*. Kyiv: NISD [In Ukrainian].
2. Running, S. W., Loveland, T. R., & Pierce, L. L. (1994). A vegetation classification logic-based on remote-sensing for use in global biogeochemical models. *Ambio*, 23 (1), 77–81.
3. Puzachenko, Yu. G., Fedyayeva, M. V., Kozlov, D. N., & Puzachenko, M. Yu. (2006). *Metodologicheskie osnovaniya otobrazheniya elementnykh geosistemnykh processov. Sovremennye estestvennye i antropogennye processy v pochvah i geosistemah*. Moskva: RASHN [In Russian].

4. Burkinskij, B. V., Stepanov, V. N., & Harichkov, S. K. (2005). *Ekonomiko-ekologicheskie osnovy regionalnogo prirodopolzovaniya i razvitiya*. Odessa: IPREEI NAN [In Russian].
5. Golik, Yu. S. (2014). *Dovkillya Poltavshini: monografiya*. Poltava: Kopicentr [In Ukrainian].
6. 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
7. Piddubno, I. A. (Red.). (2012). *Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Derzhupravlinnya ohoroni navkolishnogo prirodnogo sereдовisha v Poltavskij oblasti [In Ukrainian].
8. Wierzbicki, A. P., Makowski, M., & Wessels, J. (Eds.) (2013). *Model-based decision support methodology with environmental applications*. Kluwer Academic Publishers. IIASA Institute for Applied Systems Analysis Dordrecht, (2), 67–71.
9. Myneni, R. B., Ramakrishna, R., Nemani, R., & Running, S. W. (1997). Estimation of global leaf area index and absorbed par using radiative transfer models. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 35 (6), 1380–1393. doi: 10.1109/36.649788
10. Bonan, G. B., Oleson, K. W., Vertenstein, M., Levis, S., Zeng, X., Dai, Y., Dickinson, R. E., & Yang, Z. (2002). The Land Surface Climatology of the Community Land Model Coupled to the NCAR Community Climate Model, *Journal of Climate*, 15 (22), 3123–3149. doi: 10.1175/1520-0442(2002)015<3123:tlscot>2.0.co;2
11. Vagin, V. S. (2004). *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym ciklom TBO v regione: ponyatijno-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy koncepcii*. Rostov na Donu: SKNCVSh [In Russian].
12. Zhukov, A. V., Kunah, O. N., Zadorozhnaya, G. A., & Andrushevich, E. V. (2013). Landshaftnaya ekologiya kak osnova prostranstvennogo analiza produktivnosti agrocenozov. *Ekologiya ta Noosferologiya*, 24 (1–2), 68–80 [In Ukrainian].
13. Demidov, A. A., Kobec, A. S., Grican, Yu. I., & Zhukov, A. V. (2013). *Prostranstvennaya agroekologiya i rekultivaciya zemel: monografiya*. Dnepropetrovsk: Svidler A. L. [In Ukrainian].
14. Onishenko, S. V., & Samojlik, M. S. (2012). *Ekologo-ekonomichna ocinka zabrudnennya navkolishnogo sereдовisha v sistemi ekologichno bezpechnogo rozvitku regioniv Ukrayini*. Poltava: PolNTU [In Ukrainian].
15. Hansen, M. C., Defries, R. S., Townshend, J. R. G., & Sohlberg, R. (2000). Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. *International Journal of Remote Sensing*, 21 (6–7), 1331–1364. doi: 10.1080/014311600210209
16. Forrester, J., W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems*. Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge. Cambridge.
17. Belward, A. S., Belward, A. S., Estes, J. E., & Kline K. D. (1999). The IGBP-DIS Global 1-km Land-Cover Data Set DISCover: A Project Overview. *Photogrammetric, Engineering and Remote Sensing*, 65, 1013–1020.
18. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Sego, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi: 10.1016/j.apgeochem.2014.06.020
19. Onishenko, V. O., Golik, Yu. S., & Illyash, O. E. (2012). Regionalna programa ohoroni dovkillya, racionalnogo vikoristannya prirodnih resursiv ta zabezpechennya ekologichnoyi bezpeki z urahuvannyam regionalnih prioritativ Poltavskoyi oblasti. Poltava: Poltavskij literator [In Ukrainian].
20. Cikunov, A. E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
21. Prokopenko, O. M. (Red.) (2019). *(Statistichnij zbirnik «Dovkillya Ukrayini» za 2018 rik*. Kiyiv [In Ukrainian].
22. Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti (2018 rik) (2019). *Departament ekologiyi ta prirodnih resursiv Poltavskoyi ODA*. Poltava [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Ноженко Ю. М., Рубан Ю. В. Методичні засади впровадження еко-інновацій у контексті сталого розвитку сільських територій. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 135–141.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Ноженко Юлія Миколаївна, Рубан Юлія Володимирівна, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA
STATE AGRARIAN
ACADEMY**

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



original article | UDC 631.58+633.16 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.17

SCIENTIFIC APPROACHES TO THE GREENING THE TECHNOLOGY OF GROWING SPRING BARLEY IN CONDITIONS OF THE LEFT – BANK FOREST-STEPPE

M. V. Gorobets*

ORCID  [0000-0003-1287-7857](https://orcid.org/0000-0003-1287-7857)

P. V. Pysarenko

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

T. O. Chaika

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

O. V. Mishchenko

ORCID  [0000-0002-9547-0421](https://orcid.org/0000-0002-9547-0421)

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

*Corresponding author

E-mail: gorobecmaks995@gmail.com

How to Cite

Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., & Mishchenko, O. V. (2020). Scientific approaches to the greening the technology of growing spring barley in conditions of the Left – Bank Forest-Steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 142–149. doi: 10.31210/visnyk2020.04.17

The potential negative consequences of climate change in the conditions of the Left – Bank Forest – Steppe are analyzed and it is said that the main potential negative consequences of climate change, which can be manifested at the present time, are thermal stress; flooding; reduction of areas and violation of the species composition of green areas; natural hydrometeorological phenomena; reducing the amount and deterioration of drinking water. It is emphasized that there is a clear increase in air temperature in Ukraine over the period of 1996–2016. A characteristic assessment of spring barley as a promising grain crop as an important one for the full food security of Ukraine, because it belongs to the crops of universal use, is given. The influence of the varietal properties of the plants themselves and the timely use of stimulants are important to obtain high and stable yields of spring barley. On the example of a control field with an area of 100 hectares, which belongs to AH “Gorobets” in Shilivka village, Reshetyliv district, Poltava region, the methods of greening the technology of growing spring barley and increase its yield by using stimulants such as bischofite solution, Epin – extra, Zircon and Polystin were evaluated. The experiment was performed for such varieties of spring barley as Helios, Vakula, Parnassus and included treatment of the studied varieties of spring barley with a solution of bischofite with different concentrations and without treatment (control). The soil of the experimental site is gray forest, heavy loamy in terms of granulometric composition. It has been experimentally established that a solution with a bischofite concentration of 1.0 % has an optimal stimulating effect on the germination of spring barley seeds, and the bischofite itself has a complex effect on plants of twenty macro- and microelements contained in bischofite. When processing spring barley on sod – podzolic soil spraying crops in the tillering phase with growth regulators Epin-extra, Zircon and Polystin, the duration of plant development phases was reduced as well as the growing season by 2–4 days, which allows to start harvesting barley for grain earlier than usual. The use of stimulants Epin-extra and Polystin increases the assimilation surface of the leaves of spring barley crops by 8.5 and 11.1%, respectively; photosynthetic potential by 6.2 % and net productivity of photosynthesis on average during the growing season by 3.3 and 10.4 %, respectively. The use of the Zircon stimulator in the tillering phase does not have a significant positive effect on the photosynthetic activity of spring barley crops in soil and climatic conditions.

Key words: spring barley, greening, increase of productivity, bischofite, Epin-extra, zircon, Polystin, Helios, Vakula, Parnassus.

НАУКОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

М. В. Горобець, П. В. Писаренко, Т. О. Чайка, О. В. Міщенко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Проаналізовано потенційні негативні наслідки зміни клімату в умовах Лівобережного Лісостепу та визначено, що основними потенційними негативними наслідками зміни клімату, які можуть проявлятися в даний час, є: термічний стрес; підтоплення; зменшення площ та порушення видового складу зелених насаджень; природні гідрометеорологічні явища; зменшення кількості та погіршення стану питної води. Підкреслюється, що в Україні спостерігається явне підвищення температури повітря за період 1996–2016 років. Наведено характерну оцінку ячменю ярого як перспективної зернової культури як важливої для повної продовольчої безпеки України, оскільки вона належить до культур універсального використання. Вплив сортових властивостей самих рослин та своєчасне використання стимуляторів важливі для отримання високих та стабільних урожаїв ячменю ярого. На прикладі контрольного поля площею 100 гектарів, що належить АГ «Горобець» села Шилівка Решетилівського району Полтавської області, оцінювали вирощування ячменю ярого та збільшення його врожайності за допомогою стимуляторів типу розчин бішофіту, Епін-екстра, Циркон та Полістин. Експеримент проводився для таких сортів ячменю ярого, як Геліос, Вакула, Парнас, і включав обробку досліджуваних сортів розчином бішофіту з різною концентрацією та без обробки (контроль). Ґрунт дослідної ділянки - сірий ліс, важкий суглинистий за гранулометричним складом. Експериментально встановлено, що розчин з концентрацією бішофіту 1,0 % має оптимальний стимулюючий ефект на проростання насіння ячменю ярого, а сам бішофіт має комплексну дію на рослини з двадцяти макро- та мікроелементів, що містяться в бішофіті. При обробці ячменю ярого на дерново-опідзоленому ґрунті обприскування культур у фазі куціння регуляторами росту Епін-екстра, Циркон та Полістин, тривалість фаз розвитку рослин, а також вегетаційний період на 2–4 дні, що дозволяє розпочати збирання ячменю на зерно раніше, ніж зазвичай. Застосування стимуляторів Епін-екстра та Полістин збільшує поверхню асиміляції листя посівів ячменю ярого на 8,5 та 11,1 % відповідно; фотосинтетичний потенціал на 6,2 % та чиста продуктивність фотосинтезу в середньому протягом вегетації на 3,3 та 10,4 % відповідно. Застосування стимулятора Циркон у фазі куціння не робить суттєвого позитивного впливу на фотосинтетичну активність посівів ячменю ярого в ґрунтово-кліматичних умовах.

Ключові слова: ячмінь ярий, екологізація, підвищення врожайності, бішофіт, Епін-екстра, Циркону, Полістин, Геліос, Вакула, Парнас.

Вступ

У світі все більше кількість людей висловлюють стурбованість через потенційні негативні наслідки зміни клімату для суспільства та економіки, які можуть завдати шкоди різним секторам – від сільського господарства до водних ресурсів. Найістотніші наслідки зміни клімату, ймовірно, непропорційно відобразяться на найбідніших і найбільш незахищених верствах населення, які вже сьогодні мають обмежену кількість ресурсів, щоб залишити своє місце проживання в разі катастрофи, і погано підготовлені, щоб впоратися з новими викликами, що пов'язані із зміною клімату [18].

Основними потенційними негативними наслідками зміни клімату, які можуть проявлятися в даний час є тепловий стрес; підтоплення; зменшення площ і порушення видового складу зелених зон; стихійні гідрометеорологічні явища; зменшення кількості та погіршення якості питної води. Концентрація в містах великої кількості населення, особливості локального мікроклімату, які можуть посилювати деякі негативні наслідки кліматичної зміни, заміна переважаючих підстильних поверхонь в лісових зонах, висотна забудова, наявність великої мережі транспорту та добре розвиненої інфраструктури (яка може постраждати від негативного впливу проявів кліматичних змін і викликати істотний дискомфорт для жителів) робить сучасне проживання значно більш вразливим до проявів кліматичних змін.

Дослідження клімату України свідчать про те, що протягом останніх десятиліть температура і де-

які інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (усередненого значення за період 1996–2016 рр.), тобто чітко спостерігається зростання температури повітря на території України за період 1996–2016 рр. [2]

У зв'язку з глобальною зміною клімату, яка впливає на трансформацію регіонального клімату і на значення окремих метеорологічних величин, середньомісячна температура повітря в Україні протягом останніх двох десятиліть змінилася в порівнянні з періодом 1961–1990 рр. Температура повітря стала вище для більшості місяців і в цілому за рік, тільки у вересні, листопаді та грудні вона несуттєво знизилася. Мінімальна температура зросла майже в усі місяці і в цілому за рік. У віковому ході максимальної температури в зимові місяці, особливо в січні, намітилася тенденція до її зростання. У літні місяці і за рік в цілому тенденція до зміни максимальної температури по тренду незначна, але в останні роки максимальна температура підвищується.

Істотні зміни відбулися і в настанні весняного та осіннього сезонів (переході температури повітря через 0 °C) – перехід температури повітря через 0 °C навесні на всій території відбувається раніше: в Карпатах – на 5–6 днів і скоріше, на південному заході – на 4–5 днів, на заході – на 3–4 дні, на берегах Чорного та Азовського морів – на 2–4 дня, на решті території – на 1–2 дні порівняно з кліматичною нормою. Відбувся перерозподіл кількості опадів за регіонами України і по сезонах (в зимовий сезон кількість опадів в цілому по країні зменшилася, восени-навпаки-трохи зросла, навесні і влітку – змінилося несуттєво), хоча в цілому за рік кількість опадів залишилося практично без змін. О. А. Демидов [3] зазначає, що кількість атмосферних опадів для території України змінилося несуттєво, але помітно змінився характер і інтенсивність їх випадання. Б. Л. Козловський також вказує на те, що останнім часом зросла кількість випадків, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. Підвищення температури повітря і нерівномірний розподіл опадів, які носять зливовий, локальний характер в теплий період року і не забезпечують ефективного накопичення вологи в ґрунті, може привести до зростання повторюваності та інтенсивності посух [12].

Головними факторами, що формують клімат лісостепу, є вісь високого атмосферного тиску, що проходить тут, вплив лісового і степового кліматів сусідніх зон і майже повна відсутність морських впливів. Лісостеп характеризується: 1) помітним спаданням річних опадів (від 600 мм в лісовій зоні до 400–450 мм); 2) різким підвищенням температури повітря порівняно з зоною лісів. Середня температура липня в лісостепу від 20 °C на півночі до 21–22 °C на півдні. Прогрів повітря влітку і охолодження взимку, а також зменшення кількості опадів тісно пов'язані з великою барометричною віссю, уздовж якої стійкі спадні течії повітря обумовлюють відносну сухість клімату.

В останні роки в сільськогосподарському виробництві застосовують технології обробітку зернових культур різного рівня інтенсивності, можливий потенціал і ресурсне забезпечення яких, на жаль, не мають достатньо хорошого обґрунтування. Об'єктом нашого дослідження є ячмінь ярий, як перспективна зернова культура, що має важливе значення для повноцінного забезпечення продовольчої безпеки України, адже він відноситься до культур універсального використання. Ячмінь культура багатопланового використання, адже зерно використовується для продовольчих, технічних і кормових цілей. В зерні ячменю ярого міститься 65–68 % вуглеводів, 7–18 % білка, 2,1 % жиру, 1,5–2,5 % золи і 3–5 % клітковини [4]. Посівні площі під ярим ячменем посідають четверте місце у світі серед хлібних злаків після пшениці, рису та кукурудзи. Найбільш поширений він в США, Канаді, Індії, Туреччині, Франції. За рахунок покращення врожайності спостерігається збільшення валового збору, який в 2018–2019 рр. був на рівні 130 млн тонн. Врожайність відповідно склала 26 ц/га. найвищі ж врожаї зерна збирають в країнах Європи, а саме в Бельгії, де середній рівень врожайності – 68 ц/га.

Не можна не помічати і того, що на сучасному етапі домінуюче становище в багатьох регіонах займають екстенсивні і нормальні технології вирощування зернових з усіма притаманними їм позитивними і негативними властивостями [20]. Тому питання оптимального використання таких технологій досить актуальні.

Метою дослідження є вивчення наукових підходів щодо екологізації технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу.

Завдання дослідження. Дослідити вплив таких стимуляторів, як розчин бішофіту, Епін-екстра, Циркону та Полістіну на онтогенез ячменю ярого (сортів Геліос, Парнас та Вакула).

Матеріали і методи досліджень

Базою дослідження, при використанні розчину бішофіту в якості стимулятора, служили контроль-

ні поля ФГ «Горобець», с. Шилівка, Решетилівського району, Полтавської області. На відміну від технології вирощування ячменю ярого в інших кліматичних зонах, до переваг його виробництва в Полтавській області можна віднести і екологічну безпеку. Пестицидне навантаження при вирощуванні ячменю ярого набагато нижче, ніж цього вимагають ряд інших широко поширених культур в зоні Південного землеробства (такі як люцерна, овочі, соя, пшениця) і має традиційну схему його застосування: протруювання насіння, внесення ґрунтових і листяних гербіцидів, дворазове обприскування проти шкідників. Площа експериментальних посівів складала 100 га. Тривалість польових досліджень складав 3 роки (2017–2019 рр.). Експеримент проводився для таких сортів ячменю ярого, як Геліос, Вакула, Парнас і включав обробку досліджуваних сортів ячменю ярого розчином бішофіту з різною концентрацією та без обробки (контроль). Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий, по гранулометричному складу важкосуглинистий. Перед закладанням польового дослідження агрохімічна характеристика ґрунту була наступною: рН сол. – 5,3; гідролічна кислотність – 7,28 мг-екв / 100 г ґрунту; вміст гумусу в орному шарі – 3,2 %; лужногідролізованого азоту – 122,5 мг/кг; рухомого фосфору – 295 мг/кг і обмінного калію – 100 мг/кг; сума поглинених основ – 20,3 мг/екв / 100 г ґрунту. Попередня культура на досліджуваному полі – озима пшениця. Посів був проведений на глибину 3–4 см насінням, яке відповідало першому класу посівного стандарту. Норма висіву насіння ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас) – 4,5 млн схожих насіння на 1 га.

Результати досліджень та їх обговорення

Для отримання високих і стабільних врожаїв ячменю ярого важливе значення має вплив сортових властивостей самих рослин та своєчасне використання стимуляторів (особливо допосівна обробка насіння та подальша обробка посівів у фазі кушення).

В даних час накопичена велика кількість експериментальних даних, що підтверджують стимулюючий вплив як природних, так і синтетичних стимуляторів росту на проростання насіння, зростання і продуктивність різних рослин [1]. Обробка насіння гороху сорту Флагман препаратом Альбіт (50 мл/га) вегетуючих рослин у фазі бутонізації-цвітіння (35 мл/га) на чорноземах сприяло збільшенню маси зерна з колоса на 9,8 %, маси 1 000 насінин – на 4,5 %, врожайності зерна – на 15,6 % [19]. Спільне застосування гербіциду та Альбіту по вегетуючим рослинам сприяло підвищенню врожайності зерна гороху на 15 % [4]. Дослідженнями В. В. Глуховцева [6] встановлено, що стимулятори росту істотно підвищували вміст сирого протеїну в зерні зернобобових культур, але не змінювали концентрацію сирової клітковини, жиру і золи. Виробничий досвід з вивчення комплексного впливу стимуляторів росту на продуктивність ячменю ярого показав ефективність застосування біостимулятора Гумат К/Na + мікроелементи. Обробка насіння підвищує урожай ячменю на 17,0 %, а поєднання її з обробкою по вегетації на 35,5 % (ячмінь ярий). Максимальна врожайність в середньому за роки досліджень досягла 1,91 т/га, відповідно [19].

В. В. Глуховцев та Л. А. Кукушкіна [5] також оцінювали ефективність стимуляторів росту рослин різної хімічної природи при вирощуванні ячменю ярого. Надбавка врожаю зерна при обробці насіння Епіном і Силком склала 3,0–3,9 ц/га, а при спільній обробці насіння і рослин ячменю ярого на IV етапі органогенезу – 5,1–5,4 ц/га. Вивчення впливу тритерпенових регуляторів росту на якість зерна ячменю ярого (Геліос, Парнас, Ростовчанка 5), показало, що обробка препаратами підвищувала вміст сирової клейковини в зерні на 1,3–2,0 % [7]. У роботі В. І. Кочурко та О. Є. Абарова найбільший вміст білка в зерні ячменю ярого відзначено при використанні Агату – 25 К і Краснодар – 1, також вміст клейковини і вихід кондиційного зерна збільшилися [11].

Б. Ю. Токар у своїх дослідженнях, що вивчали використання стимуляторів росту на посівах ячменю ярого роблять висновки про їх позитивну дію на рослини. За 2011–2014 рр. вивчення виділилися комплекси сучасних добрив для листового підживлення: Амінокат + Флорон, Амінокат + Нутривант Плюс зерновий, Хелатонік + Едагумом і Хелатонік + Біоплант Флора, що поєднують мінеральні та органічні речовини і володіють стимулюючими і антистресовими властивостями. Їх використання на сортах ячменю ярого підвищували урожай зерна від 7,5 до 17,8 % [17].

У 2013 році були проведені випробування багатоцільового стимулятора росту Біодукс в умовах Белгородської області на посівах ярого ячменю в дозі 4 мл/т для протруювання насіння і 1 мл/га. Встановлено, що обробка в фазу кушення, сприяє підвищенню врожайності ярого ячменю сорту Княжич на 4,81 ц/га, або на 11,6 % [16]. Він же у дозі 4 мл/т для протруювання насіння перед посівом і 1 мл/га-обробка в фазу кушення, сприяє підвищенню врожайності ярого ячменю сорту Велес на

5,6 ц/га, або на 11,8 %. У технології обробітку ярого ячменю, доцільно використовувати препарат Biodux для протруювання насіння перед посівом в дозі 4 мл / т і при обробці посівів у фазі кушіння в дозі 1 мл/га [9].

Наукові роботи В. І. Романюк (2018) засвідчив, що передпосівна обробка насіння ячменю препаратами «ЗСК-2», «Циркон» сприяє покращенню фотосинтетичної діяльності посівів ячменю, підвищує ріст, розвиток і врожайність даної культури [15]. Дослідження J. Klein та V. F. Guimarães показали, що при замочуванні насіння в розчині стимулятора росту «Епін» врожайність пивоварного ячменю зростає на 50,5 % [19].

Результати досліджень Ю. О. Лавриненко та ін. дозволяють рекомендувати обприскування посівів у фазі кушіння стимулятором росту «Полістін», як прийом підвищення врожайності ярого ячменю. При цьому рентабельність виробництва зерна ярого ячменю склала 105,6 % [13]. Дослідження також показали, що застосування стимуляторів росту: «Епін», «Циркон», «Полістін» сприяє збільшенню вмісту білка в зерні на 1,47–1,8 % [4].

А. В. Васін та Н. В. Васіна (2015) встановили, що обприскування посівів гуміновим стимулятором росту рослин забезпечує стимулювання мінерального живлення вівса, підвищення повноти сходів і підвищує врожайність більш ніж на 0,2 т/га, при цьому збільшується крупнозернистість насіння та знижується рівень відходів [19]. На бідних дерново-підзолистих ґрунтах з підвищеною кислотністю (рН–4,3–4,7) і вмістом гумусу нижче 2 %, на яких проводилися випробування пропонуваного способу, вдалося підвищити врожайність вівса при низьких витратах [3].

Як одні з важливих методів екологізації технології вирощування ячменю ярого і підвищення його врожайності є використання в якості стимуляторів розчинів бішофіту, Епін-екстра, Циркону та Полістіну [8]. Використання бішофіту для обробки рослин в період вегетації дозволяє забезпечити їх збалансованим живленням по мікроелементам, підвищити ефективність використання макроелементів (підвищення засвоюваності рослинами макроелементів в присутності мікроелементів, кращий розвиток кореневої системи рослин), підвищити ефективність використання захисно-стимулюючих сумішей, що застосовуються для підвищення посухостійкості і морозостійкості рослин, підвищити стійкість рослин до шкідників і хвороб та урожайності [14].

Експериментально встановлено, що оптимальну стимулюючу дію на схожість насіння ячменю ярого має розчин з концентрацією бішофіту в 1,0 %, а сам бішофіт має комплексний вплив на рослини двадцяти макро- і мікроелементів, які містяться в бішофіті, проте всі робочі концентрації і дози робочого розчину бішофіту характеризується чітким та індивідуальним підходом до його використання, типу культури і терміну обробки, а також ґрунтово-кліматичної різниці (табл. 1).

Застосування стимуляторів Циркону і Полістіну (для сортів Геліос та Парнас) прискорює настання фази колосіння на 2–4 дні, Епін-екстра – тільки на 1–2 дні. Дія стимуляторів на швидкість зростання рослин ярого ячменю спостерігалася і в фазу стиглості зерна ячменю, в результаті якого, зерно ячменю, що було оброблене стимуляторами дозрівало на 2–4 дні раніше, ніж у контролі, це пов'язано з тим, що стимулятори прискорювали процеси метаболізму в рослинах, тим самим сприяючи дозріванню [10]. Отже, стимулятори Полістін і Циркон найбільш активно прискорювали наближення наступних фаз розвитку рослин на контрольному полі. У контрольному варіанті фенологічні фази наступали пізніше, тому в середньому за 3 року проведення експерименту тривалість вегетаційного періоду на даному варіанті склала 92 дні.

Завдяки застосуванню стимуляторів тривалість вегетаційного періоду рослин ячменю ярого скоротилася у 2017 році на 2–5 днів у порівнянні з контролем. Найбільш коротким він був при використанні стимуляторів Циркону і Полістіну, при цьому вегетаційний період в обох варіантах склав 86 днів. Необхідно відзначити, що вплив стимуляторів Циркон і Полістін особливо проявився в періоди: кушіння – вихід в трубку і колосіння-повна стиглість, адже кожен з цих періодів скоротився на 2 дні щодо контролю (для сортів Геліос та Парнас). Застосування Епін-Екстра проявилася в скороченні зазначених періодів тільки на 1–2 дні.

У 2018 році при застосуванні стимуляторів Циркон і Полістін тривалість кожної наступної фази розвитку рослин ячменю ярого була найкоротшою, і ці стадії скоротилися на 1–3 дні щодо контролю відповідно фаз розвитку, а вегетаційний період був на 6 днів коротше контролю. Використання на посівах стимулятора Епін-екстра також дозволив прискорити розвиток ячменю ярого, а вегетаційний період скоротився тільки на 3 дні і склав 87 днів.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Зміна урожайності та хімічного складу зерна ячменю ярого після обробки його бішофітом

Досліджувані показники	Стандарт (без обробки розчином бішофіту)			Досліджувані сорти ячменю ярого (після дії розчину бішофіту)		
	Геліос	Парнас	Вакула	Геліос	Парнас	Вакула
Урожайність, ц/га	45,4	41,6	43,8	55,4	52,6	53,8
Прибавка урожайності, т/га	0,4	0,5	0,3	0,7	1,2	0,9
Вміст крохмалю, %	62,4	63,2	59,3	65,3	66,7	67,0
Олія, %	2,54	2,64	2,73	2,67	2,77	2,89
Лізін, мг/100 г	3,8	3,9	4,0	4,2	4,0	4,2
Гістидин, мг/100 г	2,5	2,7	2,7	2,7	3,2	3,5
Аргінін, мг/100 г	3,9	4,0	3,8	4,2	4,1	4,3
Треонін, мг/100 г	1,7	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7
Серин, мг/100 г	1,9	2,1	2,3	2,2	2,5	2,6
Глутамінова кислота, мг/100 г	26,7	27,4	26,3	27,0	27,2	27,5
Аланін, мг/100 г	5,8	6,0	5,9	6,4	6,6	6,4
Валін, мг/100 г	2,9	3,1	3,0	3,4	3,5	3,3
Глютамін, мг/100 г	3,9	4,1	4,0	4,2	4,4	4,4
Лейцин, мг/100 г	2,0	1,9	2,2	2,3	2,6	2,8
Каротин, мг/кг	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3
B9 (фоліанта кислота), мг/кг	0,30	0,33	0,34	0,36	0,38	0,39
B1 (тіамін), мг/кг	3,7	3,8	3,6	4,2	4,2	4,4
B3 (пантотенова кислота), мг/кг	45,1	45,6	46,3	47,3	46,3	47,2
B4 (холін), мг/кг	712	734	745	733	745	743
B6 (піридоксаль) мг/кг	2,1	2,3	2,2	2,6	2,8	2,7
B7 (Н, біотин) мг/кг	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15
E (Токофероли) мг/кг	20,2	21,2	20,8	23,1	22,8	22,6

У 2019 році тривалість фаз розвитку рослин ярого ячменю дещо відрізнялася від попередніх років досліджень (2017–2018 рр.). У варіантах з використанням стимуляторів період кушіння-вихід в трубку скоротився на 1 день. Наступний період: вихід в трубку-колосіння різко відрізнявся від попередніх років, адже під дією Циркону період скорочувався тільки на 1 день, а при дії Полістіну скорочення дозрівання ячменю ярого сорту Вакула не виявлено. При цьому стимулятор Елін-екстра збільшив даний період на 3 дні, але скоротив на 3 дні період колосіння-повна стиглість. В цілому, в наших умовах експерименту, збереглася закономірність скорочення вегетаційного періоду під впливом стимуляторів. Найбільш виражено вона спостерігалася при обробці посівів ярого ячменю (сортів Геліос та Парнас) такими стимуляторами, як Циркон і Полістін.

У середньому за час проведення досліджень тривалість фаз розвитку рослин ярого ячменю, оброблених стимуляторами, зменшилася на 1–4 дні порівняно з контрольним варіантом (табл. 2).

2. Площа листової поверхні у фазу колосіння досліджуваних сортів ячменю за 2017–2019 рр., тис. м²/га

Варіант стимулятора	Середня за 3 роки Геліос	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Вакула	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Парнас	Відхилення від контролю (+/-)	
		тис. м ² /га	%		тис. м ² /га	%		тис. м ² /га	%
Контроль	35,1	-	-	36,5	-	%	36,2	-	-
Елін-екстра	36,8	3,3	6,7	36,7	4,2	8,8	37,1	4,7	8,2
Циркон	35,4	1,2	5,3	36,9	1,8	1,2	37,5	2,1	1,4
Полістін	39,4	2,8	6,5	39,1	2,3	11,8	38,3	1,8	11,4
НСР05	0,8			0,9			0,8		

Висновки

Таким чином, при обробці ячменю ярого на дерново-підзолистому ґрунті обприскування посівів у фазу кушіння регуляторами росту Епін-екстра, Циркон і Полістін скорочувалась тривалість фаз розвитку рослин, отже, і вегетаційний період на 2–4 дні, що дозволяє раніше звичайного терміну почати збирання ячменю ярого на зерно.

Застосування стимуляторів Епін-екстра і Полістін збільшує асиміляційну поверхню листя посівів ярого ячменю на 8,5 і 11,1 % відповідно; фотосинтетичний потенціал на 6,2 % і чисту продуктивність фотосинтезу в середньому за вегетацію на 3,3 і 10,4 % відповідно препаратів.

Використання стимулятора Циркон у фазу кушіння не робить значного позитивного впливу на фотосинтетичну діяльність посівів ярого ячменю в ґрунтово-кліматичних умовах. Отже, завдяки обробці рослин досліджуваними стимуляторами істотно збільшує стійкість рослин до інфекційних хвороб і відзначається тенденція до покращення фізичних показників якості зерна.

Перспективою подальших досліджень є зменшення пестицидного навантаження на навколишнє природне середовище шляхом заміни хімічних засобів бішофітом різної концентрації.

References

1. Barbasov, N. V., & Vildflush, I. R. (2017). Vplyv makro-, mikrodbryv i rehulatoriv rostu na produktsiyni protses posiviv i vrozhaunist yachmeniu na dernovo-pidzolistomu lehkosuhlynystomu grunti. *Gruntoznavstvo i Ahrokhimiia*, 2 (59), 119–130 [In Ukrainian].
2. Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., & Sardak, M. O. (2017). Bahatoseredovyschni vyprobuvannia yachmeniu yaroho za urozhaunistiu ta stabilnistiu. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13 (4), 343–350 [In Ukrainian].
3. Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., Sardak, M. O., Ishchenko, V. A., & Demyanyuk, O. S. (2017). Ekolohichne sortovyprobuvannia yachmeniu yaroho na zavershalnomu etapi selektsii. *Ahroekolohichni Zhurnal*, 4, 58–65 [In Ukrainian].
4. Evdokimova, M. A., Solov'eva, N. I., Danilov, A. V., & Mikhajlova, A. G. (2015). Stimulyatory`rosta na posevakh yarovogo yachmenya. *Aktual'ny'e voprosy`sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khazyajstva*, XVII, 16–18 [In Russian].
5. Glukhovtsev, V. V., Kukushkina, L. A., & Demina, E. A. (2015). Stimulyatory`rosta v sovremenny`kh tekhnologiyakh vozdel'yvaniya yarovoj pshenicy`. *Uspekhi Sovremennoj Nauki*, 5, 19–21 [In Russian].
6. Hlukhovtsev, V. V., Kukushkina, L. A., & Domina, E. A. (2019). Stymuliatory rostu v suchasnykh tekhnolohiiakh obrobittu yaroi pshenytsi. *Uspikhy Suchasnoi Nauky*, 50, 19–21 [In Ukrainian].
7. Horash, O. S., & Kufel, A. V. (2016). Polova skhozhist ta zberezhenist roslin pyvovarnoho yachmeniu yaroho zalezha vid strokiv sivby ta norm vysivu nasinnia. *Ahrobiolohiia*, 2, 23–26 [In Ukrainian].
8. Hyrka, A. D., Tkalych, I. D., & Sydorenko, Yu. Ya. (2017). Reaktsiia yaroho yachmeniu na mulchuvannia, dobryva ta shyrynu mizhriad. *Ahronom*, 2, 92–96 [In Ukrainian].
9. Iashchenko, L. A. (2015). Produktivnist yachmeniu yaroho za vykorystannia preparatu polimiksobakteryn. *Molodyi vchenyi*, 7 (1), 30–32 [In Ukrainian].
10. Klein, J. & Guimarães, V. F. (2018). Evaluation of the agronomic efficiency of liquid and peat inoculants of *Azospirillumbrasilense* strains in wheat culture, associated with nitrogen fertilization. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 16 (1), 41–48. doi: 10.1234/4.2018.5480
11. Kochurko, V. I., Abarova, E. E., & Ritvinskaya, E. M. (2016). Vliyanie sovmestnogo primeneniya prirodny`kh reguliatorov rosta i mikroelementov na produktivnost`ozimoj tritikale. *Izvestiya Timiryazevskoj Sel'skokhozyajstvennoj Akademii*, 1, 60–68 [In Russian].
12. Kokina, L. P., & Shhekleina, L. M. (2019). Biologicheskie svoystva semyan yachmenya v zavisimosti ot srokov uborki. *Vestnik BGAIU*, 1, 56–64 [In Russian].
13. Lavrynenko Y. O., Vozhegova R. A., Bazalii G. G. (2019). Vplyv zroshennia na produktyvnist riznykh sortotypiv ozymoi pshenytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 3 (79). doi: 10.31548/dopovidi2019.03.014 [In Ukrainian].
14. Materynskyi, P. V., & Cholovskyi, S. M. (2018). Rehulatory rostu retardantnoho typu yak zasib formuvannia optimalnoi struktury y arkhitektoniky vysokoproduktyvnoho posivu zernovykh kultur. *The Ukrainian Farmer*, 6 [In Ukrainian].

-
15. Romaniuk, V. I. (2018). Zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn v ahrotsenozakh yachmeniu yaroho. *Kormy i kormovyi bilok: tezy dopovidei X mizhnarodnoi naukovoï konferentsii*. Vinnytsia: Dilo [In Ukrainian].
16. Romaniuk, V. I. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist yachmeniu yaroho v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3 (792), 76–81 [In Ukrainian].
17. Tokar, B. Yu. (2015). Urozhainist yachmeniu yaroho zalezno vid udobrennia ta retardantnoho zakhystu na chornozemakh typovykh. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy: Serii: Ahronomiia*, 210 (1), 110–114 [In Ukrainian].
18. Torikov, V. V. (2015). Urozhajnost` zerna yarovogo yachmenya v zavisimosti ot uslovij vzdely`vaniya. *Agrokhimicheskij Vestnik*, 3, 34–35 [In Russian].
19. Vasin, A. V., Vasina, N. V., & Trofimova, E. O. (2015). E`ffektivnost` primeneniya stimulyatorov rosta pri vzdely`vanii zernofurazhny`kh kormosmesej. *Vklad molody`kh ucheny`kh v agrarnuyu nauku: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczi*. Kinel`: RICz SGSKhA [In Russian].
20. Yasnolob, I. O., Chaika, T. O., & Horb, O. O. (Eds.) (2019). *Alternatyvni dzherela enerhii u pidvyshchenni enerhoefektyvnosti ta enerhonezalezhnosti silskykh terytorii: kolektyvna monohrafiia*. Poltava: PP «Astraia» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В. Наукові підходи щодо екологізації технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 142–149.

© Горобець Максим Вікторович, Писаренко Павло Вікторович,
Чайка Тетяна Олександрівна, Міщенко Олег Вікторович, 2020



original article | UDC 636.4:636.082 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.18

POLYMORPHISM OF RYRI, ESR, MC4R AND LEP GENES IN PIG MICRO-POPULATION OF LARGE WHITE BREED OF UKRAINIAN SELECTION

V. V. Matiiuk^{1*}A. M. Saienko²S. O. Usenko¹V. I. Khalak³ORCID  [0000-0002-2286-6337](https://orcid.org/0000-0002-2286-6337)ORCID  [0000-0002-0527-5367](https://orcid.org/0000-0002-0527-5367)ORCID  [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625)ORCID  [0000-0002-4384-6394](https://orcid.org/0000-0002-4384-6394)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine² Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Shvedska Mohyla Str., Poltava, 36013, Ukraine³ State Institution "Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine", 14, V. Vernadskoho str., Dnipro, 49027, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: kaleriya200600@gmail.com

How to Cite

Matiiuk, V. V., Saienko, A. M., Usenko, S. O., & Khalak, V. I. (2020). Polymorphism of RYRI, ESR, MC4R and LEP genes in pig micro-population of Large White breed of Ukrainian selection. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 150–156. doi: 10.31210/visnyk2020.04.18

Genetic and population analysis of RYRI, MC4R, LEP and ESR gene polymorphism for Large White breed of pigs of Ukrainian selection was performed. Traditional breeding methods, based on the assessment of animals for their own productivity and the productivity of offspring, do not always provide the expected genetic progress. Advances in molecular genetics in recent years, the development of DNA marker systems of various classes give breeders a new powerful tool for analyzing the genotypes of animals, which allows for selection based on objective genetic information. Particular attention is paid to the so-called SNP markers, the nature of which is associated with single nucleotide polymorphism of DNA in the structural or regulatory parts of genes involved in the control of important economic and biological characteristics of animals. Such genes include RYRI, ESR, MC4R and LEP. DNA typing was performed in the genetics laboratory of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production. For the study, DNA was used, which was isolated from the bristles of pigs of Large White breed in LLC "Druzhba-Kaznacheiivka", including 124 heads. DNA typing was performed using PCR-RFLP. In the micropopulation of the Large White breed there is a certain polymorphism in the genes ESR, MC4R and LEP. All experimental animals in the RYRI gene are monomorphic and had the genotype p.1843CC, a variant of the mutant allele was absent. The presence of a significant amount of allele B-0.61, (61 %) and high frequencies of genotypes BB and AB (0.42 and 0.38), which are associated with high rates of sow multiplicity, allow to select animals by the desired genotypes to increase reproductive rate in sows of the studied micro-population. Quite a high level of homozygous TT genotypes with a frequency of 0.85 leptin gene affected the possibility of its using in marker selection of the animals. A sufficient level of the index of polymorphic information content of PIC by genes ESR and MC4R indicates that marker selection of Large White breed in LLC "Druzhba-Kaznacheiivka" is possible.

Key words: Large White breed of pigs, marker selection, leptin gene, estrogen receptor gene, ryanodine receptor gene, melanocortin-4 receptor, single nucleotide polymorphism.

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ RYRI, ESR, MC4R ТА LEP У МІКРОПОПУЛЯЦІЇ СВИНЕЙ ВЕЛИКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ**В. В. Матіюк¹, А. М. Саєнко², С. О. Усенко¹, В. І. Халак³**¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна² Інститут свинарства і АПВ НААН України, м. Полтава, Україна³ Державна установа «Інститут зернових культур НААН України», м. Дніпро, Україна

У роботі проведено генетико-популяційний аналіз поліморфізму генів RYRI, MC4R, LEP та ESR для великої білої породи свиней української селекції. Традиційні методи селекції, що засновані на оцінці тварин за власною продуктивністю та продуктивністю нащадків, не завжди забезпечують очікуваний генетичний прогрес. Досягнення молекулярної генетики останніх років, розробка систем ДНК-маркерів різних класів дають селекціонерам новий потужний інструмент для аналізу генотипів тварин, що дає змогу проводити відбір і підбір, зважаючи на об'єктивну генетичну інформацію. Особливо велика увага приділяється так званим SNP-маркерами, природа яких пов'язана з одонуклеотидним поліморфізмом ДНК у структурній або регуляторній частинах генів, що беруть участь у контролі важливих господарських і біологічних ознак тварин. До таких генів належать RYRI, ESR, MC4R та LEP. ДНК-типуння проводили в лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ. Для дослідження використано ДНК, яку виділено зі щетини свиней великої білої породи тварин агроформування СГ ТОВ «Дружба-Казначейка» в кількості 124 голови. ДНК-типуння проводили з використанням техніки ПЛР-ПДРФ. У мікропопуляції великої білої породи існує певний поліморфізм за генами ESR, MC4R та LEP. Усі дослідні тварини за геном RYRI мономорфні та мали генотип с.1843CC, варіант мутантного алеля був відсутній. Присутність значної частки алелю В-0,61, (61 %) та високих частот генотипів ВВ та АВ (0,42 та 0,38), які мають асоціацію з високими показниками багатопліддя свиноматок, дозволяють відбирати тварин за бажаними генотипами для підвищення багатопліддя у свиноматок у досліджуваній мікропопуляції. Досить високий рівень гомозиготних генотипів ТТ з частотою 0,85 гену лептину вплинув на можливість його використання в маркерній селекції на цій вибірці тварин. Достатній рівень індексу поліморфного інформаційного змісту PIC за генами ESR та MC4R свідчить, що проведення маркерної селекції на вибірці свиней великої білої породи СГ ТОВ «Дружба-Казначейка» є можливим.

Ключові слова: велика біла порода свиней, маркерна селекція, ген лептину, ген естрагенового рецептора, ріанодинрецепторний ген, рецептор меланокортина-4, одонуклеотидний поліморфізм.

Introduction

Traditional selection methods, based on the assessment of animals for their own productivity and the productivity of offspring, do not always provide the expected genetic progress. Advances in molecular genetics in recent years, the development of DNA marker systems of various classes give breeders a new powerful tool for analyzing the genotypes of animals, which allows for selection and selection based on objective genetic information.

Particular attention is paid to the so-called SNP markers, the nature of which is associated with single nucleotide polymorphism of DNA in the structural or regulatory parts of genes involved in the control of important economic and biological characteristics of animals. Such genes include RYRI, ESR, MC4R and LEP.

Ryanodine receptor gene (RYRI) is associated with pigs stress-resistant, the negative manifestation of which is the development of malignant hyperthermic syndrome [1]. Fujii, J. et al. [2] identified a mutation at position 1843 C>T in the RYRI gene (chromosome 6 (6p12-q22), which in the homozygous state causes increased stress in animals. Such pigs are characterized by high carcass meat content, but low meat quality and poor reproductive function.

One of the most important features in pig breeding is reproductive, in particular, the reproductive rate of sows. A number of genes are involved in the control of this trait, but the closest association with fertility has been established for the estrogen receptor (ESR) gene [3]. It is known allelic variants associated with single nucleotide polymorphism at the restriction sites of endonucleases Pvu II, Ava I and MspA1I [4, 5]. In a number of studies for different breeds and lines of pigs, it was shown that sows with the BB genotype according to the Pvu II polymorphic restriction site are superior to animals with AB and AA genotypes in the number of newborn piglets, from 0.6 [6] to 3.58 [7] piglets, on the nest.

There are a number of genes that are directly involved in the formation of fattening and meat qualities of pigs. In particular, it is the melanocortin-4 (MC4R) receptor gene [8]. The melanocortin-4 MC4R receptor is

directly involved in adipose tissue metabolism as one of the components of a complex system of eating behavior. The MC4R gene is located on pig chromosome 1 in region (SSC1) q22-q27 [9]. It was found that in some pig populations, the single-nucleotide polymorphism MC4R Asp298Asn of this gene is significantly associated with fattening and meat qualities, in particular with the thickness of lard [10].

The next gene that affects pig meat, fattening and meat quality is the leptin gene (LEP). Leptin, in addition to participating in lipid metabolism, is involved in the regulation of the immune response and control of reproductive function, affects the growth and formation of bone tissue. The pig leptin gene is located on chromosome 18, its length reaches almost 17 thousand nucleotide pairs, consists of 3 exons and 2 introns [11]. The key role of leptin regulation of lipid metabolism at the body level allows to identify clear associations between different allelic variants of the leptin gene and lipid metabolism parameters associated with the accumulation of fat in the subcutaneous tissue and between internal organs [12]. A number of single-nucleotide polymorphisms have been identified in the porcine leptin gene, localized both in its exonic and intron regions and in untranslated regions (UTRs) adjacent to the 5'- and 3'-genes.

The SNP g.2845 A>T polymorphism localized in the 2nd intron will be studied.

It is obvious that the typing of animals by these genes can provide useful information for the selection of pigs with a favorable genotype for the development of traits. However, information on the polymorphism of these genes in pig breeds bred in Ukraine and breeding work is practically absent. It is not known whether marker selection for these genes on an intrabreed basis is possible. However, if a polymorphism is found for these genes, it will provide a basis for breeding work aimed at consolidating certain productive traits in the study population.

The aim of the study was to genetic and population analysis of RYRI, MC4R, LEP and ESR gene polymorphism for a large white breed of pigs of Ukrainian selection was performed.

Materials and methods of research

All procedures related to animals were performed in accordance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes [13].

DNA typing was performed in the genetics laboratory of the Institute of Pig Breeding and APV. For the study, DNA was used, which was isolated from the bristles of pigs of Large White in LLC "Druzhba-Kaznacheiivka", having 124 heads. Isolation of DNA from biomaterial samples was performed using ion exchange resin Chelex-100 [14].

DNA typing was performed using PCR-RFLP technique [15] at the loci of genes MC4R [16], Leptin (LEP) [17], RYR1 [1] and ESR [18]. The structure of the primers, PCR conditions and the corresponding restriction fragments of alternative alleles for each locus (table 1).

1. Conditions of PCR amplification, PCR-RFLP fragments of gene alleles.

Genes	The structure of primers for PCR	PCR ¹	PCR-RFLP fragments of different alleles
<i>RYR1</i>	F:5'- GTGCTGGATGTCCTGTGTTCCCT -3' R:5' - CTGGTGACATAGTTGATGAGGTTTG -3'	134/68/2,0	PCR-RFLP (<i>Hha</i> I): allele g. 1843T (n) 134 bp; allele g. 1843C (N) 84 + 50 p.n.
<i>MC4R</i>	F:5' -TACCCTGACCATCTTGATTG-3' R: 5' -ATAGCAACAGATGATCTCTTT-3'	220/60/2,5	PCR-RFLP (<i>Taq</i> I): allele c.1426 A 220 bp; allele c.1426 G 150 + 70 bp
<i>Leptin(LEP)</i>	F:5' - TTGGCGAGCCTGGAGCAGT -3' R: 5' - GCAGCCTCCATCCCTAAGTGGG -3'	242/55/2,0	PCR-RFLP (<i>Xba</i> II): allele g.2845A, 242 p.n.; allele c. g.2845T, 170 + 72 p.n.
<i>ESR</i>	F:5' - CCTGTTTTTACAGTGACTTTTACAGAG - 3' R: 5' - CACTTCGAGGGTCAGTCCAATTAG -3'	120/56/2,0	PCR-RFLP (<i>Pvu</i> II): allele A.120 p.n.; allele B. 65 + 55 p.n.

PCR product size (bp) / annealing temperature (° C) / [MgCl₂ (mM)].

A set of reagents for amplification by TAPOTILI and Helicon (Russia, Moscow) was used for PCR-RFLP analysis. Restriction of DNA was performed using enzymes from Fermentas (Lithuania, Vilnius) in accordance with the manufacturer's recommendations.

Restriction fragment analysis was performed by 8 % polyacrylamide gel electrophoresis. Visualization was performed by staining the polyacrylamide gel with ethidium bromide, followed by viewing in ultraviolet

light on a transilluminator. Photo documentation was performed with a Canon digital camera.

Research results and their discussion

All experimental animals were tested for the presence of the p.1843C>T mutation in the ryanodine receptor gene, which is associated with swine sensitivity and meat defects, and had the p.1843CC genotype, the mutant allele variant was absent.

All three variants of gene genotypes (ESR, MC4R and LEP) were identified. Typical electrophoregram of restriction fragments of the corresponding genes (Fig. 1; Fig. 2).

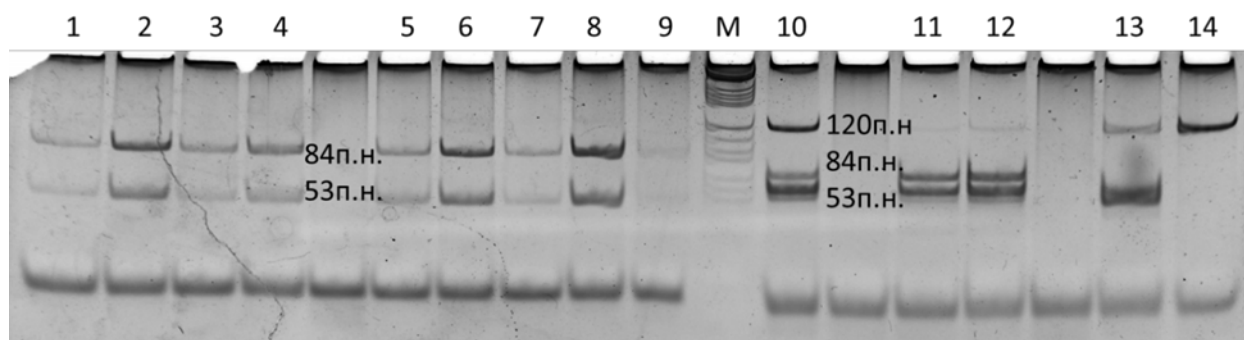


Fig. 1. Electrophoresis in 8 % polyacrylamide gel restriction of RYR1 and ESR genes. Track:
1–9 genotype NN RYR1 – gene, track: 10, 13 genotype AB, track: 11, 12 genotype BV, track: 14 AA,
ESR – gene. M is a molecular weight marker pBR322 DNA / BsuRI

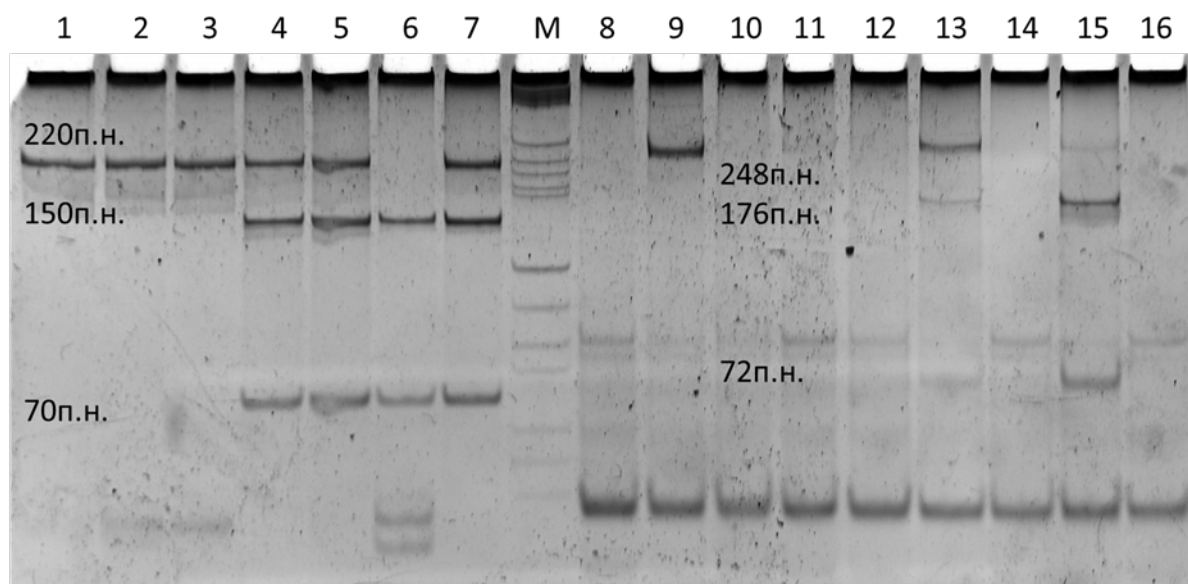


Fig. 2. Electrophoresis in 8 % polyacrylamide gel restriction MC4R and Leptin (LEP) genes:
Track: 1–3 genotype AA, track: 4, 5, 7 genotype AG, track: 6 genotype GG, MC4R gene. Track: 8, 10, 11,
12, 14, 15, 16 genotype TT, track: 9 genotype AA, track: 13 genotype AT, Leptin (LEP) – gene.
M – molecular weight marker pBR322 DNA / BsuRI

At the locus of the ESR gene there is a higher frequency of genotypes BB and AB (0.42 and 0.38, respectively) (Table 2). Sows of Large White breed are characterized by relatively high fertility rate, which is reflected in the presence of a significant proportion of allele B-0.61, (61 %) Fig. 3 and high frequency of genotypes BB and AB, which are associated with high fertility sows.

For the ESR gene, a statistically significant difference between the expected frequencies of genotypes relative to the actual $\chi^2=5.171$ was found. Detection of the shift from equilibrium according to Hardy-Weinberg's law, indicates the effect of artificial or natural selection of animals. The Wright fixation index $F=0.204$, indicates a slight increase in homozygous animals in the micropopulation.

In the population of Large White pig breed in LLC "Druzhba-Kaznacheiivka", MC4R gene was also polymorphic, the frequency was dominated by genotypes AA and AG (0.39 and 0.42, respectively). The G

allele of the MC4R gene, which is associated with a smaller thickness of sebum, occurred with a frequency of 0.40. A significant difference between the expected and actual frequency of genotypes was not found $\chi^2=2,052$. The fixation index was insignificant ($F=0.129$).

2. Frequency distribution of genotypes in the micropopulation of WB breed pigs

s/n	Locus	Frequencies of alleles	Frequencies of alleles			χ^2	F
			AA	AB/AG/AT	BB/GG/TT		
1	<i>ESR</i>	A=0,39 B=0,61	0,20 (0,15)	0,38 (0,48)	0,42 (0,37)	5,171*	0,204
2	<i>MC4R</i>	A=0,60 G=0,40	0,39 (0,36)	0,42 (0,48)	0,19 (0,16)	2,052	0,129
3	<i>LEP</i>	A=0,15 T=0,85	0,10 (0,02)	0,10 (0,26)	0,80 (0,72)	48,759***	0,627

Authenticity criteria: * – $P<0.05$; *** – $P<0.001$.

All three variants of genotypes were detected in the leptin gene, but the predominant share was the TT genotype with a frequency of 0.85 and the T allele with a major frequency of 0.85, table 2. Another alternative allele A and genotypes AA, AT had a minor frequency of 0.15 and 0.10, respectively. A significant significant shift of the Hardy-Weinberg equilibrium between the expected and actual frequency of genotypes $\chi^2=48,759$ was revealed. Which indicates a significant selective pressure on the study population for this gene. The fixation index indicates an excessive number of homozygotes with the TT genotype ($F=0.627$).

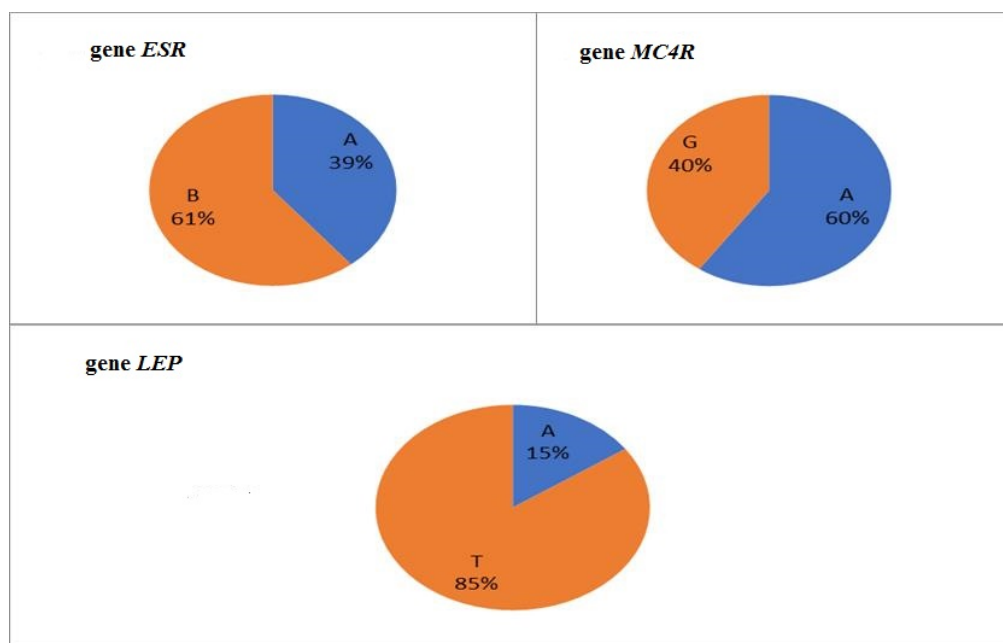


Fig. 3. Graphical representation of the distribution of the share of alternative alleles by *ESR*, *MC4R* and *LEP* genes

The level of genetic diversity was determined on the basis of an assessment of the actual (H_e) and expected (H_e) heterozygosity. A significant difference between H_e and N_e was found only by the leptin gene, which indicates the involvement of this gene polymorphism in artificial selection, table 3.

The index of polymorphic information content PIC (Polymorphism Information Content) of genetic markers LEP SNP g.2845 A>T, ESR and MC4R was calculated by the value of which their level of polymorphism was estimated. The optimal PIC values, which provide the necessary diversity of genotypes to establish their relationships with performance indicators, are in the range from 0.25 to 0.75. According to the ESR and MC4R genes, the PIC level in the large white breed population is optimal (0.36). However, the PIC gene for leptin is low (0.22), (table 3).

3. Distribution of frequency of gene alleles in populations of pigs of different breeds

Locus	Ho	He	PIC
ESR	0,379	0,476	0,36
MC4R	0,419	0,481	0,36
LEP	0,097	0,259*	0,22

Criteria of reliability: * – $P < 0.05$.

Conclusions

In the micropopulation of Large White breed in “Druzhba-Kaznacheiivka” LLC, there is a certain polymorphism in ESR, MC4R and LEP genes. All experimental animals in RYRI gene are monomorphic and had the genotype p.1843CC, a variant of the mutant allele was absent. The presence of a significant proportion of allele B-0.61, (61 %) and high frequencies of genotypes BB and AB (0.42 and 0.38), which are associated with high rates of multiple sows, allow animals to be selected by the desired genotypes to increase reproductive rate in sows in the studied micro-population. A fairly high level of homozygous TT genotypes with a frequency of 0.85 leptin gene affected the possibility of its using in marker selection in this group of animals. A sufficient level of the index of polymorphic information content of PIC by ESR and MC4R genes indicates that marker selection of Large White pig breed in LLC “Druzhba-Kaznacheiivka” is possible.

References

- Balatskyi, V. N., & Pocherniaev, K. F. (1995). Polymorfnyi BsuRI – sait restryktsyy hena hormona rosta svyny. *Tsytolohyia y Henetyka*, 29 (1), 45–48 [In Ukrainian].
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., de Leon, S., Khanna, V., Weiler, J., O'Brien, P., & MacLennan, D. (1991). Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253 (5018), 448–451. doi: 10.1126/science.1862346
- Short, T. H., Rothschild, M. F., Southwood, O. I., McLaren, D. G., de Vries, A., van der Steen, H., Eckardt, G. R., Tuggle, C. K., Helm, J., Vaske, D. A., Mileham, A. J., & Plastow, G. S. (1997). Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines. *Journal of Animal Science*, 75 (12), 3138. doi: 10.2527/1997.75123138x
- Kaminski, S., Rusc, A., & Brym, P. (2003). Relation between Ava I polymorphism within the estrogen receptor gene (ESR) and meatiness in Polish Large White boars, *Journal of Applied Genetics*, 44, 521–524.
- Drogemuller, C., Thieven, U., & Harlisius, B. (1997). An Aval and a MspA1I polymorphism at the porcine oestrogen receptor (ESR) gene. *Animal Genetics*, 28, 59.
- Isler, B. J., Irvin, K. M., Neal, S. M., Moeller, S. J., & Davis, M. E. (2002). Examination of the relationship between the estrogen receptor gene and reproductive traits in swine. *Journal of Animal Science*, 80 (9), 2334. doi: 10.2527/2002.8092334x
- Chen, K. F., Huang, L. S., Li, N., Zhang, Q., Luo, M., & Wu, C. X. (2000). The genetic effect of estrogen receptor (ESR) on litter size traits in pig. *Acta genetica Sinica*, 27 (10), 853–857.
- Kim, K. S., Lee, J. J., Shin, H. Y., Choi, B. H., Lee, C. K., Kim, J. J., Cho, B. W., & Kim, T.-H. (2006). Association of melanocortin 4 receptor (MC4R) and high mobility group AT-hook 1 (HMGA1) polymorphisms with pig growth and fat deposition traits. *Animal Genetics*, 37 (4), 419–421. doi: 10.1111/j.1365-2052.2006.01482.x
- Kim, K. S., Larsen, N. J., & Rothschild, M. F. (2000). Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene. *Journal of Animal Science*, 78 (3), 791. doi: 10.2527/2000.783791x
- Houston, R. D., Cameron, N. D., & Rance, K. A. (2004). Amelanocortin-4 receptor(MC4R) polymorphism is associated with performance traits in divergently selected large white pig populations. *Animal Genetics*, 35 (5), 386–390. doi: 10.1111/j.1365-2052.2004.01182.x
- Ensemble database Technology. Retrived from: http://www.ensembl.org/Sus_scrofa/Gene/Summary?g=ENSSSCG00000016588;r=18:21201786-21204671;t=ENSSSCT00000018060.
- Romantsova, T. I., & Volkova, G. E. (2005). Leptin i grelin: antagonizm i vzaimodeystvie v regulatsii energeticheskogo obmena. *Obesity and Metabolism*, 2 (2), 2–9. doi: 10.14341/2071-8713-4924
- European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes, Strasbourg, 18.III.1986. Retrived from: <http://conventions.coe.int/treaty/en/treaties/html/123.htm>.
- Walsh, P. S., Metzger, D. A., & Higuchi, R. (2013). Chelex 100 as a Medium for Simple Extraction

of DNA for PCR-Based Typing from Forensic Material. *BioTechniques*, 54 (3). doi: 10.2144/000114018

15. Glazko, V. I., Shulga, E. V., Dyman, T. N., & Glazko, G. V. (2001). *DNK-tehnologii i bioinformatika v reshenii problem biotekhnologii mlekopitayushih*. Belaya Cerkov [In Russian].

16. Muñoz, G., Alcázar, E., Fernández, A., Barragán, C., Carrasco, A., de Pedro, E., Silió, L., Sánchez, J. L., & Rodríguez, M. C. (2011). Effects of porcine MC4R and LEPR polymorphisms, gender and Duroc sire line on economic traits in Duroc×Iberian crossbred pigs. *Meat Science*, 88 (1), 169–173. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.12.018

17. Kennes, Y. M., Murphy, B. D., Pothier, F., & Palin, M.-F. (2001). Characterization of swine leptin (LEP) polymorphisms and their association with production traits. *Animal Genetics*, 32 (4), 215–218. doi: 10.1046/j.1365-2052.2001.00768.x

18. Short, T. H., Rothschild, M. F., Southwood, O. I., McLaren, D. G., de Vries, A., van der Steen, H., & Plastow, G. S. (1997). Effect of the estrogen receptor locus on reproduction and production traits in four commercial pig lines. *Journal of Animal Science*, 75 (12), 3138. doi: 10.2527/1997.75123138x

19. Hyria, V. M., Metlytska, O. I., Usachova, V. Ye., & Bondarenko, O. M. (2018). Zviazok polimorfizmiv geniv RLIN i MC4R z vidhodivelnymy yakostiamy svynei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 101–107. doi: 10.31210/visnyk2018.01.18 [In Ukrainian].

20. Vashchenko, P., Balatsky, V., Pocherniaev, K., Voloshchuk, V., Tsybenko, V., Saenko, A., & Rudoman, H. (2019). Genetic characterization of the Mirgorod pig breed, obtained by analysis of single nucleotide polymorphisms of genes. *Agricultural Science and Practice*, 6 (2), 47–57. doi: 10.15407/agrisp6.02.047

Стаття надійшла до редакції 07.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Матіюк В. В., Саєнко А. М., Усенко С. О., Халак В. І. Поліморфізм генів *RYRI*, *ESR*, *MC4R* та *LEP* у мікропопуляції свиней великої білої породи Української селекції. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 150–156.

© Матіюк Валерія Валеріївна, Саєнко Артем Михайлович,
Усенко Світлана Олексіївна, Халак Віктор Іванович, 2020



original article | UDC 638.124.4:638.17 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.19

INFLUENCE OF SPRING REPLENISHING FEED RESERVES OF BEE FAMILIES ON THEIR PRODUCTION OF POLLEN, BEE BREAD AND HOMOGENATE OF DRONE LARVAE

V. M. Nedashkovsky^{1*}ORCID  [0000-0001-5487-6807](https://orcid.org/0000-0001-5487-6807)S. F. Razanov²ORCID  [0000-0002-4883-2696](https://orcid.org/0000-0002-4883-2696)¹ Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna Square, Bila Tserkva, 09117, Ukraine² Vinnytsia National Agrarian University, 3, Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: profkom1967@ukr.net

How to Cite

Nedashkovsky, V. M., & Razanov, S. F. (2020). Influence of spring replenishing feed reserves of bee families on their production of pollen, bee bread and homogenate of drone larvae. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 157–162. doi: 10.31210/visnyk2020.04.19

Beekeeping is an important branch of agriculture. Bees produce a valuable dietary and medicinal product – honey and raw materials for industry – wax. An important role in the success of beekeeping is played by providing bees with enough feed of good quality. Insufficient supply of bees with carbohydrate feed has an unsatisfactory effect on the development and productivity of bee families, which in its turn negatively affects the profitability of apiaries. Studying the influence of spring replenishment of feed to bee colonies on their production of pollen, bee bread and drone homogenate was carried out. The research was conducted in Tyvriv district of Vinnytsia region on bee families of the Ukrainian breed. The study of the effectiveness of using glucose-fructose syrup in bee feeding was carried out during the period of supporting honey flow in May and the calculation of brood grown by bees was made in accordance with methodical recommendations. The composition of nectar-pollen bearing plants in the central forest-steppe was determined by botanical features of plants, trees and shrubs. The development and productivity were investigated by studying the strength of bee colonies and counting the products obtained at the end of the season. The conditions of keeping and caring after the experimental families during the research were the same. Glucose-fructose syrup is made from high-quality corn starch by its enzymatic hydrolysis to glucose, followed by isomerization of part of glucose into fructose and subsequent purification through carbon columns and ion exchange resins. This syrup has trace elements, B vitamins and all essential amino acids. Scientific studies show that additional feeding bee colonies with glucose-fructose syrup increases the production of bee pollen, bee bread and drone larvae homogenate by 89.7 %, 78.6 % and 23.7 %, respectively, as compared with analogues of the control group.

Key words: honey, bee colonies, glucose-fructose syrup, bee pollen, bee bread, homogenate of drone larvae.

ВПЛИВ ВЕСНЯНОГО ПОПОВНЕННЯ КОРМОВИХ ЗАПАСІВ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ НА ВИРОБНИЦТВО НИМИ КВІТКОВОГО ПИЛКУ, ПЕРГИ ТА ГОМОГЕНАТУ ТРУТНЕВИХ ЛИЧИНОК

В. М. Недашківський¹, С. Ф. Разанов²¹ Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна² Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Велику роль в успішному веденні бджільництва відіграє забезпечення бджіл доброякісним і в достатній кількості кормом. Недостатнє забезпечення бджіл вуглеводним кормом незадовільно позначається на розвитку та продуктивності бджолиних сімей, що своєю чергою негативно познача-

ється на рентабельності пасік. Проведено дослідження впливу весняного поповнення кормових запасів бджолиних сімей на виробництво ними квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок. Дослідження проведені на базі Тиврівського району Вінницької області на бджолиних сім'ях Української породи бджіл. Вивчення ефективності використання глюкозно-фруктозного сиропу в годівлі бджіл проводили в період підтримуючого медозбору протягом травня місяця та визначали облік вирошеного бджолами розплоду відповідно до методичних рекомендацій. Склад нектаро-пилконосів в умовах Центрального Лісостепу визначали за ботанічними ознаками рослин, дерев та кущів. Розвиток і продуктивність досліджували шляхом вивчення сили бджолиних сімей та підрахунку одержаної по закінченню сезону продукції. Умови утримання та догляду за піддослідними сім'ями протягом проведення досліджень були однакові. Виробляють глюкозно-фруктозний сироп з високоякісного кукурудзяного крохмалю ферментативним гідролізом його до глюкози з наступною ізомеризацією частини глюкози у фруктозу та подальшим очищенням крізь вугільні колонки й іонообмінні смоли. Цей сироп має мікроелементи, вітаміни групи В та усі незамінні амінокислоти. Проведені наукові дослідження свідчать, що підгодівля бджолиних сімей глюкозно-фруктозним сиропом підвищує виробництво бджолиного обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок відповідно на 89,7 %; 78,6 та 23,7 % порівняно з аналогами контрольної групи.

Ключові слова: мед, бджолині сім'ї, глюкозно-фруктозний сироп, бджолине обніжжя, перга, гомогенат трутневих личинок.

Вступ

Бджільництво є важливою галуззю сільського господарства. Від бджіл отримують цінний дієтичний та лікувальний продукт – мед і сировину для промисловості – віск [2, 6, 10, 14].

Мед – вуглеводний корм, що потрібен для годівлі личинок і дорослих бджіл. До його складу входять понад 300 корисних речовин, які засвоюються організмом, – це вуглеводи, білки, жири, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти, кислоти (кислотність меду – 4,0) антибіотики, біогенні стимулятори [3–5, 9].

Окрім основних продуктів, від бджіл отримують маточне молочко, квітковий пилок, прополіс, гомогенат трутневих личинок, бджолину отруту, що застосовується в медицині та ветеринарії.

Важливу роль у розвитку та підтриманні здорових та міцних бджолосімей відіграє годівля медоносних бджіл. Питання правильного кормового забезпечення має важливе економічне значення, тому що вартість кормів для бджіл становить 40–50 % усіх витрат на бджільництво [1, 7, 12, 18].

Достатньо доброякісні кормові запаси – основа утримання сильних бджолиних сімей, що сприяє отриманню високих медозборів у несприятливі роки. У разі достатньої кількості кормових запасів матка відкладає більше яєць, сім'я швидко розвивається навесні й нарощує до головного медозбору велику силу.

У бджільництві в підгодівлю бджолам широко використовують штучні замінники природного корму (меду і перги) з метою поліпшення умов живлення бджолиних сімей і корекції метаболічних процесів у їхньому організмі [11, 13, 15, 17].

Існують вуглеводні і білкові підкормки. Нестача білкового корму значно скорочує кількість розплоду, строку життя бджіл, знижує продуктивність і запилення ентомофільних культур. В умовах білкового голоду виховання розплоду припиняється, бджоли викидають личинок із комірок. Іноді виникають захворювання – білкове голодання або дистрофія бджіл. Такі бджоли мають низьку масу, короткий період життя, в сім'ях зменшується воскова та медова продуктивність. [8, 19, 20].

Тому пошук нових джерел замінників білкового корму, здатних надавати стимулюючий вплив на ріст і розвиток медоносних бджіл, є перспективним напрямом у бджільництві.

Мета досліджень – оцінити вплив весняного поповнення кормових запасів бджіл глюкозно-фруктозним сиропом на виробництво білкової продукції.

Серед завдань досліджень: виявити ефективність застосування в зимово-весняний період для бджіл глюкозно-фруктозного сиропу.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в Тиврівському районі Вінницької області на бджолиних сім'ях. Досліди з вивчення впливу весняного поповнення кормових запасів бджіл глюкозно-фруктозним сиропом на виробництво білкової продукції були проведені за методом груп-аналогів із дотриманням усіх вимог постановки зоотехнічних експериментів (В. К. Кононенко та ін.) [8] за схемою, наведеною в таблиці 1.

1. Схема дослідю

Група бджолиних сімей	Кількість бджолиних сімей у групі, шт.	Період підгодовлі	Особливості годівлі бджіл	Примітка
I – контрольна	5	з 01.05. по 24.05.2016	без підгодовлі	підтримуючий медозбір
II – дослідна	5	з 01.05. по 24.05.2016	ГФС - 42	підтримуючий медозбір

Для проведення дослідю було сформовано 2 групи бджолиних сімей Української породи бджіл по 5 бджолиних сімей у групі, підібраних за принципом аналогів. Глюкозно-фруктозний сироп згодували з розрахунку 300 мл на добу протягом з 1.05.2016 по 24.05.2016 р.

Результати проведених наукових досліджень обробляли методом варіаційної статистики згідно із загальноприйнятими методиками [10, 16]. Цифровий матеріал досліджень обробляли біометрично на ПК за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій. Визначали середнє арифметичне (M), його похибку (m).

Результати досліджень та їх обговорення

Питання підгодовлі бджіл викликає палкі дебати серед бджолярів у всьому світі. З літературних даних [14, 17, 20] видно, що при недостатньому забезпеченні бджіл кормом зменшується ріст і розвиток, що негативно відображається на їх продуктивності. Дефіцит надходження бджолиного корму спостерігається особливо навесні та восени. Тому питання забезпечення бджолиних сімей в ці періоди в достатній кількості кормом та вивчення нових джерел надходження його в цей період викликає зацікавленість у науковців і є актуальним.

Поповнення кормових запасів бджіл, зокрема і частковими заміниками, а саме глюкозно-фруктозним сиропом, який виробляють із зернової сировини, зокрема крохмалю кукурудзи шляхом ферментативного розчинення, дозволяє дає змогу моносахаридів такого складу, як і в медові, зокрема 50–54 % глюкози та 42–44 % фруктози, що позитивно відображається на виробництві квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок.

Вуглеводний квітковий корм, який бджоли виробляють з нектару ентомофільних рослин, характеризується високим вмістом цукрів, переважну частину яких складають глюкоза та фруктоза, порівняно менше сахарози.

Аналізуючи показники таблиці 2, було встановлено, що у дослідній групі за підгодовлі бджіл глюкозно-фруктозним сиропом у весняний період спостерігалось підвищення виробництва бджолиного обніжжя на 89,7 % порівняно з аналогами контрольної групи.

2. Виробництво квіткового пилку (бджолиного обніжжя)

Групи бджолиних сімей	Кількість бджолиних сімей, шт.	Нумерація бджолиних сімей	Вироблено бджолиного обніжжя	
			по сім'ях	в середньому по групі, M±m
I (контроль)	5	17	175	177,4±14,67
		21	203	
		43	135	
		7	207	
		8	167	
II (дослід)	5	32	304	336,6±18,86
		34	398	
		39	345	
		28	311	
		20	325	

Як видно з наведених даних, у табл. 3, що в контрольній групі бджолиних сімей виробництво перги було в межах від 217 г до 452 г, тоді як у досліді від 564 г до 840 г.

Зокрема, аналіз результатів проведених досліджень вказує, що в таблиці 3 виявлено, що від бджолиних сімей другої дослідної групи, яким згодували глюкозно-фруктозний сироп з розрахунку 300 мл на добу вироблено більше перги на 78,6 % порівняно з її аналогами контрольної групи, які були без підгодовлі.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

3. Виробництво перги

Групи бджолиних сімей	Кількість бджолиних сімей, шт.	Нумерація бджолиних сімей	Вироблено перги	
			по сім'ях	в середньому по групі, $M \pm m$
I (контроль)	5	17	452	343,6 $\pm$ 15,3
		21	307	
		43	421	
		7	217	
		8	321	
II (дослід)	5	32	727	613,8 $\pm$ 19,9
		34	631	
		39	840	
		28	564	
		20	307	

Результати досліджень, відображені в таблиці 4, показали, що в контрольній групі бджолиних сімей виробництво гомогенату трутневих личинок було в межах від 125 г до 750 г, тоді як у досліді від 341 г до 826 г.

4. Виробництво гомогенату трутневих личинок

Групи бджолиних сімей	Кількість бджолиних сімей, шт.	Нумерація бджолиних сімей	Вироблено гомогенату, г	
			по сім'ях	в середньому по групі, $M \pm m$
I (контроль)	5	17	720	515,2 $\pm$ 0,05
		21	341	
		43	640	
		7	750	
		8	125	
II (дослід)	5	32	826	637,4 $\pm$ 0,09
		34	707	
		39	692	
		28	341	
		20	621	

У середньому на одну бджолину сім'ю в контрольній групі вироблено 515 г гомогенату трутневих личинок, а в дослідній 637,4 г, тобто бджолині сім'ї дослідної групи виробили на 23,7 % більше гомогенату трутневих личинок порівняно з їх аналогами контрольної групи. Найвища ефективність виробництва гомогенату трутневих личинок виявлено у другій дослідній групі бджолиних сімей за умови підгодівлі бджіл глюкозно-фруктозним сиропом.

Отже, виробництво гомогенату трутневих личинок є ефективним прийомом для підвищення комплексної продуктивності бджільництва.

Аналізуючи показники, наведені на рис. 1, потрібно зазначити, що за весь період дослідів найвищі показники виробництва продукції, а саме виробництво бджолиного обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок виявлено в дослідній групі відповідно на 89,7 %; 78,6 та 23,7 % порівняно з аналогами контрольної групи.

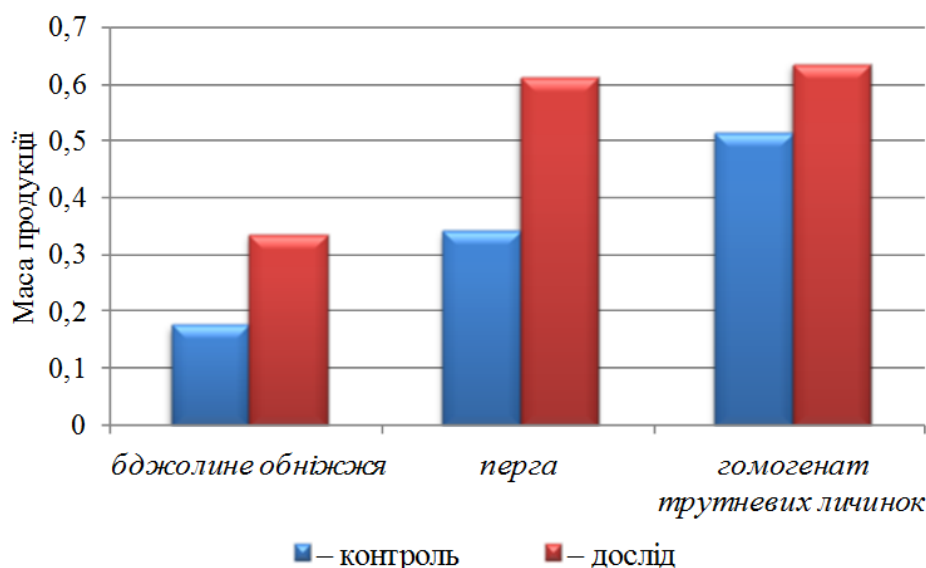


Рис. 1. Порівняльна оцінка виробництва продукції, кг

Дані досліджень доводять, що забезпечення бджіл на зимово-весняний період кормом, виготовленим із глюкозно-фруктозного сиропу, позитивно позначається на вирощенні бджолиними сім'ями розплоду та виробництві квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок.

Висновки

Отже, можна констатувати, що використання глюкозно-фруктозного сиропу в годівлі бджіл порівняно до контролю суттєво позначилося на виробничих показниках. Одержані результати показали, що використання глюкозно-фруктозного сиропу у весняний період в годівлі бджіл сприяє зростанню товарної продукції в дослідній групі, а саме: виробництво бджолиного обніжжя зросло на 89,7 %, перги на 78,6 % та гомогенату трутневих личинок – 23,7 % порівняно з контрольною групою.

References

1. Abramchuk, A. V. (2009). Sravnytelnaia kharakterystyka vyrashchivanyia trutnevoho rasploda. *Pchelovodstvo: Nauchno-Proyzzvodstvennyj Zhurnal*, 2, 19 [In Russian].
2. Avdeev, N. V., & Nuikyna, M. M. (2006). Florospetsyalyzatsiya i nasyshchenye meda fermentamy. *Pchelovodstvo*, 2, 56–58 [In Russian].
3. Anistratenko, V. (2011). Zymivlia bdzhil, yii storinky ta otsinka yakosti. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 5, 13–15 [In Ukrainian].
4. Bakho, Ye. (2010). Hodivlia bdzhil tsukrovym syropom. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 9, 11–13 [In Ukrainian].
5. Bylash, N. H., & Lebedev, V. Y. (2009). Podkormka pchelynykh semei na zymu. *Pchelovodstvo: Nauchno-Proyzzvodstvennyj Zhurnal*, 7, 48–49 [In Russian].
6. Hrechka, H. M. (2011). Suchasnyi medozbir i yoho vykorystannia bdzholynymy sim'iamy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 64–67 [In Ukrainian].
7. Efymenko, A. A. (2005). Rekomenduii podmor. *Pchelovodstvo*, 4, 54–55 [In Russian].
8. Kononenko, V. K., Ibatullin, I. I., & Patrov, V. S. (2003). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzen u tvarynnytsvi*. Kyiv [In Ukrainian].
9. Kopteva, E. N. (2012). Podhotovka semei k glavnomu medosboru y eho yspolzovanye pchelamy. *Zootekhniya*, 8, 28 [In Ukrainian].
10. Merkureva, E. K. (1970). *Biometrija v selekcii i genetike selskohozjajstvennykh zhivotnykh*. Moskva: Kolos [In Russian].
11. Olasiuk, S. (2003). *Problemy zymivli bdzholynykh semei*. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 1, 22–24 [In Ukrainian].
12. Ostashevskiy, M. (2004). Pidhotovka bdzholynykh semei do zymivlii. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 8, 14–15 [In Ukrainian].
13. Pavlenko, Yu. (2004). Zymivlia bdzholynykh semei. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 12, 8–13 [In Ukrainian].
14. Polishchuk, V. P. (2001). *Bdzhilnytstvo*. Lviv: Ukrainskyi pasichnyk [In Ukrainian].

15. Polishchuk, V. P., & Haidar, V. A. (2008). *Pasika*. Kyiv [In Ukrainian].
16. Plohinskij, N. P. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
17. Selytskyi, A. V. (2009). Bilkovy korm i zymivlia bdzhil. *Pasika*, 9, 20–21 [In Ukrainian].
18. Sultanova, R. R., Martynova, M. V., Khanov, D. A., & Bunkova, N. P. (2017). Yspolzovanye lesov dlja vedeniya pchelovodstva y ynoi selskokhoziaistvennoi deiatelnosti. *Ahrarnyi Vestnyk Urala*, 2 (156), 59–65 [In Russian].
19. Tanneberher, T. (2008). Yzmeneniya klymata – realnye posledstvyia dlja selskoho khaziaistva. *Novoe Selskoe Khoziaistvo*, 1, 75–78 [In Russian].
20. Frunze, O. N., Petukhov, A. V., & Maksymov, A. Yu. (2009). Aktyvnost katalazy pchel srednerusskoi y karpatskoi porod. *Pchelovodstvo*, 4, 15–17 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 12.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Недашківський В. М., Разанов С. Ф. Вплив весняного поповнення кормових запасів бджолиних сімей на виробництво ними квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 157–162.

© Недашківський Володимир Михайлович, Разанов Сергій Федорович, 2020



original article | UDC 636.09.32/.38:616.99 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.20

PECULIARITIES OF SHEEP PARASITOSESPREADING IN THE AUTUMN-PASTURE PERIOD

V. Yevstafieva

O. Kruchynenko

V. Melnychuk*

S. Mykhailiutenko

L. Korchan

ORCID  [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)

ORCID  [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437)

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

ORCID  [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244)

ORCID  [0000-0002-6064-5922](https://orcid.org/0000-0002-6064-5922)

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

*Corresponding author

E-mail: melnychuk86@ukr.net

How to Cite

Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., & Korchan, L. (2020). Peculiarities of sheep parasitoses spreading in the autumn-pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 163–169. doi: 10.31210/visnyk2020.04.20

Current trends of livestock farming development are accompanied by the formation of new parasitic systems, the co-members of which can significantly affect the effectiveness of the industry. Among the infectious diseases of sheep, helminthiasis and coccidiosis are often one of the main reasons, which lead to reduced animal productivity, metabolic disorders, reduced immunity and often animal death. The knowledge of epizootic situation regarding the causative agents of animal parasitoses, their species composition and forms of disease course will allow to conduct effectively anti-parasitic measures in specific conditions. The aim of the research was to establish the peculiarities of spreading and course of sheep parasitoses in the autumn-pasture period. According to the results of scatoscopic studies of sheep, it was found that in the autumn-pasture period, the prevalence of animal infestation with parasites reached 100.0 % in Poltava region. The fauna was represented by nematodes of Strongylida line, *Strongyloides papillosus* and *Trichuris* spp. species, *Moniezia* spp cestodes and the simplest organisms of *Eimeria* spp. Strongylatosis of the digestive tract were dominant in sheep, where prevalence of the invasion made 96.68 %, intensity of the infection made 210.93 eggs/g, and also monieziasis, under which infestation indices made 44.74 % and 123.29 eggs/g, respectively. Eimeriosis (22.37% and 73.65±26.76 oocysts/g), trichuriasis (11.84 % and 14.22 eggs/g) and strongyloidiasis (10.53 % and 12.00 eggs/g) were found less often. Parasitoses in the autumn-pasture period often occur in the form of associative invasions, where their percentage reaches 63.16 %. Mono-invasions are represented by strongylatosis of the digestive tract (96.43 % of animals with mono-invasion) and monieziasis (3.57 %). Associative invasions took the form of two-, three- and four-member parasitoses, in which invasions consisting of two (prevalence of the infection made 39.47 %) and three (22.37 %) species of parasites were dominant. Less frequently, a four-member association was registered, which consisted of strongylates of the digestive tract, moniezias, trichuriasis and eimerias (1.32 %). Of the two-member invasions, simultaneous parasitizing strongylates of the digestive tract and moniezias (27.63 %) in the body of sheep, and of the three-member infestations – strongylates of the digestive tract, eimerias and moniezias (6.57 %) were detected most often.

Key words: helminthiasis, protozooses, sheep, spreading, associative invasions, prevalence, intensity of invasion.

ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ПАРАЗИТОЗІВ ОВЕЦЬ У ОСІННЬО-ПАСОВИЩНИЙ ПЕРІОД

В. О. Євстаф'єва, О. В. Кручиненко, В. В. Мельничук, С. М. Михайлютенко, Л. М. Корчан

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Сучасні тенденції розвитку тваринництва супроводжуються формуванням нових паразитарних систем, співчлени яких можуть істотно впливати на ефективність ведення галузі. Серед заразних хвороб овець гельмінтози і кокцидіози нерідко є однією з основних причин, що призводять до зниження продуктивності тварин, порушення обміну речовин, зниження імунітету та часто їхньої загибелі. Знання епізоотичної ситуації щодо збудників паразитозів тварин, їх видового складу та форм перебігу захворювань дозволить ефективно проводити протипаразитарні заходи в конкретних умовах. Метою досліджень було встановити особливості поширення та перебігу паразитозів овець у осінньо-пасовищний період. За результатами проведених копроовоскопічних досліджень овець встановлено, що на території Полтавської області в осінньо-пасовищний період екстенсивність інвазії тварин паразитами сягає 100,0 %. Фауна представлена нематодами ряду *Strongylida* видів *Strongyloides papillosus* і *Trichuris* spp., цестодами *Moniezia* spp та найпростішими організмами *Eimeria* spp. Домінуючими в овець виявилися стронгілятози травного тракту, де екстенсивність інвазії становила 96,68 %, інтенсивність інвазії – 210,93 яєць/г, а також монієзії, де показники інвазованості становили відповідно 44,74 % і 123,29 яєць/г. Рідше виявляли еймеріоз (22,37 % і 73,65±26,76 ооцист/г), трихуриоз (11,84 % і 14,22 яєць/г) та стронгілоїдоз (10,53 % і 12,00 яєць/г). Паразитози в осінньо-пасовищний період частіше перебігають як асоціативні інвазії, де їхній відсоток сягає 63,16 %. Моноінвазії представлені стронгілятозами травного тракту (96,43 % від хворих на моноінвазії) та монієзіозом (3,57 %). Асоціативні інвазії перебігали у формі дво-, три- та чотиричленних паразитозів, де домінуючими були інвазії, що склалися з двох (екстенсивність інвазії становила 39,47 %) та трьох (22,37 %) видів паразитів. Рідше реєстрували чотиричленну асоціацію, яка складалася зі стронгілят травного тракту, монієзії, трихурисів та еймерій (1,32 %). З двочленних інвазій найчастіше виявляли одночасне паразитування в організмі овець стронгілят травного тракту та монієзії (27,63 %), з тричленних – стронгілят травного тракту, еймерій та монієзії (6,57 %).

Ключові слова: гельмінтози, протозоози, вівці, поширення, асоціативні інвазії, екстенсивність, інтенсивність інвазії.

Вступ

Найпростіші та гельмінти, паразитуючи у шлунково-кишковому тракті овець, формують стійкі паразитоценози, чим завдають значних економічних збитків господарствам з вирощування овець [1–3]. Наприклад, на території Ефіопії ступінь ураження овець гельмінтами шлунково-кишкового тракту сягала 63,33 %, а в Канаді – 63 %, де домінуючими виявилися еймерії та гельмінти ряду *Strongylida* [4, 5]. Інвазованість вівцепоголів'я в Єгипті збудниками гельмінтозів становила 50,3 %, де домінуючими були нематоди *Strongyloides papillosus* [6]. У Західній Африці серед досліджених овець найпоширенішими інвазіями є гельмінтози шлунково-кишкового тракту. Зокрема ураженість тварин нематодами органів травлення й еймеріями становила відповідно 94,5 та 51,8 % [7]. На території Португалії фауна паразитозів овець була представлена нематодами: *Nematodirus* spp., *Skrjabinema* spp., *Trichuris* spp., *Capillaria* spp., цестодами: *Moniezia expansa*, *Moniezia benedeni* та найпростішими організмами *Eimeria* spp. [8].

На території України, згідно з дослідженнями науковців, гельмінтози є поширеними інвазіями овець, де одне з провідних місць посідають нематодози органів травлення тварин [9–12]. Зокрема, дослідники довели, що у овець переважають стронгіляти саме шлунково-кишкового тракту (ЕІ – 54,60 %). Виявлено, що вони мають асоціативний перебіг із представниками різних видів збудників: монієзії, еймерії, трихуриси та стронгілоїдеси [13].

На півдні Одеської області фауна паразитозів овець представлена збудниками стронгілоїдозу та монієзіозу у разі коливань ЕІ від 35,2 до 85 %. Водночас у північних районах зареєстровано нематодно-трематодно-еймеріозну інвазію у разі коливань показників ураження від 13,3 до 37,5 % [14].

Публікації останніх років вказують на зростання екстенсивності трихуриозної інвазії у вівцепоголів'я на території України. Наприклад, у Київській області ЕІ становила 35,7 %. Автори довели, що

трихуроз овець частіше перебігає у складі мікстінвазій (69,6 %). Найпоширеніші – двокомпонентні асоціації трихурисів зі збудниками гельмінтозів шлунково-кишкового тракту (65,6 %). Основними співчленами двокомпонентних мікстінвазій є нематоди ряду Strongylata, виду *Strongyloides papillosus* та цестоди *Moniezia* spp. [15]. Інші дослідники вказують, що в Полтавській, Київській та Запорізькій областях України паразитує у овець три види трихурисів: *Trichuris skrjabini* Baskakov, 1924, *Trichuris ovis* Abildgaard, 1795 і *Trichuris globulosa* Linstow, 1901. Виявлено, що *Trichuris ovis* і *T. skrjabini* були більш поширеними (54,9 і 35,7 % відповідно), тоді як *T. globulosa* діагностували рідше (9,4 %) [16].

Знання епізоотичної ситуації щодо збудників паразитозів тварин, видового їх складу та форм перебігу захворювань дозволить ефективно проводити протипаразитарні заходи в конкретних умовах. Тому метою досліджень було встановити особливості поширення та перебігу паразитозів овець у осінньо-пасовищний період. Для досягнення мети розв'язували такі задачі: з'ясувати склад збудників гельмінтозів та протозоозів овець у осінньо-пасовищний період; дослідити форми перебігу паразитозів у складі асоціативних інвазій.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж осіннього періоду 2020 року на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії і в умовах вівчарських господарств Полтавської області різної форми власності. При паразитологічному обстеженні поголів'я основними показниками ураження овець збудниками гельмінтозів та протозоозів були екстенсивність інвазії (ЕІ, %) та інтенсивність інвазії (ІІ, яєць, ооцист у 1 г фекалій). Гельмінтооскопію проб фекалій проводили за методами Трача В. Н. (1992) [17]. Визначення видової належності яєць паразитів і ооцист найпростіших організмів проводили за допомогою атласу диференціальної діагностики гельмінтозів Черепанова А. А. та ін. (1999) [18] та визначника Манжоса О. Ф. та ін. (2006) [19]. Усього проведено 76 копроовоскопічних досліджень.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартну похибку (SE) і середні значення (М).

Результати досліджень та їх обговорення

За наслідками копроовоскопічних досліджень овець у осінньо-пасовищний період встановлено, що на території Полтавської області екстенсивність інвазії тварин збудниками паразитозів сягає 100,0 %. Фауна представлена нематодами ряду Strongylida (рис. 1 а, б), видів *Strongyloides papillosus* (рис. 1 в), *Trichuris* spp. (рис. 1 г), цестодами *Moniezia* spp. (рис. 1 д) та найпростішими організмами *Eimeria* spp. (рис. 1 е). Домінуючими у овець виявилися стронгілятози травного тракту, де ЕІ становила 96,68 %, а ІІ була на рівні $210,93 \pm 35,64$ ЯГФ (у разі коливань від 4 до 1872 ЯГФ), а також монієзіїз, де ЕІ становила 44,74 %, ІІ – $123,29 \pm 35,23$ ЯГФ (у разі коливань від 4 до 1164 ЯГФ).

Рідше у овець виявляли еймеріоз, трихуроз та стронгілоїдоз. Показники екстенсивності та інтенсивності еймеріозної інвазії становили відповідно 22,37 % та $73,65 \pm 26,76$ ооцист/г (за коливань від 4 до 364 ооцист/г). За наявності трихурошу ЕІ дорівнювала 11,84 %, ІІ – $14,22 \pm 3,06$ ЯГФ (у разі коливань від 4 до 36 ЯГФ). ЕІ за стронгілоїдозу була на рівні 10,53 %, ІІ – $12,00 \pm 4,86$ ЯГФ (у разі коливань від 4 до 44 ЯГФ).

З'ясовано, що виявлені в овець паразитози найчастіше перебігали як асоціативні інвазії, де їхній відсоток сягав 63,16 %. Моноінвазії діагностовано у 36,84 % хворих на паразитози овець (рис. 2 а). Вони були представлені стронгілятозами органів травлення (96,43 %) та монієзіїзом (3,57 %) (рис. 2 б).

Асоціативні інвазії були представлені дво-, три- та чотирикомпонентними паразитозами, де домінуючими були двокомпонентні (ЕІ – 39,47 %) та трикомпонентні (ЕІ – 22,37 %) інвазії. Рідше реєстрували чотирикомпонентну асоціацію, яка складалася зі стронгілят травного тракту, монієзій, трихурисів та еймерій (ЕІ – 1,32 %) (табл.).

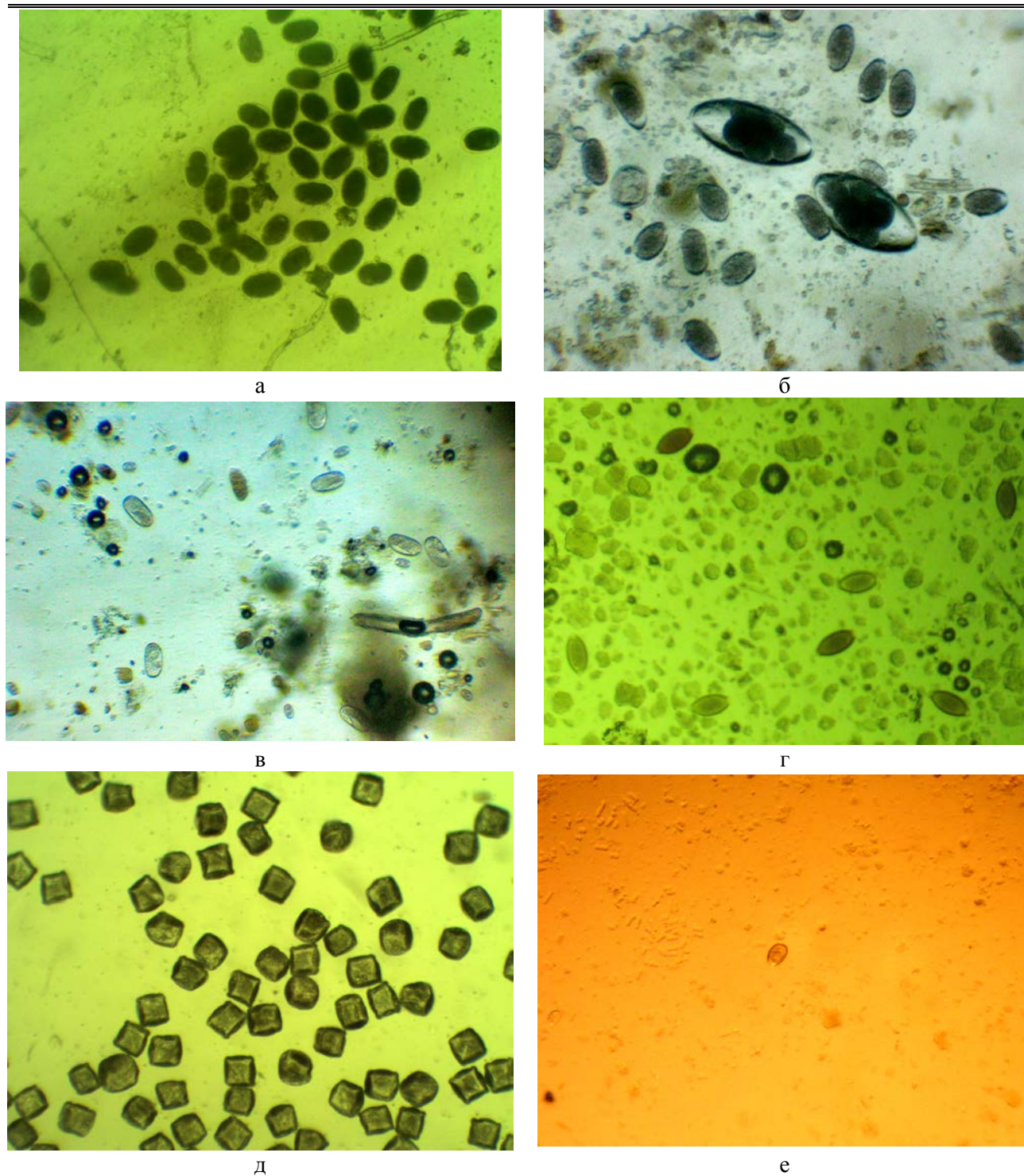


Рис. 3. Видовий склад збудників паразитозів овець, що виявлені впродовж осінньо-пасовищного періоду ($\times 100$):
а, б – ряди Strongylida, в – Strongyloides papillosus, г – Trichuris spp., д – Moniezia spp., е – Eimeria spp.

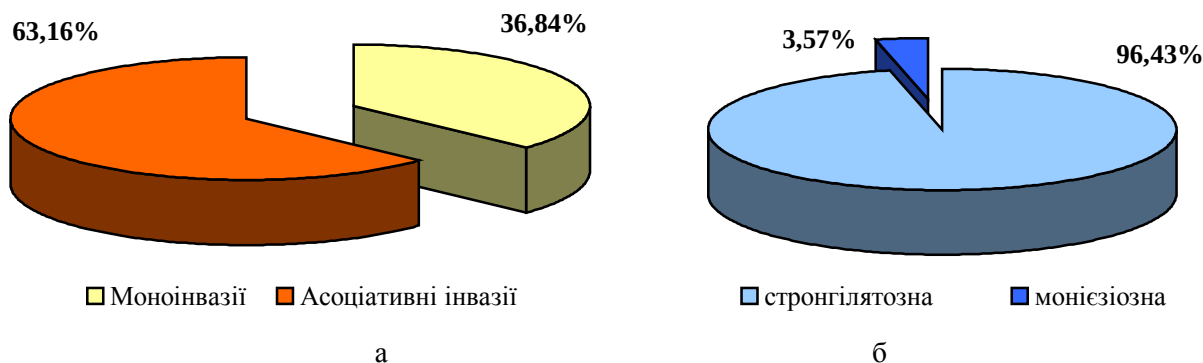


Рис. 2. Форми перебігу паразитозів овець у осінньо-пасовищний період:
 а – відсоткове співвідношення моно- та асоціативних інвазій;
 б – різновиди моноінвазій

**Поширення асоціативних інвазій травного тракту овець в умовах господарств
 Полтавської області**

Співчлени асоціативних інвазій	Інвазовані тварини, n	ЕІ, % (n=76)	% (n=48)
Двокомпонентні асоціативні інвазії	30	39,47	62,50
Стронгіляти травного тракту + монієзії	21	27,63	43,75
Стронгіляти травного тракту + еймерії	6	7,89	12,50
Стронгіляти травного тракту + трихуриси	2	2,63	4,17
Стронгіляти травного тракту + стронгілоїдеси	1	1,32	2,08
Трикомпонентні асоціативні інвазії	17	22,37	35,42
Стронгіляти травного тракту + еймерії + монієзії	5	6,57	10,42
Стронгіляти травного тракту + еймерії + стронгілоїдеси	3	3,95	6,25
Стронгіляти травного тракту + монієзії + стронгілоїдеси	3	3,95	6,25
Стронгіляти травного тракту + трихуриси + монієзії	3	3,95	6,25
Стронгіляти травного тракту + трихуриси + еймерії	2	2,63	4,17
Стронгіляти травного тракту + стронгілоїдеси + трихуриси	1	1,32	2,08
Чотирикомпонентні асоціативні інвазії	1	1,32	2,08
Стронгіляти травного тракту + монієзії + трихуриси + еймерії	1	1,32	2,08

Усього виявляли чотири різновиди двокомпонентних інвазій. З них найчастіше спостерігали одночасне паразитування в організмі овець стронгілят травного тракту та монієзій (ЕІ – 27,63 %). Менший відсоток склали асоціації стронгілят та еймерій (7,89 %), стронгілят та трихурисів (2,63 %), стронгілят та стронгілоїдесів (1,32 %).

З трикомпонентних асоціативних інвазій діагностовано шість різновидів. Найчастіше діагностовано стронгілятозно-еймеріозно-монієзійну, де екстенсивність інвазії становила 6,57 %. Рідше виявляли одночасне паразитування в організмі овець стронгілят травного тракту, еймерій і стронгілоїдесів (3,95 %), стронгілят, монієзій і стронгілоїдесів (3,95 %), стронгілят, трихурисів і монієзій (3,95 %), стронгілят, трихурисів і еймерій (2,63 %), стронгілят, стронгілоїдесів і трихурисів (1,32 %).

Згідно з науковими даними, протозоози та гельмінтози є найбільш поширеними інвазійними захворюваннями шлунково-кишкового тракту овець та завдають значних економічних збитків господарствам різної форми власності [1, 20]. Ми з'ясували, що 100 % досліджених овець на території Полтавської області в осінньо-пасовищний період були уражені збудниками паразитозів. Причому найчастіше вівці були уражені стронгілятами травного тракту (ЕІ – 96,68 %, П – 210,93±35,64 ЯГФ) та монієзіями (44,74 %, 123,29±35,23 ЯГФ). Рідше виявляли збудників еймеріозу (22,37 %, 73,65±26,76 ооцист/г), трихуриозу (11,84 %, 14,22±3,06 ЯГФ) та стронгілоїдозу (10,53 %, 73,65±26,76 ооцист/г).

12,00±4,86 ЯГФ). Значне інвазування овець збудниками стронгілятозів органів травлення виявлено також на території Ефіопії, Канади, Африки [4, 5, 7]. Водночас результати попередніх досліджень, які проводились у літньо-пасовищний період, вказують на те, що сезон року значно впливає на ступінь інвазованості овець. У цей період їхня інвазованість становила лише 20 %, а фауна представлена стронгілятами травного каналу (ЕІ – 80,5 %), стронгілоїдесами (75,0 %), еймеріями (19,44 %) та трихурисами (5,55 %) [21].

Ми виявили, що паразитози у овець перебігали впродовж осінньо-пасовищного періоду частіше як асоціативні інвазії, як дво-, три- та чотирикомпонентні. Домінуючими були двокомпонентні (ЕІ – 39,47 %) та трикомпонентні (22,37 %) асоціативні інвазії. Водночас автори вказують, що у літньо-пасовищний період вівці уражені також здебільшого поліінвазіями (71,43 %), що перебігають у вигляді дво- (90,48 %) та трикомпонентних (9,52 %) асоціацій гельмінтів та кокцидій [21]. На нашу думку, такі різні показники інвазованості овець збудниками паразитозів та їх форм перебігу пов'язані із впливом факторів зовнішнього середовища в різні сезони на розвиток екзогенних стадій паразитів, а також завершенням біологічного циклу збудників в організмі сприйнятливих тварин. Схожі дані описані науковцями, які свідчать, що в організмі овець можуть переважати паразитоценози, зумовлені паразитуванням декількох видів збудників одночасно [22, 23].

Висновки

За результатами копроовоскопічних досліджень овець у господарствах Полтавської області впродовж осінньо-пасовищного періоду встановлено, що ураженість вівцепоголів'я збудниками паразитозів сягала 100,0 %. Фауна представлена збудниками стронгілятозів органів травлення (ЕІ – 98,68 %), монієзіозу (44,74 %), еймеріозу (22,37 %), трихурошу (11,84 %) та стронгілоїдозу (10,53 %). Виявлені паразитози здебільшого перебігають у формі асоціативних інвазій (63,16 %), де у їх складі перебуває від двох до чотирьох видів паразитів. Переважають двокомпонентні асоціації стронгілят травного тракту та монієзій (ЕІ – 27,63 %), а також трикомпонентні асоціації стронгілят травного тракту, еймерій та монієзій (6,57 %).

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується розробити науково обґрунтовані заходи щодо боротьби та профілактики паразитозів у овець.

References

1. Sultan, K., Elmonir, W., & Hegazy, Y. M. (2016). Gastrointestinal parasites of sheep in Kafrelsheikh governorate, Egypt: prevalence, control and public health implications. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, 79–84. doi: 10.1016/j.bjbas.2015.12.001
2. Seyoum, Z., Getnet, K., Chanie, M., Derso, S., & Fentahun, S. (2018). Morbidity parameters associated with gastrointestinal tract nematodes in sheep in dabat district, northwest Ethiopia. *BioMed Research International*, 2018, 9247439. doi: 10.1155/2018/9247439
3. Mohamaden, W. I., Sallam, N. H., & Abouelhassan, E. M. (2018). Prevalence of Eimeria species among sheep and goats in Suez Governorate, Egypt. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6 (1), 65–72. doi: 10.1016/j.ijvsm.2018.02.004
4. Belina, D., Giri, A., Mengistu, S., & Eshetu, A. (2017). Gastrointestinal Nematodes in Ruminants: The parasite burden, associated risk factors and anthelmintic utilization practices in selected districts of east and western Hararghe, Ethiopia. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 8, 433. doi: 10.4172/2157-7579.1000433
5. León, J. C. P., Delgado, N. U., & Florez, A. A. (2019). Prevalence of gastrointestinal parasites in cattle and sheep in three municipalities in the Colombian Northeastern Mountain. *Veterinary World*, 12 (1), 48–54. doi: 10.14202/vetworld.2019.48-54
6. Al-Albudi, M. O. (2016). Prevalence of gastrointestinal nematodes of farm animals by copro-culture. *Russian Journal of Parasitology*, 2, 168–174. doi: 10.12737/20059
7. Owusu, M., Sekyere, J. O., & Adzitey, F. (2016). Prevalence and burden of gastrointestinal parasites of Djallonke sheep in Ayeduase, Kumasi, Ghana. *Veterinary World*, 9 (4), 361–364. doi: 10.14202/vetworld.2016.361-364
8. Ruano, Z., Cortinhas, A., Carolino, N., Gomes, J., Costa, M., & Mateus, T. (2020). Gastrointestinal parasites as a possible threat to an endangered autochthonous Portuguese sheep breed. *Journal of Helminthology*, 94, e103. doi: 10.1017/S0022149X19000968
9. Yevstafieva, V. O., Korchan, L. M., Korchan, M. I., & Mordovceva, O. M. (2014). Ejmerioz kiz v

umovah osobystykh pidsobnykh gospodarstv mista Poltava. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 43–46. doi: 10.31210/visnyk2014.01.11 [In Ukrainian].

10. Bojko, O. O. (2015). Gel'mintofauna ovec' i kiz. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo Universytetu*, 6 (2), С. 87–92. doi: 10.15421/021516 [In Ukrainian].

11. Bojko, A. A., Zazharskaja, N. N., & Brigadirenko, V. V. (2016). Vlijanie urovnja zarazhenija gel'mintami na izmenenie massy tela ovec v uslovijah Ukrainy. *Biosystems Diversity*, 24 (1), 3–7. doi: 10.15421/011601 [In Russian].

12. Melnychuk, V. V. (2019). Epizootic situation of sheep digestive canal nematodosis in the conditions of the Central and South-Eastern regions of Ukraine. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7 (3), 153–157. doi: 10.32819/2019.71027

13. Melnychuk, V. V., & Stepanjuk, V. K. (2016). Vikova dynamika strongiljatoziv organiv travlennja ovec' na terytorii' Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 81–83. doi: 10.31210/visnyk2016.03.18 [In Ukrainian].

14. Bogach, M. V., Bogach, T. V., Bondarenko, L. V., & Piven, O. T. (2015). Vikova dynamika kyskhovykh parazytoziv ovec' v gospodarstvah Odes'koi oblasti. *Problemy zoonzhenerii' ta veterynarnoi' medycyny*, 30 (2), 213–217 [In Ukrainian].

15. Soroka, N. M. (2020). Perebig tryhurozu jak parazytozu organiv travlennja ovec'. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 148–153. doi: 10.31210/visnyk2020.01.17 [In Ukrainian].

16. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., Melnychuk, V. V., Yasnolob, I. O., Kovalenko, V. A., & Horb, K. O. (2018). Nematodes of the genus *Trichuris* (Nematoda, Trichuridae), parasitizing sheep in central and south-eastern regions of Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 52 (3), 193–204. doi: 10.2478/vzoo-2018-0020

17. Trach, V. N. (1992). Rekomendacii po primeneniju novogo metoda ucheta jaic gel'mintov i cist prostesih v fekalijah zhivotnyh. Gosagroprom USSR, Kiev [In Russian].

18. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A., & Hrenov, V. M. (1999). *Differencial'naja diagnostika gel'mintozov po morfologicheskoi strukture jaic i lichinok vzbuditelej*. Kolos, Moskva [In Russian].

19. Manzhos, O. F., & Panikar, I. I. (2006). *Veterynarna protozoologija*. Donec'k [In Ukrainian].

20. Anenea, B. M., Onyekwodirib, E. O., Chimec, A. B., & Anika, S. M. (1994). Gastrointestinal parasites in sheep and goats of southeastern Nigeria. *Small Ruminant Research*, 13 (2), 187–192. doi: 10.1016/0921-4488(94)90095-7

21. Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., Korchan, L., Shcherbakova, N., & Dolhin, O. (2020). Epizootological peculiarities of the course of cattle and sheep parasitoses in the summer pasture period. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 205–212. doi: 10.31210/visnyk2020.03.23 [In Ukrainian].

22. Barutzki, D. (1990). Parasitosen bei Schaf und Ziegen in Deutschland. *Tierärztliche Praxis*, 2, 245–250.

23. Yevstafieva, V. O., Gryshko, A. O., & Perebyjnis, O. V. (2016). Nematodiroz u skladi mikstin vaziv travnogo kanalu ovec v umovah gospodarstv Poltavskoi oblasti. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medycyny*, 33 (2), 131–134 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.09.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Євстаф'єва В. О., Кручиненко О. В., Мельничук В. В., Михайлютенко С. М., Корчан Л. М. Особливості поширення паразитозів овець у осінньо-пасовищний період. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 163–169.

*© Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Кручиненко Олег Вікторович,
Мельничук Віталій Васильович, Михайлютенко Світлана Миколаївна,
Корчан Леонід Миколайович, 2020*



original article | UDC 616.993.192.1:636.92 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.21

DETERMINING PARAMETERS OF DIPROPINATE RESIDUES IN COW MILK AFTER APPLICATION OF IMKAR-120 THERAPEUTIC DOSES

V. A. Levytska¹

A. V. Berezovsky²

A. B. Mushynskiy¹

ORCID  [0000-0003-3100-009X](https://orcid.org/0000-0003-3100-009X)

ORCID  [0000-0002-5825-9504](https://orcid.org/0000-0002-5825-9504)

ORCID  [0000-0003-2850-2355](https://orcid.org/0000-0003-2850-2355)

¹ State Agrarian and Engineering University in Podillia, 13, Shevchenko str, Kamianets-Podilskyi, 32316, Ukraine

² Sumy National Agrarian University, 160, Gerasima Kondratieva str., Sumy, 40000, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: Levytska28@gmail.com

How to Cite

Levytska, V. A., Berezovsky, A. V., & Mushynskiy, A. B. (2020). Determining parameters of dipropionate residues in cow milk after application of Imkar-120 therapeutic doses. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 170–175. doi: 10.31210/visnyk2020.04.21

Bovine babesiosis is an acute, often enzootic, tick-borne disease characterized by fever, anemia, icteric discoloration of the mucous membranes, hemoglobinuria, digestive disorders, and a sharp decrease in milk yield of dairy cows. Imidocarb is considered one of the most effective and safest of all available medicines for parasitic blood diseases. The aim of our study was to determine the amounts and timing of imidocarb excretion with milk in lactating cows. Milk sampling for the preparation testing was carried out in early June of 2020 from five cows from the herd of a private farmer in the village of Slobidka-Kulchiievetska, Kamyanets-Podilsky district, Khmelnytsky region, after the cows were diagnosed with babesiosis and treated with Imkar-120 at a dose of 2 ml per 100 kg of body weight, once, subcutaneously. At the same time, the rest of the cows in the herd was administered this preparation for prophylactic purposes in the same dose. On the first and second days after medicine administration, milk samples were taken twice, and on the third or tenth day, once – during the evening milking. From the milk samples of each cow, 50 ml of milk were taken and one pool sample (250 ml) was formed for investigation. As a result of cow milk studies it was established that during the first day after injection, the level of imidocarb concentration in the pool sample was 560 µg/kg and it gradually decreased over ten days. Pool milk samples contained the residues (46 µg/kg) of imidocarb on the 4 th day. The sample analysis during the next six days of our studies showed that the level of the preparation active substances gradually decreased daily from 39 to 11 µg/kg. According to the established standards for Ukraine, milk containing 50 µg (or less) of imidocarb in 1 kg of milk is allowed for sale. Taking into account the fact that imidocarb dipropionate, the active basis of Imkar-120 Ukrainian generic preparation, is excreted with milk in terms, which coincide with similar medicines of European manufacturers, it can be recommended for the treatment of lactating cows diseased with babesiosis and anaplasmosis.

Key words: babesiosis, cattle, imidocarb propionate, Imkar-120, milk.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАЛИШКІВ ДИПРОПІНАТУ В МОЛОЦІ КОРІВ ПІСЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРАПЕВТИЧНИХ ДОЗ ПРЕПАРАТУ ІМКАР-120

В. А. Левицька¹, А. В. Березовський², А. Б. Мушинський¹

¹ Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна

² Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Бабезіоз великої рогатої худоби – гостра, часто ензоотична, трансмісивна хвороба, яка характеризується гарячкою, анемією, жовтяничністю слизових оболонок, гемоглобінурією, порушеннями функцій органів травлення та різким зменшенням молоковіддачі у дійних корів. Імідокарб вважається одним із найефективніших та найбезпечніших з усіх доступних засобів боротьби з кровопаразитарними захворюваннями. Метою нашого дослідження було з'ясувати кількості та терміни виведення імідокарбу із молоком у лактуючих корів. Відбір проб молока для досліджень препарату проводили на початку червня 2020 року від п'яти корів із череди приватного фермера села Слобідка-Кульчівецька Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, після того, як було виявлено захворювання у корів на бабезіоз та проліковано препаратом «Імкар-120» в дозі 2 мл на 100 кг маси тіла, одноразово, підшкірно. Одночасно і решті корів череди було проведено введення цього препарату з профілактичною метою у такій же дозі. В першу та другу добу після введення препарату проби молока відбирали двічі, а на третю-десяту добу, один раз – під час вечірнього доїння. Від проб молока кожної корови відмірювали по 50 мл молока і формували з них одну збірну пробу (250 мл), яку й досліджували. В результаті досліджень молока від лактуючих корів було з'ясовано, що протягом першої доби після ін'єкції рівень концентрації імідокарбу становив у збірному зразку 560 мкг/кг і поступово знижувався протягом десяти діб. Збірні зразки молока містили залишки (46 мкг/кг) імідокарбу на 4-ту добу. Аналіз зразків протягом наступних шести діб наших досліджень свідчив, що рівень діючої речовини препарату щоденно поступово знижувався з 39 до 11 мкг/кг. Згідно з визначеними нормами для України, допускається в реалізацію молоко, що містить 50 (та менше) мкг імідокарбу в 1 кг молока. Зважаючи на те, що імідокарбу дипропіонат, діюча основа вітчизняного дженеричного препарату «Імкар-120», виводиться з молоком у терміни, які збігаються з аналогічними засобами від європейських виробників, то він може бути рекомендований для лікування лактуючих корів у разі бабезіозної та анаплазмозної інвазій.

Ключові слова: бабезіоз, велика рогата худоба, імідокарбу пропіонат, «Імкар-120», молоко.

Вступ

Бабезіоз великої рогатої худоби – гостра, часто ензоотична, трансмісивна хвороба, яка характеризується гарячкою, анемією, жовтяничністю слизових оболонок, гемоглобінурією, порушеннями функцій органів травлення та різким зменшенням молоковіддачі у дійних корів. Вона найчастіше спричиняється кровопаразитами двох видів *Babesia bigemina* та *B. bovis* [1–3]. Відомо, що біологічними переносниками збудників є кровосисні членистоногі – іксодові кліщі. Під час ссання крові іксодовий кліщ разом зі слиною інокулює мерозойди збудника хвороби у кров худоби, що й призводить до її інвазування [4].

Для лікування хворої худоби зі специфічних хіміопрепаратів призначають засоби на основі диміназено ацетурату (типу «Азидин-вет») у вигляді 7 % водного розчину в дозі 3,5 мг/кг маси тіла внутрішньом'язово, або на основі імідокарбу дипропіонату («Імкар-120») у вигляді 12 % розчину в дозі 2,4 мг/кг маси тіла (за ДР) підшкірно або внутрішньом'язово [5, 6]. Проте в Наказі № 2646 Міністерства охорони здоров'я України Про затвердження Показників безпечності харчових продуктів «Максимальні межі (рівні) залишків діючих речовин ветеринарних препаратів у харчових продуктах тваринного походження», що набрав чинності у грудні 2019 року, для диміназено ацетурату не визначено МРЛ (Максимальні рівні ліків) для продуктивних тварин [7]. А відтак препарати на основі диміназено ацетурату вже неможливо використовувати для великої рогатої худоби, а також овець і кіз. Тому з нинішнього року, єдиною діючою речовиною, що дозволена в нашій країні для лікування корів у разі піроплазмозів, є імідокарбу дипропіонат. На жаль, препарати на основі цієї діючої речовини мало відомі практикуючим фахівцям галузі скотарства. Оскільки аналіз свідчить, що 2011 року в Україні було зареєстровано лише один препарат на його основі. Це «Піро-стоп» виробництва компанії «Апі-Сан», Російська Федерація [8], який повторно було перереєстровано 2016 року.

Відомо, що імідокарбу дипропіонат є похідним карбаніліду. Його було синтезовано на початку 70-х років минулого століття. Він має антипротозойну активність, тому почав широко використовуватись у багатьох країнах світу для лікування тварин [9]. Було встановлено, що дипропіонатна сіль є кращою за дигідрохлоридну сіль за рахунок підвищеної розчинності та більш нейтрального рН, що дало можливість зменшити обсяг активної речовини та подразнення [10].

Нині у ветеринарній медицині імідокарбу дипропіонат застосовують для лікування великої рогатої худоби (в дозах від 2,1 до 3,0 мг/кг маси тіла), овець (1,2 мг/кг маси тіла), коней (3,4 мг/кг маси тіла), собак (3,6–6 мг/кг маси тіла) та для інших тварин. За наявності бабезіозу та анаплазмозу препарат уводять підшкірно або внутрішньом'язово. Другу дозу можливо вводити лише через 2 тижні після першої. Крім того, імідокарб забезпечує захист тварин від піроплазмідозів протягом 3–6 тижнів після введення [11].

Механізм селективної токсичності імідокарбу на *Babesia* не до кінця з'ясований. Імідокарб має структурні зв'язки з поліамінами та пригнічує ферменти, що беруть участь у метаболізмі гістаміну, поліаміну та нуклеїнових кислот. Хоча імідокарб є ефективним хіміотерапевтичним засобом, однак існують певні обмеження при його застосуванні. Так, він може виявляти серйозні побічні ефекти: від болю в місці введення, блювоти, діареї, збудження, млявості, периорбітального набряку – до загибелі тварин [12]. Варто також відзначити тривалий період повного виведення імідокарбу, що становить близько 21-ї доби для молока корів та 213 діб – для м'яса [13].

Метаболізм імідокарбу у великої рогатої худоби недостатньо описаний у літературі. Токсичні ефекти, пов'язані з хіміотерапією, є незначними та тимчасовими при низьких дозах імідокарбу у великої рогатої худоби, тоді як більш високі дози спричиняли вогнищевий гепатоцелюлярний некроз та некроз ниркових каналців [14, 15].

Метою нашого дослідження було з'ясувати кількості та терміни виведення імідокарбу із молоком у лактуючих корів. Щоб досягти мети, ми розв'язали такі *завдання*: відібрати клінічно хворих на бабезіоз корів, застосувати препарат на основі імідокарбу («Імкар-120») в терапевтичних дозах для лікування та визначити період його виведення з молоком.

Матеріали і методи досліджень

Відбір проб молока для досліджень препарату проводили на початку червня 2020 року від п'яти корів із приватної череди фермера села Слобідка-Кульчичевецька Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, після того, як у його стаді було виявлено захворювання двох корів на бабезіоз та проліковано препаратом «Імкар-120» в дозі 2 мл на 100 кг маси тіла, одноразово, підшкірно. Одночасно і решті корів череди було проведено введення цього препарату з профілактичною метою в такій же дозі.

В першу та другу добу після введення препарату, проби молока відбирали двічі (вранці і ввечері), а на третю-десяту добу, один раз – під час вечірнього доїння. Від проб молока кожної корови відмірювали по 50 мл молока і формували з них одну збірну пробу (250 мл), яку зливали в поліетиленовий пакет з позначкою «для заморозки» та поміщали до морозильної камери побутового холодильника. Таким чином було підготовлено 12 збірних проб, які в контейнері з охолоджувачем, направили до лабораторії НВФ «Бровафарма», де на рідинному хроматографі моделі LC-30 Nesera Shimadzu методом високоефективної рідинної хроматографії з УФ-детектування були проведені дослідження відповідно до рекомендованої методики [16].

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті досліджень молока від лактуючих корів було з'ясовано, що протягом першої доби після ін'єкції рівень концентрації імідокарбу в першому збірному зразку (від вранішнього доїння) становив 560 мкг/кг і поступово знижувався протягом десяти діб (рис. 1).

На другу добу після введення препарату у вранішньому молоці було виявлено 326 мкг/кг імідокарбу, а у вечірньому – 248 мкг/кг. На третю добу рівень концентрації імідокарбу знизився майже у п'ять разів порівняно з першою добою, що свідчило про його швидку елімінацію з організму корів.

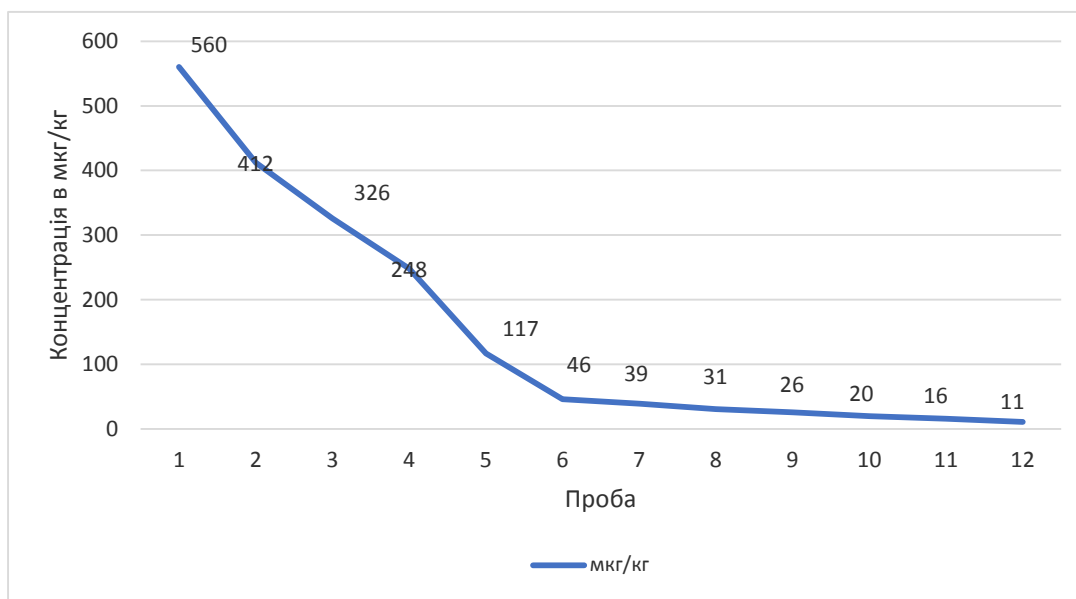


Рис. 1. Рівень імідокарбу дипропіонату у збірних пробах молока лактуючих корів упродовж 10 діб (n=5), після одноразової ін'єкції препарату «Імкар-120» в терапевтичній дозі 2,4 мг/кг

Збірні зразки молока містили залишки (46 мкг/кг) імідокарбу, що граничили з максимально допустимими, на 4-ту добу. Аналіз зразків молока протягом наступних шести діб наших досліджень також свідчив про те, що рівень діючої речовини препарату щоденно поступово знижувався з 39 до 11 мкг/кг.

Економічні збитки від паразитарних хвороб, а саме піроплазмідозів, можуть мати вражаючі розміри [3]. В ендемічних регіонах для продуктивних тварин дуже важливим є питання використання безпечних та ефективних лікарських засобів, які не будуть шкодити здоров'ю людини.

Ветеринарним лікарям, як правило, необхідні препарати, які забезпечують швидкий ефект, особливо у важкохворих тварин. Імідокарб вважається одним із найефективніших та найбезпечніших з усіх доступних засобів боротьби з кровопаразитарними захворюваннями [17, 18]. 2003 року Європейське агентство з оцінки лікарських засобів (EMA) опублікувало висновки та рекомендації Комітету з питань ветеринарних лікарських засобів (CVMP) з визначенням остаточних гранично допустимих рівнів залишків імідокарбу у тканинах великої рогатої худоби (300 мкг/кг у м'язах, 2000 мкг/кг у печінці, 50 мкг/кг у жирі та 50 мкг/кг у молоці). Однак у літературі є багато повідомлень, що в організмі тварин залишається значна кількість імідокарбу, що викликає певне занепокоєння щодо виробництва тваринної продукції для споживання людиною. Причиною цього є тривала стійкість препарату до процесів біотрансформації, як повідомлялось у дослідженнях *in vitro* та *in vivo* на великій рогатій худобі та інших продуктивних тваринах [12]. Крім того, спостерігається сильне зв'язування препарату із клітинними компонентами, що спричинює депонування препарату в печінці та нирках. До того ж високі, тривалі концентрації, які були виявлені в мозку, вказують на те, що препарат здатний перетинати гематоенцефалічний бар'єр, що викликає занепокоєння щодо потенційних нейротоксичних ефектів імідокарбу. На відміну від цього, у м'язах виявляють незначну концентрацію [19]. Це призвело до занепокоєння щодо потенційних негативних наслідків, спричинених споживанням людиною молока від тварин після лікування імідокарбом, якщо виробники не дотримуються рекомендованих доз або періодів після скасування прийому препарату.

Раніше проведені фармако-токсикологічні дослідження показали, що значні рівні залишків імідокарбу зберігаються у тканинах великої рогатої худоби та овець протягом 6-ти місяців після застосування [14]. Однак у наших дослідженнях було встановлено, що вже на 4-ту добу після використання препарату, у вечірньому молоці виявили 46,0 мкг/кг імідокарбу, що не перевищувало гранично допустимої кількості речовини, оскільки згідно з визначеними чинними нормами для України (що є адекватні законодавству ЄС), допускається в реалізацію молоко, що містить 50 (та менше) мкг імідокарбу в 1 кг молока.

Описане високе співвідношення імідокарбу в молоці відносно плазми крові, що відображає його швидке проникнення з крові у молоко і накопичення завдяки добре відомому захопленню шляхом

іонізації препарату в молоці. Незважаючи на це, в літературі описані також випадки, коли концентрація імідокарбу була нижчою в молоці, ніж у плазмі крові [17].

Були виявлені суттєві відмінності в періоді елімінації імідокарбу з овечим та козячим молоком. Результати визначення залишків імідокарбу в молоці дрібних жуйних вказують на необхідність великої обережності при визначенні періоду його виведення, особливо при екстраполяції даних з великої рогатої худоби. У овець, як і у великої рогатої худоби, після одноразової ін'єкції в рекомендованій дозі 2,4–3 мг/кг середня концентрація імідокарбу в молоці знижується нижче гранично допустимого рівня, визначеного для коров'ячого молока, через 4–5 днів (10-те доїння). Однак у кіз, через високу мінливість елімінації лікарських засобів через молочну залозу, середні концентрації імідокарбу в молоці були вище допустимих меж ще й на 10-ту добу [21].

У молочних тварин екскреція молочної залози значною мірою сприяє повній елімінації лікарських засобів, тим самим модифікуючи елімінаційний режим відповідно до різних фізіологічних умов (доїння або сухостійний період) [22].

Висновки

1. На 4-ту добу після використання препарату «Імкар-120» у рекомендованій дозі 2 мл/100 кг м.т., (що адекватне 2,4 мг/кг м.т. імідокарбу дипропіонату), в молоці дослідних корів виявляли майже гранично допустиму законодавством концентрацію імідокарбу (46 мкг/кг). У наступні шість днів спостережень рівень залишків діючої речовини препарату щодобово продовжував плавно знижуватися.

2. Зважаючи на те, що імідокарбу дипропіонат, діюча основа вітчизняного дженеричного препарату «Імкар-120», виводиться з молоком у терміни, які збігаються з аналогічними засобами від європейських виробників (Carbesia – виробництва MSD Intervet; Imofen-120 – виробництва компанії Interchemi werken «De Adellar» Esti A.C. та ряду інших), то він може бути рекомендований для лікування лактуючих корів у разі babesioзної та анаплазмозної інвазій.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні періоду виведення імідокарбу в інших видів продуктивних тварин – овець та кіз.

References

1. Urkkhart, G. M., Ermur, Dzh., Dunkan, Dzh., Dann, A. M., & Dzhennings, F. V. (2000). *Veterinarnaya parazitologiya*. Moskva: Akvarium [In Russian].
2. Mosqueda, J., Olvera-Ramirez, A., Aguilar-Tipacamu, G., & Canto, G. J. (2012). Current advances in detection and treatment of babesiosis. *Current Medicinal Chemistry*, 19 (10), 1504–1518. doi: 10.2174/092986712799828355
3. Jacob, S. S., Sengupta, P. P., Paramanandham, K., Suresh, K. P., Chamuah, J. K., Rudramurthy, G. R., & Roy, P. (2020). Bovine babesiosis: An insight into the global perspective on the disease distribution by systematic review and meta-analysis. *Veterinary Parasitology*, 283, 109136. doi: 10.1016/j.vetpar.2020.109136
4. Galat, V. F., Berezovsky, A. V., Soroka, N. M., Prus, M. P., Yevstaf'yeva, V. O., & Halat, M. V. (2014). *Globalna parazitologiya*. DIA [In Ukrainian].
5. Prus, M. P., Berezovsky, A. V., Galat V. F., Krasnyanchuk, I. V., & Semenko, O. V. (2005). *Rekomendatsiyi z diahnozyky babezioziv sviys'kykh tvaryn ta zakhody borot'by z nymy*. Kyiv [In Ukrainian].
6. Levytska, V. A., Berezovsky, A. V., & Mushinsky, A. B. (2020). Diahnozyka ta likuvannya babeziozu u sobak, osoblyvosti zastosuvannya ukrayins'kykh terapevtychnykh preparativ. *Ahrarnyy Visnyk Prychornomor'ya*, 97, 24–32. doi: 10.37000/abbsl.2020.97.03 [In Ukrainian].
7. Ministerstvo okhorony zdorov'ya Ukrayiny. *Nakaz № 2646 vid 23.12.2019 Pro zatverdzhennya Pokaznykiv bezpechnosti kharchovykh produktiv "Maksymal'ni mezhi (rivni) zalyshkiv aktyvnykh rehovyn veterynarnykh preparativ u kharchovykh produktakh tvarynnoho pokhodzhennya"* [In Ukrainian].
8. Gorzheev, V. M., Kotsymbas, I. Y., Kosenko, Y. M., Muzyka, V. P., Velichko, V. A., Yanovich, D. V., Chaykovskaya, A. I., & Zaruma, L. Ye. (2013). *Dovidnyk veterynarnykh preparativ*. Lviv: Poster [In Ukrainian].
9. Loscher, W., Undemacht, F. R., Kroker, R. (2002). *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. Berlin: Pareu.
10. Adams, L. G., Corrier, D. E., & Williams, J. D. (1980). A study of the toxicity of imidocarb dipropionate in cattle. *Research in veterinary science*, 28 (2), 172–177.
11. Vial, H. J., & Gorenflot, A. (2006). Chemotherapy against babesiosis. *Veterinary parasitology*, 138 (1–2), 147–160. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.01.048

12. Papich, M. G., & Sykes, J. E. (Eds.). (2014). *Canine and Feline Infectious Diseases*, 66–86. doi: 10.1016/B978-1-4377-0795-3.00008-9
13. Jerram, L., & Willshire, J. (2019). Babesiosis in the UK and approach to treatment. *Livestock*, 24 (1), 18–24. doi: 10.12968/live.2019.24.1.18
14. Nolan-Smith, S. (2001). Imidocarb: Residues in cattle following administration of Imizol Injection at the recommended dose. *Schering-Plough Animal Health*, 808/195-D1142.
15. Traynor, I. M., Thompson, C. S., Armstrong, L., Fodey, T., Danaher, M., Jordan, K., Kennedy, D. G., & Crooks, S. R. (2013). Determination of imidocarb residues in bovine and ovine liver and milk by immunobiosensor. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & Risk Assessment*, 30 (6), 1108–1114. doi: 10.1080/19440049.2013.779752
16. Crescenzo, G., Lai, O., Belloli, C., Sasso, G. & Ormas, P. (2002). Validation of analytical methods for the determination of imidocarb in tissues and milk of cattle, sheep and goats. *Italian Journal of Food Science*, 14, 99–111.
17. Belloli, C., Lai, O. R., Ormas, P., Zizzadoro, C., Sasso, G., & Crescenzo, G. (2006). Pharmacokinetics and mammary elimination of imidocarb in sheep and goats. *Journal of Dairy Science*, 89 (7), 2465–2472. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72320-7
18. Inoue, K., Nunome, M., Hino T., & Oka, H. (2011). Determination of imidocarb in bovine tissues and milk samples by LC-MS/MS, *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 34 (18), 2149–2156. doi: 10.1080/10826076.2011.585484
19. Levytska, V. A., & Berezovskyi, A. V. (2019). Farmakolohichni doslidzhennia eksperymentalnoho preparatu Imkar-120. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (2), 119–125. doi: 10.31210/visnyk2019.02.15 [In Ukrainian].
20. Lai, O., Belloli, C., Crescenzo, G., Carofiglio, V., Ormas, P., Marangi, O., & Cagnardi, P. (2002). Depletion and bioavailability of imidocarb residues in sheep and goat tissues. *Veterinary and Human Toxicology*, 44 (2), 79–83.
21. World Health Organization (WHO) (2003). Evaluation of certain veterinary drug residues in food. 60th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *Technical Report Series*, WHO 918. Geneva, Switzerland.
22. Traynor, I. M., Thompson, C. S., Armstrong, L., Fodey, T., Danaher, M., Jordan, K., Kennedy, D. G., & Crooks, S. R. (2013). Determination of imidocarb residues in bovine and ovine liver and milk by immunobiosensor. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & Risk Assessment*, 30 (6), 1108–1114. doi: 10.1080/19440049.2013.779752

Стаття надійшла до редакції 19.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Левицька В. А., Березовський А. В., Мушинський А. Б. Визначення параметрів залишків дипропілату в молоці корів після застосування терапевтичних доз препарату Імкар-120. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 170–175.

© Левицька Вікторія Андріївна, Березовський Андрій Володимирович,
Мушинський Андрій Броніславович, 2020


original article | UDC 636.7:616.99:595.775.1 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.22

PECULIARITIES OF CTENOCEPHALIDES GENUS FLEAS' LOCALIZATION ON DOG BODY
K. O. Horb

 ORCID  [0000-0002-7657-2342](https://orcid.org/0000-0002-7657-2342)

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

 E-mail: horbksenia1992@gmail.com
How to Cite

Horb, K. O. (2020). Peculiarities of Ctenocephalides genus fleas' localization on dog body. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 176–182. doi: 10.31210/visnyk2020.04.22

Parasitic disease caused by Ctenocephalides genus fleas is one of important problems in veterinary and human medicine. Ctenocephalosis is considerably spread among dogs and it also dangerous for human health. The invasion is accompanied by itching, restlessness, dermatitis, and anemia, growth and development retardation, especially of young animals. That is why timely and exact disease diagnosing is important, which will allow to conduct effectively the measures of prevention and fighting. The aim of the research was to study the peculiarities of ctenocephalosis causative agents' localization on the infected dogs' body. According to the results of conducted parasitological examinations, it has been established that fleas of *Ct. canis* and *Ct. felis* species can be localized in any part of animal body. However, places of their localization on the dog body vary considerably. Parasitic insects of *Ct. felis* species were mostly found in the region of the median dorsal line of animals' back (the average intensity of invasion made 4.06 specimens of imago fleas per dog) and in the inguinal region (the average intensity of invasion made 4.56 specimens per dog). At the same time, blood-sucking external parasites of *Ct. canis* species were mainly localized in the region of the tuber ischii (the average intensity of invasion made 2.55 specimens per dog). While comparing the indices of distributing fleas of various species on the dog body, reliable differences were established. The number of fleas of *Ct. felis* species was more in the region of the median dorsal line by 70.19 % ($P < 0.001$), than the number of *Ct. canis* (1.24 ± 0.45 specimens per head.). In the region of the tuber ischii on the dog body, the domination of *Ct. canis* (by 51.37 %, $P < 0.001$) over *Ct. felis* (1.24 ± 0.45 specimens per head.) was found. In the region of the left lateral animal body part, fleas of *Ct. felis* species prevailed (by 16.08 %, $P < 0.05$) over *Ct. canis* (1.20 ± 0.40 specimens per head). In the region of the right lateral body part, the number of fleas of various species did not differ reliably and varied from 1.35 ± 0.63 specimens per head (in *Ct. canis*) to 1.45 ± 0.68 specimens per head (in *Ct. felis*). In the inguinal region of the examined dogs' body, fleas of *Ct. felis* species prevailed (by 74.34 %, $P < 0.001$) over the fleas of *Ct. canis* species (1.17 ± 0.38 specimens per head).

Key words: dogs, ctenocephalosis, external parasites, places of localization, intensity of invasion.

ОСОБЛИВОСТІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ БЛІХ РОДУ CTENOCEPHALIDES НА ТІЛІ СОБАК
К. О. Горб

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Однією з важливих проблем ветеринарної і гуманної медицини є паразитарне захворювання, викликане блохами роду *Ctenocephalides*. Ктеноцефаліоз характеризується значним поширенням серед собак, а також становить небезпеку для здоров'я людини. Інвазія супроводжується свербіжем, запаленням, розвитком дерматиту та анемії, відставанням у рості й розвитку, особливо молодня-

ку. Тому важливим є своєчасне і точне діагностування інвазії, що дасть змогу ефективно провести заходи з профілактики і боротьби. Метою досліджень було вивчити особливості локалізації збудників ктеноцефальозу на тілі інвазованих собак. За результатами проведених паразитологічних досліджень встановлено, що блохи видів *Ct. canis* та *Ct. felis* можуть локалізуватися в будь-якій ділянці тіла тварини. Однак місця їхнього перебування на тілі собак значно відрізняються. Паразитичних комах виду *Ct. felis* здебільшого виділяли на ділянці серединної дорсальної лінії спини тварин (середня інтенсивність інвазії становила 4,06 екземплярів імаго бліх у однієї собаки) та у пахвинній ділянці тіла (середня інтенсивність інвазії становила 4,56 екз./гол.). Водночас кровосисні ектопаразити виду *Ct. canis* переважно локалізувалися в області сідничного горба (середня інтенсивність інвазії становила 2,55 екз./гол.). При порівнянні показників розподілу бліх різних видів на тілі собак встановлено достовірні відмінності. На ділянці серединної дорсальної лінії спини в собак кількість бліх виду *Ct. felis* виявилася більшою на 70,19 % ($P < 0,001$), ніж *Ct. canis* ($1,24 \pm 0,45$ екз./гол.). В області сідничного горба на тілі собак спостерігається домінування виду *Ct. canis* (на 51,37 %, $P < 0,001$) над *Ct. felis* ($1,24 \pm 0,45$ екз./гол.). У ділянці лівої бічної частини тулуба тварини переважили блохи виду *Ct. felis* (на 16,08 %, $P < 0,05$) порівняно з показниками *Ct. canis* ($1,20 \pm 0,40$ екз./гол.). На ділянці правої бічної частини тіла кількість різних видів бліх достовірно не відрізнялася і коливалася в межах від $1,35 \pm 0,63$ екз./гол. (у *Ct. canis*) до $1,45 \pm 0,68$ екз./гол. (у *Ct. felis*). В області пахвинної ділянки тіла в обстежених собак переважали блохи виду *Ct. felis* (на 74,34 %, $P < 0,001$) відносно показників *Ct. canis* ($1,17 \pm 0,38$ екз./гол.).

Ключові слова: собаки, ктеноцефальоз, ектопаразити, місця локалізації, інтенсивність інвазії.

Вступ

У сучасних умовах найбільш часто серед домашніх м'ясоїдних тварин реєструються арахноентомози, спричинені ектопаразитами, з яких провідне місце займають блохи. Зона їхнього розповсюдження дуже велика. Ці кровосисні комахи трапляються повсюдно. Ареал проживання бліх переважно пов'язаний з помірною і субтропічною кліматичними зонами [1–5]. Значно розповсюджений серед домашніх собак і котів ктеноцефальоз, що спричиняється блохами видів *Ctenocephalides canis* і *Ctenocephalides felis*. За даними багатьох дослідників, зараженість тварин може сягати понад 50 % [6–9].

Домінуючим видом бліх, що уражає собак у США, Мексиці та Західній Європі є *Ct. felis felis*, тоді як у деяких країнах Центральної та Східної Європи, а також в Ірландії та Аргентині на собаках переважно виявляли бліх виду *Ct. canis* [10–13]. У котів основним видом бліх є *Ct. felis felis* незалежно від географічного регіону [14, 15].

Особливістю способу життя бліх є властивий їм фазовий паразитизм, обумовлений існуванням вільноживучої личинки, а також зв'язок імаго з двома різними елементами мікробіотопів – зовнішнім середовищем і тілом хазяїна. Це зумовлює необхідність формування в імаго бліх адаптації до перебування в різних умовах – на тілі тварини і в субстраті його мешкання. Личинки бліх під час метаморфозу достатньо вибагливі не тільки до харчових ресурсів, а й до низки абіотичних факторів, насамперед до вологості, що лімітує кількість ділянок, які є ідеальними для розвитку цих ектопаразитів [16, 17].

Блохи, що вийшли з кокона, можуть прожити кілька днів без живлення кров'ю. За умови температури 5–15 °C і 70–90 % вологості *Ct. canis* виживають 7 діб, *Ct. felis* – 10 діб [18]. Результати різних досліджень свідчать, що рівень виживання імаго в голодному стані підвищується зі збільшенням вологості і зниженням температури. Низький рівень відносної вологості при температурі замерзання призводить до загибелі імаго бліх без наявності хазяїна. Протягом теплої пори року блохи не можуть виживати більше тижня під час відсутності хазяїна [19, 20].

За наявності ктеноцефальозу зараження відбувається у зовнішньому середовищі, а також при безпосередньому контакті з тваринами, через предмети догляду, а також гризунів, які є переносниками кровосисних ектопаразитів [21]. Блохи живляться кров'ю, і тому масове ураження тварин цими паразитичними комахами призводить до різних патологій, а саме: знижується імунітет, спостерігаються алергічні реакції, виникають дерматити тощо. Після інкубаційного періоду, як правило, спостерігається активний розвиток інвазії, який характеризується запальними реакціями у шкірі, порушенням її нормофлори, що ускладнює патологічний процес. Щонайбільше дерматити, спричинені паразитуванням бліх, можуть призводити до тривалого лікування тварини, а також є високий ризик реінвазії у разі недотримання курсу лікування та відсутності належної профілактики [5, 22].

Зважаючи на вищезазначене, важливим є своєчасне і точне діагностування інвазії, що дасть змогу ефективно провести заходи з профілактики і боротьби. Тому метою наших досліджень було вивчити

особливості локалізації збудників ктеноцефальозу на тілі інвазованих собак. Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: встановити показники інвазованості собак *Ct. canis* та *Ct. felis* залежно від анатомічної ділянки тіла тварини; провести порівняння місць локалізації бліх видів *Ct. canis* та *Ct. felis* на різних ділянках тіла собак.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2019–2020 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах ветеринарного сервісу «Vetexpert» (м. Полтава).

Усього досліджено 125 собак віком від 6 місяців до 8 років, господарі яких зверталися до ветеринарного сервісу. Популяцію бліх видів *Ct. canis* та *Ct. felis* на тілі собак оцінювали за їх кількістю на п'яти анатомічних ділянках: 1 – серединної дорсальної лінії (*linea dorsalis medianum*), 2 – сідничного горба (*tuberis chiadicum*), 3 – лівої бічної частини (*pars lateralis sinister*), 4 – правої бічної частини (*pars lateralis dexter*), 5 – пахвинної ділянки (*regioin guinalis*). Виділення бліх з тіла тварин проводили шляхом розчісування їх пластиком дрібнозубним спеціальним гребінцем на кожній анатомічній ділянці. Зібраних комах фіксували у 70 % етиловому спирті. Ідентифікацію видів виділених паразитичних комах встановлювали при мікроскопії за морфологічними таксономічними ознаками згідно з визначником [23]. Розраховували інтенсивність інвазії (ІІ, екз./гол.).

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакету прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартне відхилення (SD) і середні значення (М). Достовірність відмінностей середніх величин у досліджуваних групах визначали за допомогою методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера. Значення $P < 0,05$ вважали достовірним.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що місця локалізації бліх видів *Ct. canis* та *Ct. felis* на тілі собак мали певні відмінності (рис. 1).

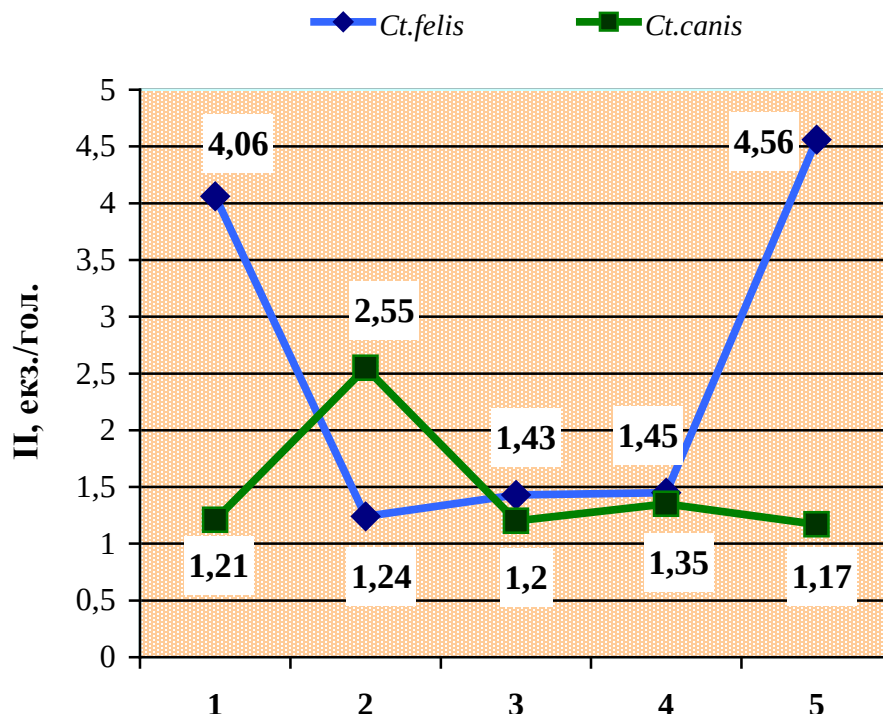
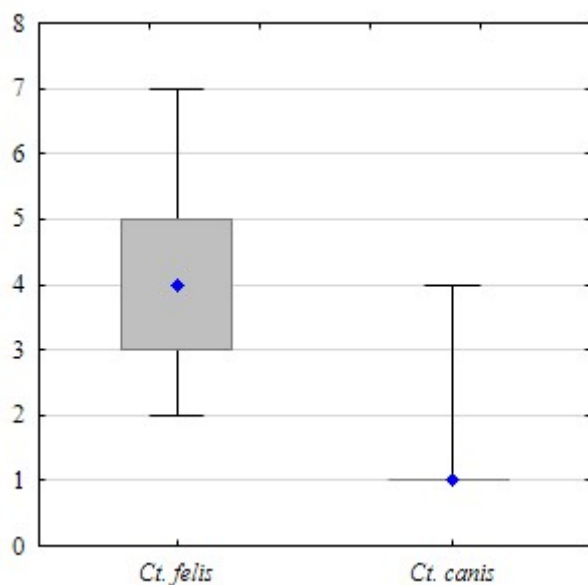


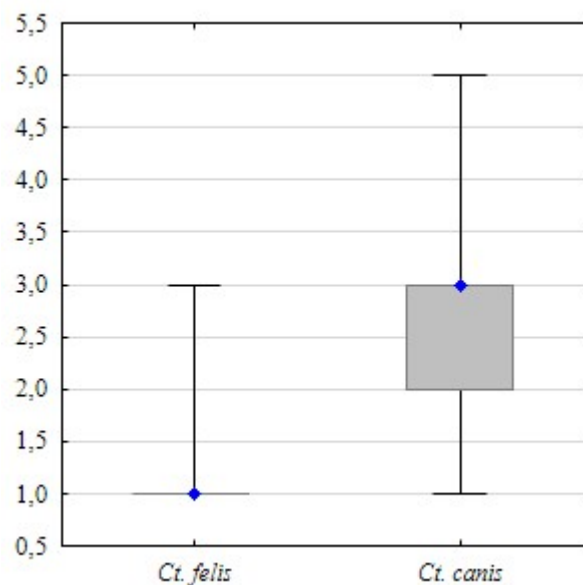
Рис. 1. Показники інтенсивності інвазії *Ct. canis* та *Ct. felis* на тілі собак:
1 – серединна дорсальна лінія, 2 – сідничний горб, 3 – ліва бічна частина, 4 – права бічна частина, 5 – пахвинна ділянка

Паразитичні комахи виду *Ct. felis* локалізувалися переважно на ділянці серединної дорсальної лінії на спині тварин, де виявляли 4,06 екз./гол., а також у пахвинній ділянці, де П становила 4,56 екз./гол. На інших ділянках тіла тварини показники П коливалися в межах від 1,24 до 1,45 екз./гол. Найбільшу кількість бліх виду *Ct. canis* виявляли в області сідничного горба, де П становила 2,55 екз./гол. На інших ділянках тіла у досліджених собак показники П коливалися в межах від 1,17 до 1,35 екз./гол.

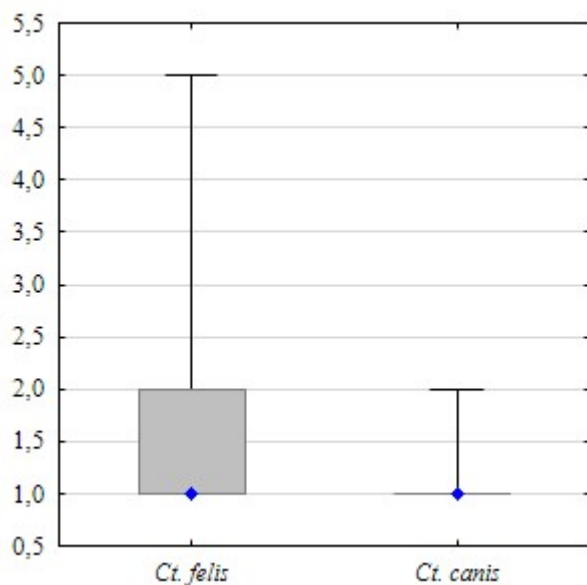
При порівнянні розподілу бліх різних видів на тілі собак встановлено достовірні відмінності (рис. 2).



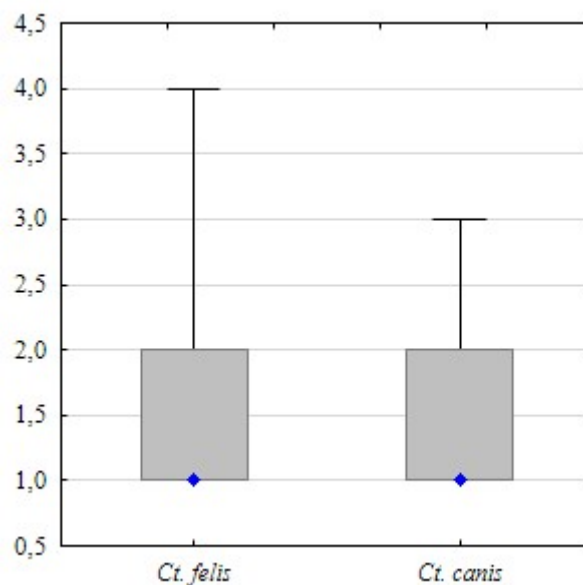
1



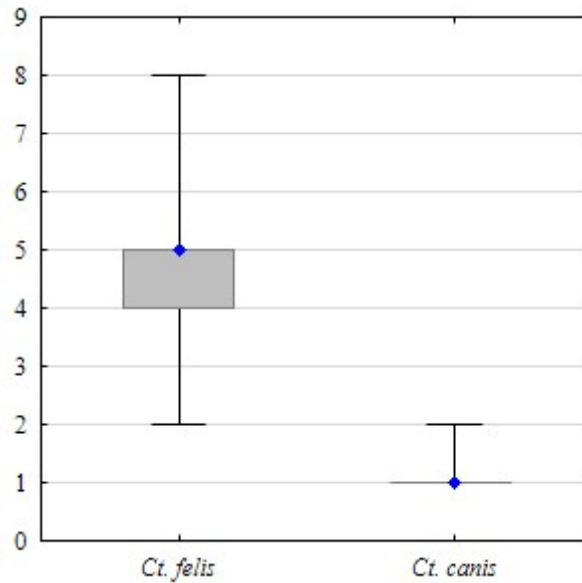
2



3



4



5

Рис. 2. Розподіл бліх видів *Ct. canis* та *Ct. felis* залежно від анатомічної ділянки тіла собаки:

1 – серединна дорсальна лінія, 2 – сідничний горб,
3 – ліва бічна частина, 4 – права бічна частина, 5 – пахвинна ділянка

На ділянці серединної дорсальної лінії спини собак кількість бліх виду *Ct. felis* виявилася більшою на 70,19 % ($4,06 \pm 0,93$ екз./гол., $P < 0,001$), ніж бліх виду *Ct. canis* ($1,24 \pm 0,45$ екз./гол.). В області сідничного горба встановлено домінування виду *Ct. canis* на 51,37 % ($2,55 \pm 0,93$ екз./гол., $P < 0,001$) над *Ct. felis* ($1,24 \pm 0,45$ екз./гол.). У ділянці лівої бічної частини тулуба переважали блохи виду *Ct. felis* на 16,08 % ($1,43 \pm 0,75$ екз./гол., $P < 0,05$) над видом *Ct. canis* ($1,20 \pm 0,40$ екз./гол.). На ділянці правої бічної частини тіла кількість різних видів бліх не відрізнялася і коливалася від $1,35 \pm 0,63$ екз./гол. (у *Ct. canis*) до $1,45 \pm 0,68$ екз./гол. (у *Ct. felis*). В області пахвинної ділянки переважали блохи виду *Ct. felis* на 74,34 % ($4,56 \pm 1,04$ екз./гол., $P < 0,001$) відносно показників *Ct. canis* ($1,17 \pm 0,38$ екз./гол.).

Отже, нами виявлено, що блохи різних видів мають свою специфічну локалізацію на тілі тварини. *Ct. felis* має тропізм до таких ділянок тіла: на спині вздовж хребта та внутрішній поверхні стегна. Водночас блохи виду *Ct. canis* мають тропізм до області сідничного горба у собак. На нашу думку, така специфічна локалізація пов'язана з антагоністичними відносинами між досліджуваними видами бліх. Таку ж думку підтверджують й інші науковці, які зазначають, що при паразитуванні у собак характерного для них виду бліх *C. canis*, блохи виду *C. felis* часто його витісняють. Це відбувається внаслідок того, що *C. canis* більш специфічний щодо хазяїна і більш вибагливий до умов існування, ніж *C. felis* [24]. Окремі дослідники зазначають, що при діагностиці ктеноцефалозу м'ясоїдних тварин необхідно враховувати тропізм бліх до певних ділянок тіла тварини, а також їх постійну рухливість на тілі хазяїна [25, 26].

Висновки

Встановлено, що тропізм бліх до різних анатомічних ділянок тіла залежить від видової приналежності кровосисних комах. Блохи виду *Ct. felis* локалізуються переважно в області серединної дорсальної лінії спини тварин ($4,06 \pm 0,93$ екз./гол., $P < 0,001$), лівої бічної частини тулуба ($1,43 \pm 0,75$ екз./гол., $P < 0,05$) та пахвинної ділянки ($4,56 \pm 1,04$ екз./гол., $P < 0,001$). Блохи виду *Ct. canis* домінують в області сідничного горба ($2,55 \pm 0,93$ екз./гол., $P < 0,001$).

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити терапевтичну ефективність сучасних лікарських засобів за наявності ктеноцефалозу в собак.

References

1. Dobler, G., & Pfeffer, M. (2011). Fleas as parasites of the family Canidae. *Parasites & Vectors*, 4, 139. doi: 10.1186/1756-3305-4-139
2. Bitam, I., Dittmar, K., Parola, P., Whiting, M. F., & Raoult, D. (2010). Fleas and flea-borne diseases.

International Journal of Infectious Diseases, 14 (8), 667–676. doi: 10.1016/j.ijid.2009.11.011

3. Beck, W., Boch, K., Mackensen, H., Wiegand, B., & Pfister, K. (2006). Qualitative and quantitative observations on the flea population dynamics of dogs and cats in several areas of Germany. *Veterinary Parasitology*, 137 (1–2), 130–136. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.12.021

4. Bond, R., Riddle, A., Mottram, L., Beugnet, F., & Stevenson, R. (2007). Survey of flea infestation in dogs and cats in the United Kingdom during 2005. *Veterinary Record*, 160 (15), 503–506. doi: 10.1136/vr.160.15.503

5. Farkas, R., Gyurkovszky, M., Solymosi, N., & Beugnet, F. (2009). Prevalence of flea infestation in dogs and cats in Hungary combined with a survey of owner awareness. *Medical and Veterinary Entomology*, 23 (3), 187–194. doi: 10.1111/j.1365-2915.2009.00798.x

6. Rust, M. K. (2005). Advances in the control of *Ctenocephalides felis* (cat flea) on cats and dogs. *Trends in Parasitology*, 21 (5), 232–236. doi: 10.1016/j.pt.2005.03.010

7. Wells, K., Beaucournu, J. C., Durden, L. A., Petney, T. N., Lakim, M. B., & O'Hara, R. B. (2012). Ectoparasite infestation patterns of domestic dogs in suburban and rural areas in Borneo. *Parasitology Research*, 111 (2), 909–919. doi: 10.1007/s00436-012-2917-7

8. Lawrence, A. L., Brown, G. K., Peters, B., Spielman, D. S., Morin-Adeline, V., & Šlapeta, J. (2014). High phylogenetic diversity of the cat flea (*Ctenocephalides felis*) at two mitochondrial DNA markers. *Medical and Veterinary Entomology*, 28 (3), 330–336. doi: 10.1111/mve.12051

9. Changbunjong, T., Buddhironkawatr, R., Suwanpakdee, S., Siengsan, J., Yongyuttawichai, P., Cheewajorn, K., Jangjaras, J., Sangloun, C., & Ratanakorn, P. (2009). A survey of ectoparasitic arthropods on domestic animals in Tak Province, Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 40 (3), 435–442.

10. Gracia, M. J., Calvete, C., Estrada, R., Castillo, J. A., Peribáñez, M. A., & Lucientes, J. (2008). Fleas parasitizing domestic dogs in Spain. *Veterinary Parasitology*, 151 (2–4), 312–319. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.10.006

11. Harman, D. W., Halliwell, R. E., & Greiner, E. C. (1987). Flea species from dogs and cats in north-central Florida. *Veterinary Parasitology*, 23 (1–2), 135–140. doi: 10.1016/0304-4017(87)90031-8

12. Koutinas, A. F., Papazahariadou, M. G., Rallis, T. S., Tzivara, N. H., & Himonas, C. A. (1995). Flea species from dogs and cats in northern Greece: environmental and clinical implications. *Veterinary Parasitology*, 58 (1–2), 109–115. doi: 10.1016/0304-4017(94)00706-i

13. González, A., Castro, D., & González, S. (2004). Ectoparasitic species from *Canis familiaris* (Linné) in Buenos Aires province, Argentina. *Veterinary Parasitology*, 120 (1–2), 123–129. doi: 10.1016/j.vetpar.2003.12.001

14. Cruz-Vazquez, C., Castro Gamez, E., Parada Fernandez, M., & Ramos Parra, M. (2001). Seasonal occurrence of *Ctenocephalides felis felis* and *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera: Pulicidae) infesting dogs and cats in an urban area in Cuernavaca, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 38 (1), 111–113. doi: 10.1603/0022-2585-38.1.111

15. Beresford-Jones, W. P. (1981). Prevalence of fleas on dogs and cats in an area of central London. *Journal of Small Animal Practice*, 22 (1), 27–29. doi: 10.1111/j.1748-5827.1981.tb01388.x

16. Fadeeva, A. N., & Gorchakova, N. G. (2016). Parazitarnye bolezni domashnih plotojadnyh v uslovijah Nizhnego Novgoroda. *Veterinarija*, 6, 33–35 [In Russian].

17. Ahn, K. S., Huh, S. E., Seol, S. W., Kim, H. J., Suh, K. H., & Shin, S. (2018). *Ctenocephalides canis* is the dominant flea species of dogs in the Republic of Korea. *Parasites & Vectors*, 11 (1), 196. doi: 10.1186/s13071-018-2769-9.

18. Krämer, F., & Mencke, N. (2001). *Flea Biology and Control*. doi: 10.1007/978-3-642-56609-7

19. Rust, M. K., & Dryden, M. W. (1997). The biology, ecology, and management of the cat flea. *Annual Review of Entomology*, 42, 451–473. doi: 10.1146/annurev.ento.42.1.451

20. Ashwini, M. S., Puttalakshamma, G. C., Mamatha, G. S., Chandra Naik, B. M., & Thimmareddy, P. M. (2017). In-vitro studies on biology of *Ctenocephalides orientis* fleas infesting sheep and goat. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (2), 339–342.

21. Durden, L. A., & Hinkle, N. C. (2009). *Fleas (Siphonaptera)*. In *medical and veterinary entomology*. 2nd edition. San Diego: Academic Press, USA.

22. Sousa, C. A. (1997). Fleas, flea allergy, and flea control: a review. *Dermatology Online Journal*, 3 (2), 7.

23. Wall, R., & Shearer, D. (2001). *Veterinary ectoparasites: biology, pathology and control*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science Ltd.

24. Linardi, P. M., & Nagem, R. L. (1973). Pulicídeos e outros ectoparasitos de cães de Belo Horizonte e municípios vizinhos. *Revista Brasileira de Biologia*, 33 (4), 529–537.
25. Paterson, S. (2000). *Kozhnye bolezni sobak*. Moskva: Akvarium LTD [In Russian].
26. Wilkinson, G. T., & Harvey, R. G. (1994). *Color atlas of small animal dermatology: a guide to diagnosis*. London: Mosby Ltd.

Стаття надійшла до редакції 19.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Горб К. О. Особливості локалізації бліх роду *Ctenocephalides* на тілі собак. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 176–182.

© Горб Ксенія Олегівна, 2020



original article | UDC 636.7.09:616.995.428:616-036.2(477.53-25) |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.23

EPIZOOTIC PECULIARITIES OF DOG DEMODECOSIS IN THE TOWN OF POLTAVA

S. O. Kravchenko*

V. V. Melnychuk

N. S. Kanivets

T. L. Burda

ORCID  [0000-0002-7420-9320](https://orcid.org/0000-0002-7420-9320)

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

ORCID  [0000-0001-9520-2999](https://orcid.org/0000-0001-9520-2999)

ORCID  [0000-0002-2262-9040](https://orcid.org/0000-0002-2262-9040)

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

*Corresponding author

E-mail: terapia@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kravchenko, S. O., Melnychuk, V. V., Kanivets, N. S., & Burda, T. L. (2020). Epizootic peculiarities of dog demodecosis in the town of Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 183–188. doi: 10.31210/visnyk2020.04.23

Demodecosis invasion is one of the most wide-spread dog acarine diseases irrespective of animal age, sex, and breed. It is known that the disease can be caused by several tick species, such as *Demodex canis* (Leydig, 1859), *Demodex injai* (Desch & Hillier, 2003), and *Demodex sp. cornei*. These ticks somehow differ from each other as to their morphological structure, localization place, however, they are united by expressed pathological influence affecting dog organism. In most cases the disease is chronic and is treated with difficulty leading to considerable economic losses. Though the disease is wide-spread, many problems connected with epizootology have remained insufficiently studied, which complicates developing the measures of fighting and preventing the disease in several regions. That is why the aim of the research was to establish the spreading of dog demodecosis in the town of Poltava, the regularities of age dynamics, and also breed susceptibility. The study was conducted in the laboratory of the Department of parasitology and veterinary-sanitary expert examination and veterinary clinic of private entrepreneur Lokes-Krupka T. P. at the Department of therapy named after Prof. P. I. Lokes at Poltava State Agrarian Academy. Demodecosis was diagnosed using the improved technique of V.O. Yevstafieva and others, applying the mixture of bishofite and glycerin, one part to one. 562 dogs of twelve breeds (utility, hunting and decorative) and non-pedigree animals were subjected to acarological examination. The dogs were divided into five age groups (to one year of age, from one to three, from three to six, from six to nine, and more than nine years old). During the studies it has been established that dogs in Poltava are infected with *Demodex canis*, Leydig, 1859 demodecosis causative agent. Prevalence of infection made 7.29 %, on the average. It has been proven that the age of dogs considerably affects the index of infection. The maximum prevalence of infection was registered in dogs of two age groups – from 1 to three and older than 9 years of age ($EI=33.49$ and 29.14 %, respectively). The dogs younger than 12 months were the least infected ($EI=18.45$ %). According to the research results, it has been established that the indices of the prevalence of demodecosis infection depended on dogs' breed peculiarities. Hunting and non-pedigree animals turned out to be the most infected with demodecosis causative agent. The infection index of hunting breeds made 41.46 %, while it was 26.83 % in non-pedigree dogs. The animals of decorative breeds were the least susceptible to the disease, the average prevalence of infection in this group made 12.21 %.

Key words: dogs, external parasites, demodecosis, age susceptibility, spreading.

С. О. Кравченко, В. В. Мельничук, Н. С. Канівець, Т. Л. Бурда

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Демодекозна інвазія є однією з найпоширеніших акарозних хвороб серед собак незалежно від віку, статі та породи тварин. Відомо, що захворювання можуть викликати декілька видів кліщів, а саме *Demodex canis* (Leydig, 1859), *Demodex injai* (Desch & Hillier, 2003) та *Demodex sp. cornei*. Ці кліщі певною мірою відмінні між собою за морфологічною будовою, місцем локалізації, проте їх об'єднує виразний патогенний вплив, який вони чинять на організм собак. Переважно хвороба має хронічний перебіг і важко піддається лікуванню, тому завдає значних економічних затрат. Незважаючи на широке поширення демодекозу, багато питань епізоотології залишаються недостатньо вивченими, що ускладнює розробку заходів боротьби і профілактики цього захворювання в окремих регіонах. Тому мету цього дослідження – це необхідність з'ясувати розповсюдження демодекозу собак в умовах м. Полтави, закономірності вікової динаміки, а також порідної сприйнятливості. Роботу виконували на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи та клініки ветеринарної медицини «ФОП Локес-Крупка Т. П.» при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавської державної аграрної академії. Діагноз на демодекоз встановлювали, застосовуючи удосконалену методику В. О. Євстаф'євої та ін., з використанням суміші «Бішофіту» та гліцерину у співвідношенні 1 : 1. Акарологічне дослідження за дослідний період зробили 562 собакам дванадцяти порід (службові, мисливські, декоративні) та безпорідні, яких було розділено на п'ять вікових груп (собаки до одного року, від одного до трьох років, від трьох до шести років, від шести до дев'яти та собаки віком понад дев'ять років). Під час проведених досліджень встановлено, що собаки на території м. Полтави уражені збудником демодекозу *Demodex canis*, Leydig, 1859. Інвазованість собак в середньому становила 7,29 %. Доведено, що вік тварин істотно впливає на показник інвазованості. Максимальну екстенсивність інвазії зареєстровано в собак двох вікових груп – тварин віком 1–3 роки та старше 9 років ($EI=33,49$ та $29,14$ % відповідно). Найменш ураженими були собаки до 12-ти місячного віку ($EI=18,45$ %). За результатами досліджень встановлено, що показники екстенсивності демодекозної інвазії залежали від породних особливостей собак. Найбільш ураженими збудником демодекозу виявилися собаки мисливських порід та безпорідні тварини. У собак мисливських порід показник інвазованості сягав $41,46$ %, натомість у безпорідних цей показник становив $26,83$ %. Тварини декоративних порід виявилися найменш сприйнятливими до захворювання, середня інвазованість у цій групі собак склала $12,21$ %.

Ключові слова: собаки, ектопаразити, демодекоз, вікова сприйнятливість, поширення.

Вступ

Серед хвороб шкіри у м'ясоїдних тварин переважно становлять акарозні захворювання [1–5]. Особливе місце серед них посідає демодекоз. У домашніх собак збудником захворювання щонайбільше є кліщі *Demodex canis* (Leydig, 1859), які локалізуються у волосяних фолікулах та сальних і потових залозах та мають видовжену форму тіла [6–9]. Також нещодавно виділено види *Demodex injai* (Desch & Hillier, 2003) [10–12] та *Demodex sp. cornei* [13, 14]. Останній має коротку форму тіла та паразитує на поверхні шкіри тварин [15].

Ураженість собак збудником демодекозу спостерігають та описують науковці багатьох країн світу [16–18], зокрема реєструють хворобу і в Україні [19–21].

Як свідчать публікації, спостерігається постійна тенденція до зростання кількості випадків ураження собак демодекозом. З одного боку, це зумовлено зростанням популяції бездоглядних тварин, які є джерелом інвазії, а з іншого – низькою культурою ветеринарного обслуговування, недостатньою роз'яснювальною роботою серед пересічних собаководів [1, 21].

Загальновизнаним фактом є те, що ефективність комплексних заходів боротьби з паразитарними захворюваннями, зокрема, у разі демодекозу собак, значною мірою залежить не лише від знання особливостей біології розвитку, методів діагностики та лікування, а й від вивчення особливостей епізоотології відповідної інвазії на конкретній території. Тому вивчення епізоотологічної ситуації щодо демодекозу собак постає важливим науковим питанням, що потребує уважного вивчення. Отже, визначена проблема є актуальною.

Зважаючи на вищевикладене, ми визначили мету роботи: з'ясувати розповсюдження демодекозу

собак в умовах м. Полтави, а також закономірності вікової динаміки та порідної сприйнятливості.

Серед завдань досліджень: за результатами паразитологічних досліджень визначити показники екстенсивності інвазії в собак кліщами роду *Demodex* у м. Полтаві; визначити сприйнятливість собак різних вікових груп та порід до демодекозу.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження поширення демодекозу собак виконували впродовж 2017–2020 рр. в умовах клініки ветеринарної медицини «ФОП Локес-Крупка Т. П.» при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса, паразитологічні дослідження – на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

Захворюваність собак на демодекоз на території м. Полтави досліджували на тваринах, що надходили до клініки ветеринарної медицини. Виявлення кліщів *Demodex* та визначення інтенсивності інвазії проводили мікроскопією зіскрібків за вдосконалим способом В. О. Євстаф'євої та ін. (2014) [22]. Для визначення ступеню ураженості собак використовували показник екстенсивності інвазії (EI).

З метою визначення породної сприйнятливості та вікової динаміки демодекозу в собак використовували результати обстеження тварин дванадцяти порід, серед яких були службові, мисливські, декоративні та безпородні собаки. Виділяли такі вікові групи: собаки до одного року, від одного до трьох років, від трьох до шести років, від шести до дев'яти та собаки віком понад дев'ять років. Усього було обстежено 562 тварини.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами акарологічних досліджень собак, які надходили до клініки ветеринарної медицини «ФОП Локес-Крупка Т. П.» при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса зі шкірними захворюваннями та підозрою на акарози виділено кліщів виду *Demodex canis*, Leydig, 1859 (рис. 1 а, б).



а



б

Рис. 1. Кліщі виду *Demodex canis* у зіскрібку зі шкіри:

а – х 50; б – х 100

Встановлено, що інвазованість собак збудником демодекозу в середньому становила 7,29 %.

Результати власних досліджень довели, що ступінь ураження собак залежав від віку тварин. Збудник демодекозу виявляли у всіх вікових групах собак. Варто відмітити, що показник екстенсивності інвазії не перевищував 35,00 %.

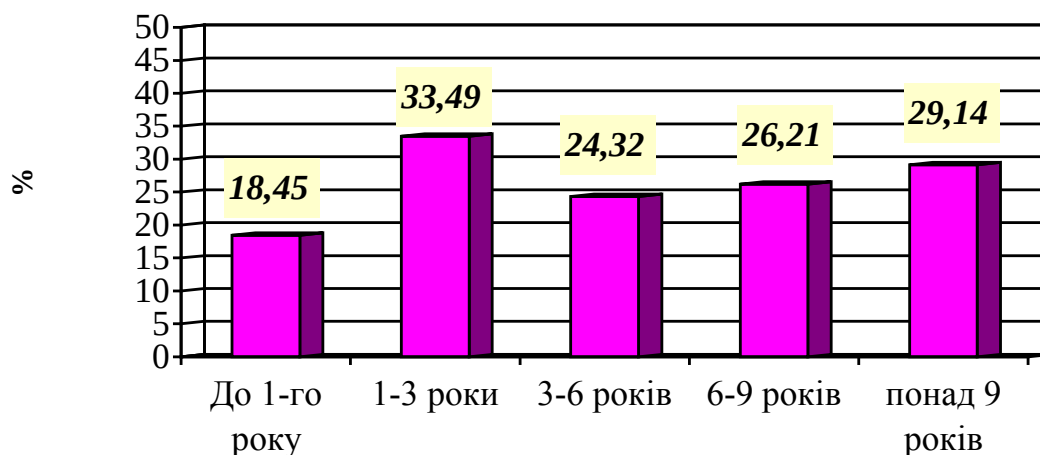


Рис. 2. Вікова динаміка інвазованості собак *Demodex canis*

Так, у молодняку до 12 місячного віку показник ураженості був найнижчим та становив 18,45 %. Максимальну екстенсивність інвазії демодексами зареєстровано у тварин віком 1–3 роки та старше 9 років (ЕІ=33,49 та 29,14 % відповідно). У тварин віком від 3 до 6 років і від 6 до 9 років показник інвазованості становив 24,32 й 26,21 % відповідно.

Отже, максимальну ураженість собак демодекозною інвазією зареєстровано у групах тварин віком від 1 до 3 років та понад 9 років. Отримані дані цілком узгоджуються з показниками інвазованості собак на території м. Кременчука Полтавської області отриманими авторами К. А. Гаврик, 2015 [23]. Також вони частково збігаються з даними, отриманими науковцями Богач М. В. та ін. [24] при дослідженні собак на демодекоз у м. Одесі. Часткову відмінність у показниках інвазованості ми пов'язуємо з кліматичними умовами, адже клімат у згаданому регіоні більш теплий та вологий, що своєю чергою сприяє більш стрімкому розповсюдженню захворювання серед сприйнятливих тварин.

Наступним етапом досліджень було вивчення породною сприйнятливості собак до інвазії (рис. 2).

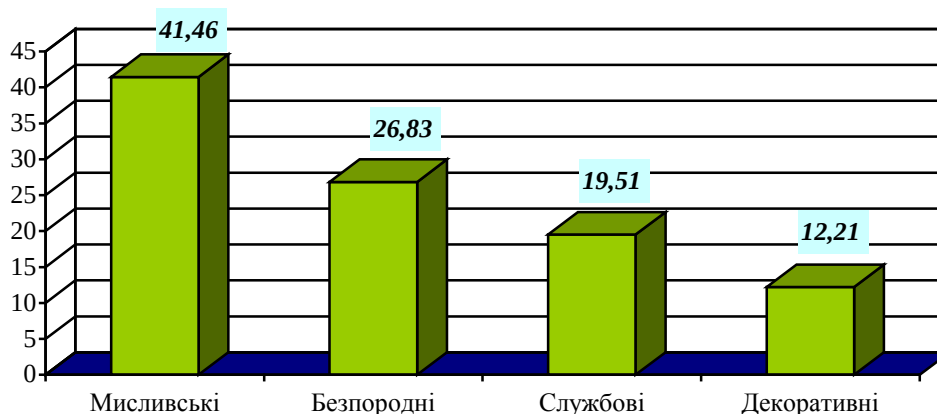


Рис. 2. Породна сприйнятливості собак до демодекозу

У результаті досліджень виявлено, що найбільша ЕІ характерна для собак мисливських порід (41,46 %) та безпородних (ЕІ=26,83 %). На нашу думку, це можна пояснити цільовим використанням тварин, їхнім способом життя та підвищеною травматизацією шкіри, що негативно впливає на природні захисні механізми шкірного покриву. Встановлено, що собаки службових порід хворіють значно рідше – 19,51 %. На нашу думку, це пояснюється належним доглядом та регулярними протипаразитарними обробками, зважаючи на високу господарську цінність таких собак. Необхідно відмітити, що собаки декоративних порід виявилися найменш ураженими демодексами – 12,21 %, що можна пояснити їх переважно квартирним утриманням та ветеринарним обслуговуванням. Зазначимо, що наші дослідження щодо породною сприйнятливості собак до демодекозної інвазії узгоджуються з даними ряду науковців [1, 4, 18, 20, 21, 25], які вказують на найбільшу сприйнятливості до акарозів саме со-

бак мисливських порід та безпорідних тварин.

Отже, проведені дослідження мають як теоретичну, так й практичну цінність для практикуючих лікарів ветеринарної медицини, адже розкривають наявну ситуацію з демодекозу собак на території м. Полтави, що своєю чергою має важливе значення при плануванні діагностичних заходів.

Висновки

З'ясовано, що демодекоз собак реєструється у м. Полтава, середня екстенсивність інвазії становить 7,29 %. У віковому аспекті найбільше уражаються тварини віком 1–3 роки та старше 9 років (EI=33,49 та 29,14 % відповідно). Найбільш сприйнятливими до хвороби є собаки мисливських порід (EI=41,46 %) та безпорідні (EI=26,83 %).

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності різних лікувальних схем у разі поєднання патогенетичної та симптоматичної терапії.

References

1. Yevstafieva, V. O., & Havryk, K. A. (2015). Spryiniatlyvist sobak riznykh porid do zbudnykiv demodekozu, otodektozu ta sarkoptozu. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 7 (37), 135–139 [In Ukrainian].
2. Túpez, G., & Nuntón, J. (2017). Prevalence of *Sarcoptes scabiei* in dogs (*Canis familiaris*) half bood through cutaneous scars in the district of Zarumilla. *Manglar*, 14 (1), 65–72. doi: 10.17268/manglar.2017.009
3. Zavodskih, A. V., & Shapovalov, A. S. (2008). Epizooticheskaya situatsiya po zaraznym boleznyam sobak i koshek v Moskovskoy oblasti. *Rossiyskiy Veterinarnyy Zhurnal «Melkie Domashnie Zhivotnye»*, 3, 14 [In Russian].
4. Golovina, O. V. (2007). Arahno-entomozy melkih domashnih zhivotnyh i metody borby s nimi. *Veterinarnaya Patologiya*, 3 (22), 46–47 [In Russian].
5. Six, R., Clemence, R., Thomas, C., Behan, S., Boy, M., Watson, P., & Jernigan, A. (2000). Efficacy and safety of selamectin against *Sarcoptes scabiei* on dogs and *Otodectes cynotis* on dogs and cats presented as veterinary patients. *Veterinary Parasitology*, 91 (3–4), 291–309. doi: 10.1016/s0304-4017(00)00300-9
6. Chen, C., Hou, C. C., & Bourdeau, P. J. (2002). Easy way to differentiate short-tailed demodectic mite from *Demodex canis*. *Veterinary Dermatology*, 13 (4), 211–229. doi: 10.1046/j.1365-3164.2002.00298_2.x
7. Tamura, Y., Moriyasu, I., Kawamura, Y., Inoue, I., & Ishino, S. (2000). A Case of Canine Demodectosis Complicated by *Demodex canis* and a Short-bodied (Unidentified) *Demodex* Mite. *Journal of the Japan Veterinary Medical Association*, 53 (10), 676–678. doi: 10.12935/jvma1951.53.676
8. Vidotto, O., Pereira, A. B. da L., Kroetz, I. A., Yamamura, M. H., Pereira, E. C. P., & Rocha, M. A. (1985). Estudos epidemiológicos sobre *demodex canis* em Londrina, PR. *Semina: Ciências Agrárias*, 6 (1), 36. doi: 10.5433/1679-0359.1985v6n1p36
9. Yevstafieva, V. O., & Lychman, A. S. (2020). Osoblyvosti perebihu demodekozu u skladi helmintoziv travnoho kanalu sobak. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 161–166. doi: 10.31210/visnyk2020.01.19 [In Ukrainian].
10. Fukui, Y., & Yamada, K. (2014). Efficacy of Topical Eprinomectin Treatment for *Demodex injai* Infection in a Shih Tzu. *The Japanese Journal of Veterinary Dermatology*, 20 (4), 223–225. doi: 10.2736/jjvd.20.223
11. Desch, C. E., & Hillier, A. (2003). *Demodex injai*: A new species of hair follicle mite (Acari: Demodicidae) from the domestic dog (Canidae). *Journal of Medical Entomology*, 40 (2), 146–149. doi: 10.1603/0022-2585-40.2.146
12. Sgarbossa, R. S. A. S., Sechi, G. V., Pacheco, B. D., Lucina, S. B., Paulo, M. R., Monti, F. D. S., & Farias, M. R. de. (2017). The epidemiological and clinical aspects of *Demodex injai* demodicosis in dogs: a report of eight cases. *Semina: Ciências Agrárias*, 38 (5), 3387. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n5p3387
13. Sivajothi, S., Sudhakara Reddy, B., & Rayulu, V. C. (2013). Demodicosis caused by *Demodex canis* and *Demodex cornei* in dogs. *Journal of Parasitic Diseases*, 39(4), 673–676. doi:10.1007/s12639-013-0405-3
14. Izdebska, J. N., & Rolbiecki, L. (2018). The status of *Demodex cornei* : description of the species and developmental stages, and data on demodectid mites in the domestic dog *Canis lupus familiaris*. *Medical and Veterinary Entomology*, 32 (3), 346–357. doi: 10.1111/mve.12304

15. Sivajothi, S., Sudhakara Reddy B., Nalini Kumari, K., & Rayulu. V.C. (2013). Morphometry Of Demodex Canis And Demodex Cornei In Dogs With Demodicosis In India. *International Journal of Veterinary Health Science & Research*, 6–8. doi: 10.19070/2332-2748-130002
16. Patra, G., Behera, P., Ghosh, S., Mohanta, D., Borthakur, S. K., Biswas, P., & Debbarma, A. (2019). Molecular Characterization of Chitin Synthase Gene of Demodex canis from Mizoram, India. *Acta Parasitologica*, 64 (1), 57–62. doi: 10.2478/s11686-018-00008-6
17. Oludunsin, F. O., ThankGod, O. E., Olayide, A. J., Augustine, O. O., Jokotola, A. O., Tolulope, O. S., & Simon, S. (2014). Death of a four-year-old German shepherd dog due to Demodex canis in Ibadan, Southwest Nigeria: a case report. *Research*, 1. doi: 10.13070/rs.en.1.887
18. Stolbova, O. A., & Skosyrskikh, L. N. (2018). Demodekosis of dogs in Tobolsk. *Veterinaria i Kormlenie*, (6), 50–51. doi: 10.30917/att-vk-1814-9588-2018-6-21 [In Russian].
19. Havryk, K. A. (2014). Osoblyvosti chutlyvosti do antybiotykyk mikroorhanizmiv, izolovanykh izshkiry sobak, khvorykh na demodekoz ta otodektoz. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (2), 176–178. doi: 10.31210/visnyk2014.02.37 [In Ukrainian].
20. Yevstafieva, V. O., & Havryk, K. A. (2015). Poshyrennia akaroziv sobak v umovakh m. Kremenchuka. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1–2), 91–94. doi: 10.31210/visnyk2015.1-2.18 [In Ukrainian].
21. Bohach, M. V., Yuskiv, I. D., Bohach, O. M., & Starkiv, V. D. (2020). Poshyrennia ta formy perebihu demodekozu sobak v umovakh mista Odesy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 251–256. doi: 10.31210/visnyk2020.03.29 [In Ukrainian].
22. Yevstafieva, V. O., Havryk, K. A., Melnychuk, V. V., & Havryk, B. A. (2014). *Patent Ukrainy № 98373*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
23. Havryk, K. A. (2015). Demodekoz ta sarkoptoidozy sobak v umovakh mista Kremenchuka (poshyrennia, klinichna patolohiia i likuvannia). *Candidates thesis*. Lviv [In Ukrainian].
24. Bogach, M. V., Yuskiv, I. D., Bogach, E. M., & Starkiv, V. D. (2020). Spreading and forms of dog demodicosis course in the city of Odesa. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 251–256. doi: 10.31210/visnyk2020.03.29
25. Stolbova, O. A. (2014). Vozrastnaja i porodnaja specifichnost' demodekoza sobak v uslovijah goroda Tjumeni. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovanija*, 6 Retrieved from: <http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=15698> [In Russian]

Стаття надійшла до редакції 20.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кравченко С. О., Мельничук В. В., Канівець Н. С., Бурда Т. Л. Епізоотологічні особливості перебігу демодекозу собак у місті Полтаві. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 183–188.

© Кравченко Сергій Олександрович, Мельничук Віталій Васильович,
Канівець Наталія Сергіївна, Бурда Тетяна Леонідівна, 2020



original article | UDC 636.7:616.99 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.24

ASSOCIATION DEVELOPMENT OF TRICHODECTOSIS AND HELMINTHOSES IN THE DIGESTIVE TRACT OF DOGS

S. Mykhailiutenko*

A. Zamazyi

L. Korchan

ORCID  [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244)

ORCID  [0000-0003-3138-0424](https://orcid.org/0000-0003-3138-0424)

ORCID  [0000-0002-6064-5922](https://orcid.org/0000-0002-6064-5922)

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

*Corresponding author

E-mail: sv_81@ukr.net

How to Cite

Mykhailiutenko, S., Zamazyi, A., & Korchan, L. (2020). Association development of trichodectosis and helminthoses in the digestive tract of dogs. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 189–194. doi: 10.31210/visnyk2020.04.24

Trichodectosis caused by dog-biting lice of *Trichodectes canis* species is one of widespread dog skin diseases of parasitic etiology. The infection is accompanied by itching, dermatites, and losing weight of animals. At the same time, this ectoparasitosis can be complicated with helminthic diseases, which are the object of peculiar attention of specialists in both veterinary and human medicine. That is why conducting monitoring studies and specific measures of control over epizootological situation as to dog parasitoses will increase in the prospect the effectiveness of the developed system of measures to fight invasion diseases of small domestic animals. The aim of the research was to establish peculiarities of association development of trichodectosis and helminthoses of domestic dogs' digestive tract. According to the results of conducted parasitological studies, it has been revealed that trichodectosis develops mainly in association invasions together with digestive tract helminthoses (63.16 %). Trichodectosis mono-invasion was detected in 36.84 % of infected animals. Nematodes of *Trichuris vulpis*, *Toxoca canis*, *Dipylidium caninum*, *Uncinaria stenocephala* species turned out to be associations of trichodectosis causative agent. Association development of trichodectosis is characterized by simultaneous presence of two, three, and four species of parasites. Moreover, two-component invasion is dominant (60.78 % of dogs diseased with trichodectosis). Three-component (33.34 %) and four-component invasions (5.88 %) were found less frequently. Trichodectosis-dipilidiosis (prevalence of infection made 17.95 %) and trichodectosis-trichurosis (10.26%) two-component invasions were registered most frequently, while trichodectosis-toxocarosis (7.68 %) and trichodectosis-uncinariosis (3.85 %) invasions were found less often. Of three-component invasions, trichodectosis-dipilidiosis-trichurosis (prevalence of infection made 8.97 %) and trichodectosis-dipilidiosis-toxocarosis (5.14 %) prevailed. At the same time, trichodectosis-dipilidiosis-uncinariosis, trichodectosis-trichurosis-toxocarosis, and trichodectosis-trichurosis-uncinariosis invasions were detected in 1.28-3.84 % of infected dogs. Four-component associations were presented by only two invasions, in which their prevalence of infection varied from 1.28 to 2.56 %.

Key words: dogs, external parasites, trichodectosis, helminthoses, spreading, association invasions.

АСОЦІАТИВНИЙ ПЕРЕБІГ ТРИХОДЕКТОЗУ ТА ГЕЛЬМІНТОЗІВ ТРАВНОГО ТРАКТУ В СОБАК

С. М. Михайлютенко, А. А. Замазій, Л. М. Корчан

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Одним із поширених захворювань шкіри паразитарної етіології в собак є триходектоз, що викликається волосоїдами виду *Trichodectes canis*. Інвазія супроводжується свербіжем, дерматитами, схудненням тварин. Водночас цей ектопаразитоз може ускладнюватися гельмінтозними захворюваннями, що є об'єктом особливої уваги з боку фахівців як ветеринарної, так і гуманної медицини. Тому проведення моніторингових досліджень та специфічних заходів контролю за епізоотологічною ситуацією щодо паразитозів собак підвищить у перспективі ефективність системи розроблених заходів боротьби з інвазійними захворюваннями дрібних домашніх тварин. Метою досліджень було встановити особливості асоціативного перебігу триходектозу та гельмінтозів травного тракту у домашніх собак. За результатами проведених паразитологічних досліджень з'ясовано, що триходектоз переважно перебігає у вигляді асоціативних інвазій разом з гельмінтозами травного тракту (63,16 %). Триходектозну моноінвазію виявлено у 36,84 % інвазованих тварин. Співчленами збудника триходектозу виявилися нематоди видів *Trichuris vulpis*, *Toxoca canis*, *Dipylidium caninum*, *Uncinaria stenocephala*. Асоціативний перебіг триходектозу характеризується наявністю одночасно двох, трьох та чотирьох видів паразитів. Причому домінуючою є двокомпонентна інвазія (60,78 % від хворих на триходектоз собак). Меншою мірою виявлено трикомпонентні (33,34 %) та чотирикомпонентні (5,88 %) інвазії. З двокомпонентних найчастіше реєстрували триходектозно-дипілідіозну (екстенсивність інвазії становить 17,95 %) та триходектозно-трихурозну (10,26 %) інвазії, рідше – триходектозно-токсокарозну (7,68 %) та триходектозно-унцинаріозну (3,85 %). З трикомпонентних переважали триходектозно-дипілідіозно-трихурозну (екстенсивність інвазії становить 8,97 %) та триходектозно-дипілідіозно-токсокарозну (5,14 %) інвазії. Водночас триходектозно-дипілідіозно-унцинаріозна, триходектозно-трихурозно-токсокароза і триходектозно-трихурозно-унцинаріозна інвазії виявлені у 1,28–3,84 % інвазованих собак. Чотирикомпонентні асоціації представлені лише двома різновидами, де їх екстенсивність інвазії коливалася від 1,28 до 2,56 %.

Ключові слова: собаки, ектопаразити, триходектоз, гельмінтози, поширення, асоціативні інвазії.

Вступ

Останніми роками відбувається безконтрольне зростання чисельності на урбанізованих територіях домашніх і безпритульних тварин, збільшуючи тим самим число дефінітивних хазяїв збудників паразитозів серед м'ясоїдних [1–3]. Процес урбанізації супроводжується створенням міської фауни, що включає численних і різноманітних ссавців, птахів і членистоногих. Негативні зміни в екологічній обстановці та забруднення навколишнього середовища не можуть не впливати на стан організму домашніх тварин. Також зі збільшенням кількості тварин, контактів між ними, ввезенням з інших регіонів собак і котів, які не адаптовані до місцевих умов, послабленням контролю за безпритульними тваринами, докорінно змінюється епізоотологія багатьох інвазійних захворювань. Тому проблема хвороб, спільних для людей і дрібних домашніх тварин в умовах міст на сьогодні має актуальне значення, оскільки науковці стверджують, що вона має тенденцію до погіршення [4–6]. Велику практичну зацікавленість представляють інвазійні хвороби собак і котів. Це пов'язано із тим, що з 82-х видів паразитів, зареєстрованих у домашніх тварин, 32 види можуть паразитувати й у людини [7–11].

Важливою проблемою для ветеринарних лікарів, а також власників собак і котів є ектопаразитарні захворювання, зокрема триходектоз, що викликається волосоїдами виду *Trichodectes canis*. Інвазія супроводжується свербіжем, дерматитами, схудненням тварин. Розвиток ектопаразитів безпосередньо залежить від умов мікроклімату волосяного покриву тварини і його реакції на присутність незвичайного для них подразника [12–14].

Відомо, що волосоїди є джерелом і ендopазитів, оскільки вони є переносником гельмінтів, а також можуть стати джерелом розвитку вторинної інфекції шкіри. При розчухуванні і викушуванні шкіра тварин травмується, утворюються рани, до яких потрапляють збудники інфекції. Наявність паразитів впливає і на імунітет тварини, значно знижуючи його. В результаті цього загострюються хронічні захворювання, проявляються алергічні реакції, затягується процес одужання і, як наслідок, у собак підвищується ризик розвитку інфекційних та вірусних захворювань. Небезпечні триходектеси і

для людини. Паразити можуть тимчасово житися і на тілі людини, переходячи під час контакту власника з домашньою твариною [15–17].

Проведення моніторингових досліджень та специфічних заходів контролю за епізоотологічною ситуацією щодо паразитозів собак підвищить у перспективі ефективність системи розроблених заходів боротьби з інвазійними захворюваннями дрібних домашніх тварин. Тому *метою* досліджень було встановити особливості асоціативного перебігу триходектозу та гельмінтозів травного тракту у домашніх собак. Для досягнення мети розв'язали такі *задачі*: вивчити особливості перебігу триходектозу в собак; дослідити видовий склад співчленів асоціативних інвазій за наявності триходектозу.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2018–2020 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи, а також лабораторії кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії. При паразитологічному обстеженні собак основними показниками їх ураження збудниками триходектозу та гельмінтозів були екстенсивність інвазії (EI, %). Виділення триходектесів з тіла тварин проводили шляхом розчісування собак за допомогою дрібнозубного гребінця впродовж 7 хв. Гельмінтоооскопію проб фекалій проводили за методами Трача В. Н. (1992) [18]. Визначення видової належності яєць паразитів проводили за допомогою атласу диференціальної діагностики гельмінтозів Черепанова А. А. та ін. (1999) [19]. Усього проведено 78 копроовоскопічних досліджень собак, хворих на триходектоз.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених паразитологічних досліджень свідчать, що триходектоз у собак переважно перебігав у вигляді асоціативних інвазій, де відсоток уражених тварин становив 63,16 %. Триходектозну моноінвазію виявлено у 36,84 % інвазованих тварин (рис. 1).

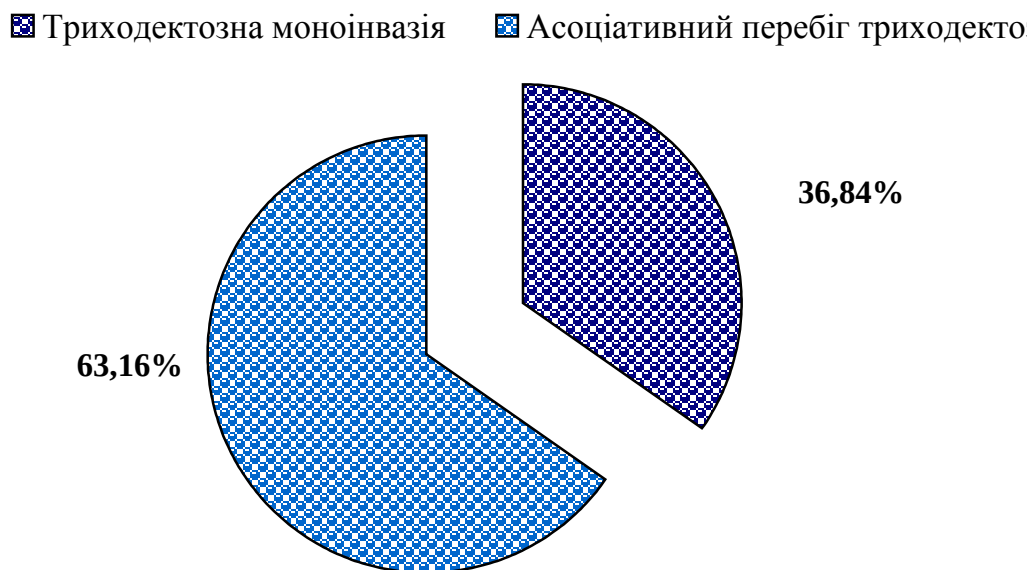


Рис. 1. Форми перебігу триходектозу в собак

Асоціативний перебіг триходектозу характеризувався наявністю двох, трьох та чотирьох видів співчленів. Причому домінуючою виявилася двокомпонентна інвазія (60,78 % від хворих на триходектоз собак). Меншою мірою реєстрували трикомпонентні (33,34 %) та чотирикомпонентні (5,88 %) асоціативні інвазії (рис. 2).

■ 2-компонентні ■ 3-компонентні ■ 4-компонентні

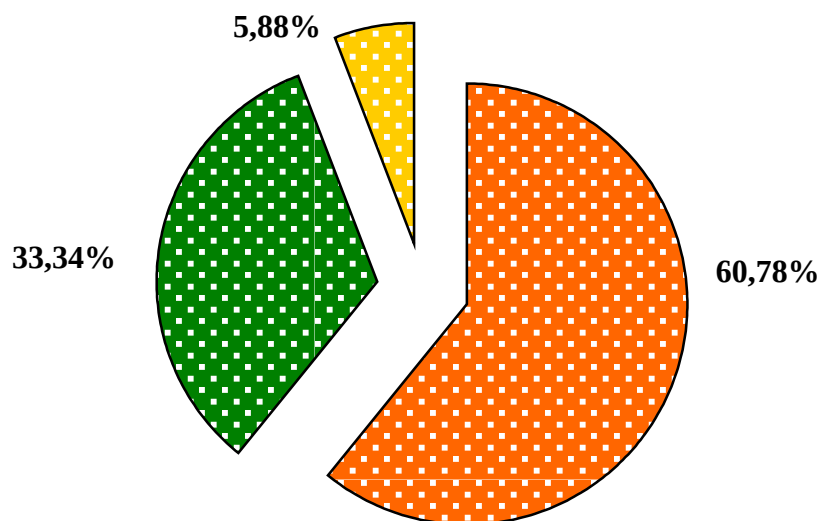


Рис. 2. Форми перебігу асоціативних інвазій за наявності триходектозу в собак

Двокомпонентні асоціативні інвазії в собак були представлені чотирма різновидами, де співчленами є триходектеси та гельмінти травного каналу (табл.).

Різновиди поліінвазій у собак у разі асоціативного перебігу триходектозу та гельмінтозів травного тракту

Видовий склад збудників асоціативних інвазій	Інвазовані собаки, n	EI, % (n=78)	% (n=51)
Двокомпонентні інвазії	31	39,74	60,78
Триходектеси + дипілідії	14	17,95	27,45
Триходектеси + трихуриси	8	10,26	15,69
Триходектеси + токсокари	6	7,68	11,76
Триходектеси + унцинарії	3	3,85	5,88
Трикомпонентні інвазії	17	21,79	33,34
Триходектеси + дипілідії + трихуриси	7	8,97	13,73
Триходектеси + дипілідії + токсокари	4	5,14	7,85
Триходектеси + дипілідії + унцинарії	3	3,84	5,88
Триходектеси + трихуриси + токсокари	2	2,56	3,92
Триходектеси + трихуриси + унцинарії	1	1,28	1,96
Чотирикомпонентні інвазії	3	3,84	5,88
Триходектеси + дипілідії + трихуриси + унцинарії	2	2,56	3,92
Триходектеси + трихуриси + унцинарії + токсокари	1	1,28	1,96

Найчастіше реєстрували триходектозно-дипілідіозну (EI – 17,95 %) та триходектозно-трихурозну (10,26 %) інвазії, рідше – триходектозно-токсокарозну (7,68 %) та триходектозно-унцинаріозну (3,85 %). Трикомпонентні асоціативні інвазії в собак були представлені п'ятьма різновидами, а саме: триходектеси, дипілідії і трихуриси (EI – 8,97 %), триходектеси, дипілідії і токсокари (5,14 %), триходектеси, дипілідії і унцинарії (3,84 %), триходектеси, трихуриси і токсокари (2,56 %), триходектеси, трихуриси і унцинарії (1,28 %). Чотирикомпонентні асоціативні інвазії в собак були представлені двома різновидами, де їх екстенсивність інвазії коливалася від 1,28 до 2,56 %. Вони характеризувалися одночасним перебігом триходектесів, дипілідій, трихурисів і унцинарій; триходектесів, трихурисів, унцинарій і токсокар.

Про значне поширення серед популяції домашніх собак триходектозу та гельмінтозів травного

тракту свідчить значна кількість наукових праць [7, 9, 15, 17]. Причому є повідомлення, що вказують на асоціативний перебіг паразитозів у собак, де співчленами інвазій можуть бути декілька видів паразитів [20]. Проведені дослідження дали змогу з'ясувати, що триходектоз у собак переважно перебігає у вигляді асоціативних інвазій разом зі збудниками гельмінтозів травного тракту, а саме: унцинаріями, дипілідіями, трихурисами та токсокарами. Такі асоціації перебігали у вигляді дво-, три- та чотиричленних паразитозів. Також виявлено, що домінували двокомпонентні асоціації паразитів, де найчастіше разом із триходектесами паразитували дипілідії. На нашу думку, це пов'язано із циклом розвитку дипілідій, де збудник триходектозу є проміжним хазяїном. Такої ж думки дотримуються й науковці, які вказують, що *Dipylidium caninum* здебільшого інвазує собак і котів, уражає й людину. Причому собаки заражаються збудником дипілідіозу при заковтуванні *Trichodectes canis*, заражених личинками цестод [21, 22].

Висновки

У результаті проведених паразитологічних досліджень собак встановлено, що триходектоз частіше перебігає у вигляді асоціативних інвазій разом з гельмінтозами травного тракту (63,16 %). Співчленами збудника триходектозу виявилися нематоди видів *Trichuris vulpis*, *Toxoca canis*, *Dipylidium caninum*, *Uncinaria stenocephala*, які перебігають у вигляді дво-, три- та чотирикомпонентних інвазій. Домінуючою є двокомпонентна інвазія (60,78 %), рідше встановлено трикомпонентні (33,34 %) та чотирикомпонентні (5,88 %) інвазії. Основним співчленом волосодів *Trichodectes canis* є цестоди *Dipylidium caninum*.

Перспективи подальших досліджень. Метою подальших досліджень є встановлення гематологічних показників у собак, хворих на триходектоз.

References

1. Pennelegion, C., Drake, J., Wiseman, S., & Wright, I. (2020). Survey of UK pet owners quantifying internal parasite infection risk and deworming recommendation implications. *Parasites & Vectors*, 13 (1), 218. doi: 10.1186/s13071-020-04086-2
2. McNamara, J., Drake, J., Wiseman, S., & Wright, I. (2018). Survey of European pet owners quantifying endoparasitic infection risk and implications for deworming recommendations. *Parasites & Vectors*, 11 (1), 571. doi: 10.1186/s13071-018-3149-1
3. Nijse, R., Ploeger, H. W., Wagenaar, J. A., & Mughini-Gras, L. (2015). Toxocara canis in household dogs: prevalence, risk factors and owners' attitude towards deworming. *Parasitology Research*, 114 (2), 561–569. doi: 10.1007/s00436-014-4218-9
4. Al-Sabi, M. N., Kapel, C. M., Johansson, A., Espersen, M. C., Koch, J., & Willeesen, J. L. (2013). A coprological investigation of gastrointestinal and cardiopulmonary parasites in hunting dogs in Denmark. *Veterinary Parasitology*, 196 (3–4), 366–372. doi: 10.1016/j.vetpar.2013.03.027
5. Gharekhani, J. (2014). Study on gastrointestinal zoonotic parasites in pet dogs in Western Iran. *Turkiye Parazitoloji Dergisi*, 38 (3), 172–176. doi: 10.5152/tpd.2014.3546
6. Fang, F., Li, J., Huang, T., Guillot, J., & Huang, W. (2015). Zoonotic helminths parasites in the digestive tract of feral dogs and cats in Guangxi, China. *BMC Veterinary Research*, 11, 211. doi: 10.1186/s12917-015-0521-7
7. Kimura, A., Morishima, Y., Nagahama, S., Horikoshi, T., Edagawa, A., Kawabuchi-Kurata, T., Sugiyama, H., & Yamasaki, H. (2013). A coprological survey of intestinal helminthes in stray dogs captured in Osaka prefecture, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 75 (10), 1409–1411. doi: 10.1292/jvms.12-0499
8. Zanzani, S. A., Gazzonis, A. L., Scarpa, P., Berrilli, F., & Manfredi, M. T. (2014). Intestinal parasites of owned dogs and cats from metropolitan and micropolitan areas: prevalence, zoonotic risks, and pet owner awareness in northern Italy. *BioMed Research International*, 696508. doi: 10.1155/2014/696508
9. Ngui, R., Lee, S. C., Yap, N. J., Tan, T. K., Aidil, R. M., Chua, K. H., Aziz, S., Sulaiman, W. Y., Ahmad, A. F., Mahmud, R., & Lian, Y. L. (2014). Gastrointestinal parasites in rural dogs and cats in Selangor and Pahang states in Peninsular Malaysia. *Acta Parasitologica*, 59 (4), 737–744. doi: 10.2478/s11686-014-0306-3
10. Mateus, T. L., Castro, A., Ribeiro, J. N., & Vieira-Pinto, M. (2014). Multiple zoonotic parasites identified in dog feces collected in Ponte de Lima, Portugal—a potential threat to human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11 (9), 9050–9067. doi: 10.3390/ijerph110909050

11. Ortuño, A., Scorza, V., Castellà, J., & Lappin, M. (2014). Prevalence of intestinal parasites in shelter and hunting dogs in Catalonia, Northeastern Spain. *Veterinary Journal*, 199 (3), 465–467. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.11.022
12. Dantas-Torres, F., Melo, M. F., Figueredo, L. A., & Brandão-Filho, S. P. (2009). Ectoparasite infestation on rural dogs in the municipality of São Vicente Férrer, Pernambuco, Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 18 (3), 75–77. doi: 10.4322/rbpv.01803014
13. Martins, D. B., Oliveira, E. Z., Valandro, M. A., Franco, M., & Souza, J. A. (2013). *Trichodectes canis* in puppy and adult dogs. *Comparative Clinical Pathology*, 23, 1485–1489.
14. González, A., Castro, D., & González, S. (2004). Ectoparasitic species from *Canis familiaris* (Linné) in Buenos Aires province, Argentina. *Veterinary Parasitology*, 120 (1–2), 123–129. doi: 10.1016/j.vetpar.2003.12.001
15. Xhaxhiu, D., Kusi, I., Rapti, D., Visser, M., Knaus, M., Lindner, T., & Rehbein, S. (2009). Ectoparasites of dogs and cats in Albania. *Parasitology Research*, 105 (6), 1577–1587. doi: 10.1007/s00436-009-1591-x
16. Bádr, V., Štefan, P., & Preisler, J. (2005). *Trichodectes canis* (De Geer, 1778) (Phthiraptera, Ischnocera), a new ectoparasite of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in the Czech Republic. *European Journal of Wildlife Research*, 51, 133–135. doi: 10.1007/s10344-005-0084-1
17. Troyo, A., Calderón-Arguedas, O., Alvarado, G., Vargas-Castro, L. E., & Avendaño, A. (2012). Ectoparasites of dogs in home environments on the Caribbean slope of Costa Rica. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 21 (2), 179–183. doi: 10.1590/s1984-29612012000200021
18. Trach, V. N. (1992). *Рекомендації по примненію нового метода учета яйц гельмінтів і цист простейших в фекаліях животнох*. Kiev: Gosagroprom USSR [In Russian]
19. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A., & Hrenov, V. M. (1999). *Differencial'naja diagnostika gel'mintozov po morfologicheskoy strukture jajc i lichinok vzbuditelej*. Moskva: Kolos [In Russian].
20. Trasviña-Muñoz, E., López-Valencia, G., Centeno, P., Cueto-González, S.A., Monge-Navarro, F., Tinoco-Gracia, L., Núñez-Castro, K., Pérez-Ortiz, P., Medina-Basulto, G., Tamayo-Sosa, A. R., & Gómez-Gómez, D. (2017). Prevalence and distribution of intestinal parasites in stray dogs in the northwest area of Mexico. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 49 (2), 105–111. doi: 10.4067/S0719-81322017000200105
21. Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2015). *Veterinary parasitology*. Hoboken: John Wiley & Sons.
22. Soulsby, E. J. L. (1982). *Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals*. London: Bailliere Tindall.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Михайлютенко С. М., Замазій А. А., Корчан Л. М. Асоціативний перебіг триходектозу та гельмінтозів травного тракту в собак. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 189–194.

*© Михайлютенко Світлана Миколаївна, Замазій Андрій Анатолійович,
Корчан Леонід Миколайович, 2020*


original article | UDC 636:32/38:636.018:57.032 | doi: 10.31210/visnyk2019.04.25

CORRECTION OF EWES' REPRODUCTIVE FUNCTION IN THE EARLY POSTPARTUM PERIOD

O. S. Zhulinska*
I. V. Lobachova

 ORCID  [0000-0002-0599-2307](https://orcid.org/0000-0002-0599-2307)

 ORCID  [0000-0001-5837-8530](https://orcid.org/0000-0001-5837-8530)

“Ascania-Nova” Institute of Animal Breeding in the Steppe Regions named after M. F. Ivanov – National Scientific Selection-Genetics Center for Sheep Breeding, 1, Soborna Str., Ascania-Nova, Chaplinka district, Kherson region, 75230, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: oksana.jul@gmail.com

How to Cite

Zhulinska, O. S., & Lobachova, I. V. (2020). Correction of the ewes' reproductive function in the early postpartum period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 195–209. doi: 10.31210/visnyk2020.04.25

The results of studies on using ovine placenta tissue extracts as a means for correcting and stimulating the reproductive function of ewes in the early postpartum period are presented in the article. Two experiments were carried out on ewes of Ascania Fine-Fleece breed. The first experiment – I Ex, was carried out with animals of two groups: I-Ex1 – ewes with one and I-Ex2 – ewes with two lambs; for these animals, a preparation from whole placenta was used. In the second experiment – II Ex, ewes with one lamb were involved: for the first experimental group – II-Ex, a preparation from the whole ewe placenta was used, for the second – II-Exc from the placenta cotyledon. The preparation was injected subcutaneously three times or twice with an interval of two (3, 4, 5 ml) or three days (5 ml). The injections were started 3–5 days after delivery. Sheep of the corresponding control groups were injected with isotonic solution according to the scheme. Regardless of the administration frequency, the preparations showed a stimulating effect on uterine contraction. After the second injection, 60–65 % of the animals had muco-bloody discharge. In the control groups (I Ex), the total number of leukocytes significantly increased: from 12.3 to 13.8 ($p < 0.05$) and from 11.9 to 13.2 g/l ($p < 0.01$). In experimental sheep, which were injected with the whole placenta preparation, this change was not significant – from 12.4 to 12.7 g/l. Under the action of ovine placenta tissue extracts from the whole placenta, a change in the distribution of proportions the various layers epithelial cells was observed in the cytological picture of vaginal smears, which indicated estrogen-like stimulation of proliferative processes. Tissue extracts from cotyledons did not show a clear stimulating effect on proliferative processes in the vaginal epithelium (II Ex). However, in 50 % of II-Exc ewes, signs of small lymphocytes separation were noticed, which was 2.5 times higher than this indicator in groups II-Ex and II-Control, and the number of lymphocytes significantly increased outside the normal limits and the number of neutrophils decreased to normal limits. In experiment I, ewes in-group Ex1 demonstrated the best reproduction rates: impregnation capacity 96.7, reproductive performance – 134.5 %, the final lambs number per experimental ewe – 1.16 lambs. In group I Exc, the corresponding values were the following: 88.9, 118.7 and 0.9 %, respectively. In the second experimental and second control groups, these indicators were as follows: 75.0 %, 100.0 %, 0.56 and 87.5 %, 114.3 %, 0.78. In experiment II, these indicators were as follows: for sheep of group II-Ex – 100.0 %, 125.0 %, 1.13, for sheep of group II-Exc – 100.0 %, 150.0 %, 1.38; for control animals – 100.0 %, 120.0 %, 1.2.

The revealed features of the ewes postpartum period development and the results of these studies allow to draw the following conclusions: in the postpartum period, ovine placenta tissue preparation from the whole

placenta have a complex effect aimed at enhancing uterine contraction and proliferative processes in genital organs; the action of ovine placenta tissue preparation from cotyledons is more directed at stimulating hematoipoiesis.

Keywords: ewes, postpartum period, tissue preparation from ewe placenta, leukogram, cytology of vaginal smears, reproduction indices.

КОРЕКЦІЯ ВІДТВОРНОЇ ФУНКЦІЇ ВІВЦЕМАТОК У РАННЬОМУ ПІСЛЯРОДОВОМУ ПЕРІОДІ

О. С. Жулінська, І. В. Лобачова

Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, смт. Асканія-Нова, Україна

Представлено результати досліджень із застосування тканинних препаратів із плаценти вівці як засобу для корекції та стимуляції відтворної функції вівцематок у ранньому післяродовому періоді. Було проведено два досліді на вівцематках асканійської тонкорунної породи. Перший дослід (І Д) – тваринам двох груп (І-Д1 – вівцематки з одним та ІІ-Д2 – вівцематки з двома ягнятами у приплоді) застосовували препарат із цілісної плаценти. У другому досліді (ІІ Д) були задіяні вівцематки з одним ягням у приплоді: першій дослідній групі (ІІ-Д) застосовували препарат з цілісної плаценти вівці, другій (ІІ-Дк) – з котилідонів плаценти. Препарат вводили підшкірно тричі або двічі з інтервалами у два (دوزи – 3, 4, 5мл) або три дні (5мл). Ін'єкції починали на 3–5 добу після родів. Вівцям відповідних контрольних груп вводили ізотонічний розчин згідно зі схемою. Незалежно від кратності введення препарати проявляли стимулюючий ефект на скоротливість матки. Після другого введення у 60–65 % тварин з'являлися слизово-кров'яністі виділення. У контрольних групах (І Д) вірогідно зростала загальна кількість лейкоцитів: з 12,3 до 13,8 ($p<0,05$) та з 11,9 до 13,2 Г/л ($p<0,01$). У дослідних овець, яким вводили препарат із цілісної плаценти, така зміна була не суттєвою – з 12,4 до 12,7 Г/л. Під дією тканинних препаратів із цілісної плаценти в цитологічній картині піхвових мазків спостерігали зміну розподілу часток епітеліоцитів різних шарів, що свідчило про естрогеноподібну стимуляцію проліферативних процесів. Тканинний препарат з котилідонів не проявляв чіткого стимулюючого ефекту на проліферативні процеси у епітелії піхви (ІІ Д). Але у 50 % овець ІІ-Дк відмічали ознаки поділу малих лімфоцитів, що у 2,5 рази переважало кількість тварин у групах ІІ-Д і ІІ-К, а також збільшення кількості лімфоцитів поза норму та зниження нейтрофілів до норми. У досліді І найкращі показники з відтворення демонстрували вівцематки у групі Д1: заплідненість 96,7, плодючість – 134,5 %, кінцевий вихід ягнят на одну дослідну вівцематку – 1,16 голів. У групі І-ІК – 88,9, 118,7 та 0,9 % відповідно. У другій дослідній і другій контрольній ці показники були такими: 75,0 %, 100,0 %, 0,56 і 87,5 %, 114,3 %, 0,78. У досліді ІІ ці показники були такими: для овець групи ІІ-Д – 100,0 %, 125,0 %, 1,13, для овець групи ІІ-Дк – 100,0 %, 150,0 %, 1,38; для контрольних тварин – 100,0 %, 120,0 %, 1,2. Виявлені особливості перебігу післяродового періоду у овець та результати цих досліджень дають підстави зробити такі висновки: у післяродовому періоді тканинні препарати із цілісної плаценти проявляють комплексну дію, спрямовану на підсилення скоротливості матки та проліферативні процеси у статевих органах; дія тканинного препарату з котилідонів більш спрямована на стимулювання гемопоезу.

Ключові слова: вівцематка, післяродовий період, тканинний препарат із плаценти вівці, лейкограма, цитологія піхвових мазків, показники відтворення.

Вступ

У кінці ХХ сторіччя масштабними дослідженнями довели, що показник захворюваності гінекологічними хворобами в маточних отарах різних порід овець становив близько 9–12 % [1]. На сьогодні патологію післяродового періоду виявляють у 12,3–15,5 % овець [2].

Зазвичай запалення у статевих органах виникають у ранній післяродовий період. У овець цей процес набуває субклінічного характеру в період підсису, що збігається в часі з настанням раннього анестрального періоду. У подальшому настає природно зумовлене сезонне пригнічення статевої активності у овець, яке є характерним для більшості порід, зокрема і вітчизняних [3]. У цей період інтенсивність відновлювальних процесів у статевих органах вівцематок природно спадає, шийка матки залишається закритою, що не дає можливості дослідити виділення з цервікального каналу на наявність

патології. І саме запалення статевих органів субклінічного характеру є тим чинником, що здатний суттєво вплинути на повноцінність відновлення статевої активності в самиці [4]. Так, відомо, що хронічний ендометрит у корів знижує секреторну функцію клітин ендометрію, зменшує амплітуду пікового виділення ЛГ, погіршує розвиток фолікулів [5, 6]. З настанням парувального сезону під дією екзо- та ендогенних факторів проліферативні процеси у статевих органах посилюються. Зростає секреторна активність ендометрію, ендоцервіксу та вестибулярних залоз, але характер виділень у піхві можливо оцінити іноді лише під час осіменіння безпосередньо перед уведенням сперми. І це у випадку, коли вівця проявила ознаки статевої циклічності. Є повідомлення про ознаки незавершеності інволюції, що було виявлено у наступному парувальному сезоні під час статевої охоти тварини [7]. А якщо вівцематка так і не проявила ознаки статевої активності? І це стає відомо, як правило, лише за результатами ягніння.

За даними вітчизняних дослідників, розміри неплідності у стадах овець, яких розводять у східних та центральних областях, сягають 17,2–29,1 % [8]. За власними дослідженнями, у племінних маточних отарах півдня України цей показник коливається в межах 10–26,7 %, з яких 1–15 % це неплідні з ознакою анафродизії [9].

Ефективність ведення вівчарства визначається інтенсивністю відтворення, тобто отриманням максимальної кількості повноцінного молодняку. Заходи, що сприяють цьому, завжди мають практичну цінність. Поряд із традиційною антибіотикотерапією в післяродовому періоді вітчизняні науковці запропонували низку прийомів з використанням препаратів патогенетичної терапії для овець: «Кагадін» і «Каплаестрол» забезпечують нормальний розвиток ембріона і плода, профілактують внутрішньоутробову патологію та патологічний перебіг родів. «Карафест», завдяки фітоестрогенам, мінімізує показник неплідності у стаді та скорочує репродуктивні втрати [10].

Серед речовин, які на сьогодні використовують для корекції репродуктивних якостей сільськогосподарських тварин, не останнє місце посідають тканинні препарати саме з плаценти (фетоплацентат, ПДЕ, «Пробиостим»), які містять низькомолекулярні пептиди, глюкуронові і нуклеїнові кислоти, мікроелементи, стероїдні гормони [11–14]. Обробка тканинними препаратами сприяє відновленню порушеного обміну речовин, активізує функціональну діяльність організму, проявляє імуностимулюючу дію, збільшує індекс завершення фагоцитозу та посилює бактерицидну активність сироватки крові [15].

Ідея використання тканинного препарату з плаценти гомогенного походження (джерело сировини – вівцематки цієї ж ферми) для обробки овець, зокрема у післяродовому періоді, мала певне теоретичне та практичне підґрунтя. Вибір речовини для обробки вівцематок у ранній післяродовий період був обумовлений таким. По-перше: тканинні препарати, як уже зазначалося, містять нуклеїнові та уроневі кислоти, поліпептиди і вітаміни, за рахунок чого чинять протизапальну та імуномодулюючу дію. По-друге: стан яєчників у овець в анастральний сезон має подібність з гіпофункцією в корів. Препарати з плаценти містять речовини гормоноподібної природи, тому їх застосування сприяє стимуляції процесу фолікулогенезу, посиленню активності гіпоталамо-гіпофізарно-оваріального ланцюга, що довели науковці на інших видах сільськогосподарських тварин. Тому логічним є наше припущення про здатність екстракту з овечої плаценти впливати не тільки на перебіг інволюції у статевих шляхах, а й у подальшому поліпшувати процес сезонного відновлення статевої активності у овець. Загалом прийом тканинотерапії в такий спосіб відповідає кільком основним засадам: по-перше – узгодженості біохімічного складу плацентарної речовини з організмом овець, що забезпечує певну їх біобезпеку; по-друге – простоті виготовлення, тобто, можливості виготовити безпосередньо на виробництві без використання вартісних трудомістких технологічних прийомів. І, по-третє – відповідності основним принципам ведення органічного виробництва тваринницької продукції. Останнє передбачає застосування для профілактики, лікування захворювань, або стимуляції окремих ланок імунітету речовин, до складу яких не входять синтетичні хімічні та аллопатичні сполуки [16]. Тому *мета* нашої роботи – дослідити ефективність тканинних препаратів із плаценти вівці при застосуванні на вівцях у ранньому післяродовому періоді. Серед *завдань* цього дослідження – визначення впливу препарату з плаценти на окремі показники стану організму вівці та показники відтворення в майбутньому парувальному сезоні.

Матеріали і методи досліджень

У лабораторії біології відтворення сільськогосподарських тварин ІТСП «Асканія-Нова» – ННСГЦВ попередньо була відпрацьована методика отримання та приготування тканинного препарату з плаценти вівці, доведена його нешкідливості для організму овець у дослідах на баранах-річняках,

дорослих баранах-плідниках, ягнятах та вівцематках [17].

Досліди проведено 2011–2015 років на вівцематках асканійської тонкорунної породи віком 3–6 років, які належать ДПДГ «Асканія-Нова». Всього за вказаний період були задіяні 90 вівцематок 3–6-річного віку. Схема обробок включала підшкірні ін'єкції тканинних препаратів з плаценти вівці у ранній післяродовий період (табл. 1). Дослідження передбачали термометрію перед та після уведення препаратів, оцінку стану зовнішніх статевих органів, піхви і вагінальних виділень, виведення лейкограми, дослідження мазків з піхви овець (за методикою Жулінської О. С., 2007) [18]. Кров для досліджень отримували з яремної вени вранці. Підрахунок клітинних елементів у мазках крові та піхвових мазках проводили через збільшення мікроскопу $\times 250$. Ефективність застосування препаратів визначали за клінічними ознаками перебігу післяродового періоду, показниками крові та піхвових мазків. Також брали до уваги показники відтворення в майбутньому парувальному сезоні та за період ягніння – кількість тварин, що проявили ознаки статевої охоти, час продуктивного осіменіння, заплідненість, багатоплідність, загибель ягнят у перші дні життя, збереженість ягнят до 2-місячного віку.

Тканинний препарат виготовляли в умовах лабораторії біології відтворення сільськогосподарських тварин Інституту тваринництва «Асканія-Нова». За основу методики виготовлення тканинного препарату взято класичну методику за Філатовим [19]. Сировину для препарату отримували від вівцематок цієї ж отари в лютому-березні, тобто на початку періоду ягніння в отарі. Готовий препарат зберігали за температури 4–5° С до використання.

Дослідні групи вівцематок формували за принципом пар-аналогів. Уведення препарату починали на 3–5 добу після родів. Було проведено два досліді. У першому досліді (І-Д) було сформовано 4 групи вівцематок (табл. 1). Тваринам груп І-Д1 і І-Д2 вводили препарат з цілісної плаценти. Схема обробки включала підшкірні ін'єкції препаратів з 3–5-ої доби після ягніння в кількості 3, 4 та 5 мл, інтервал між уведеннями 2 доби. При дворазовому уведенні доза була 3 і 5 мл, інтервал 3 доби. Усім вівцематкам на початку досліді одноразово ін'єктували вітамінні препарати типу «Тривіт» у дозі 2 мл на тварину. У другому досліді (ІІ-Д) схема передбачала триразове уведення препарату з цілісної плаценти (ІІ-Д1) та з котилідонів (ІІ-Д2).

1. Групи тварин у досліді із застосування тканинних препаратів з плаценти вівці

Групи тварин	Кількість ягнят у приплоді	Ін'єктований препарат
<i>Перший дослід (І-Д)</i>		
1 дослідна(І-Д1), n=31	1	тканинний препарат
1 контрольна(І-К1), n=20	1	ізотонічний розчин
2 дослідна(І-Д2), n=9	2	тканинний препарат
2 контрольна(І-К2), n=9	2	ізотонічний розчин
<i>Другий дослід (ІІ-Д)</i>		
1 дослідна (ІІ-Д1), n=10	1	тканинний препарат з цілісної плаценти
2 дослідна (ІІ-Д2), n=10	1	тканинний препарат з котилідонів
1 контрольна (ІІ-К1), n=5	1	–

На час першої та другої ін'єкцій вівцематок з ягнятами утримували в індивідуальних клітках-кучках. Третю ін'єкцію здійснювали в кирдах (10–12 вівцематок в одному кирду), де тварини дослідних і контрольних груп як у першому, так і у другому досліді утримувалися разом до 30 доби дослідного періоду, після чого були переведені в сакмани. Кров для досліджень відбирали на початку та в кінці досліді – через три тижні після родів. Контрольні вимірювання температури тіла проводили у вівцематок з одним ягням у приплоді, при цьому з кожної групи досліджували по 5 тих самих вівцематок.

Цифрові дані обробляли методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерної програми на основі MS Excel «Statystika».

Результати досліджень та їх обговорення

Триразове введення тканинного препарату з дводенним інтервалом між ін'єкціями не вело до суттєвого збільшення температури тіла вівцематок, як і у разі дводенної схеми застосування препаратів. Упродовж досліді температура в дослідних тварин залишалася в межах норми, що свідчило про відсутність алергічної реакції на препарат (табл. 2). На 9–11 добу після родів спостерігали незначне підви-

щення температури до верхньої межі норми у всіх досліджуваних тварин, що, можливо, є специфічною ознакою перебігу пуерперія, зокрема на завершальній стадії лохіального періоду. Про таке явище також вказують інші дослідники, вимірюючи температуру в овець у різні фізіологічні періоди [20].

2. Температура тіла вівцематок у досліді із застосування тканинних препаратів з плаценти вівці, $M \pm m$ (n=5)

Час вимірювання	Група тварин	
	дослідна (вівцематки з одинаками)	контрольна (вівцематки з одинаками)
Перед першою ін'єкцією (3–5 доба після родів)	39,18±0,28 ^a	39,40±0,15 ^a
через 3 години після уведення	39,18±0,15	39,26±0,19
через 24 години після уведення	38,90±0,25	39,00±0,12
Перед другою ін'єкцією (6–8 доба після родів)	39,56±0,13	39,62±0,22
через 3 години після уведення	39,16±0,26	39,42±0,21
через 24 години після уведення	39,04±0,21	39,20±0,20
Перед третьою ін'єкцією (9–11 доба після родів)	40,06±0,11 ^b	40,22±0,09 ^b
через 3 години після уведення	39,54±0,19	39,52±0,12
через 24 години після уведення	39,72±0,36	39,70±0,16

Примітки: показники з різними субскриптами в одному стовпці, що відповідають різним дням після родів, різняться між собою з рівнем вірогідності – а : b– $p < 0,05$.

Відмічали подібність ознак впливу тканинних препаратів на організм вівцематок не залежно від кратності обробок, зокрема за клінічними ознаками. Так, після другого уведення препарату (8–10 доба після родів) відмічали збільшення інтенсивності післяродових виділень у 60–65 % підданих обробці тварин. Це проявлялося появою із статевої щілини, на вовновому покриві біля вульви та на скакальних суглобах темно-вишневих кров'янистих слизових виділень густої консистенції.

Варто зазначити, що крім гемоглобіну, усі досліджувані гематологічні показники (еритроцити, лейкоцити, загальний білок, кальцій загальний, фосфор неорганічний, резервна лужність) у вівцематок дослідних та контрольних груп незалежно від кількості ягнят у приплоді на початку досліді були в межах норми. При повторному відборі, тобто через три тижні після родів вміст гемоглобіну у всіх тварин увійшов у межі норми, збільшившись у середньому на 28–34 %. Така динаміка цього показника, за нашими попередніми дослідженнями, є характерною для післяродового періоду. Через три тижні спостерігали тенденцію до зменшення вмісту загального білка в контрольних вівцематок з двійнями – з $6,9 \pm 0,2$ до $6,6 \pm 0,1$ г/л. Водночас у контрольних вівцематок з одинаками цей показник був стабільним і залишався вірогідно більшим – $7,0 \pm 0,1$ г/л. Загалом усі інші показники через три тижні після родів залишалися в межах норми, демонструючи однакову динаміку змін за такими показниками: загальний кальцій – збільшився на 16,9–21,6 %, резервна лужність зменшувалася на 4,3–5,6 % у всіх задіяних тварин. Такі зміни, очевидно, є фізіологічно зумовленими для овець у післяродовому періоді.

Потрібно зазначити, що через три тижні після родів у овець обох контрольних груп першого досліді (I-K1, I-K2) спостерігали вірогідне зростання кількості лейкоцитів за межі норми – з $12,3 \pm 0,3$ до $13,8 \pm 0,45$ ($p < 0,05$) та з $11,9 \pm 0,3$ до $13,2 \pm 0,3$ Г/л ($p < 0,01$). Зрозуміло, що в цей період проходить лейкоцитарна фаза післяродового періоду, яка природно супроводжується гострим запаленням. У дослідних овець, яким вводили препарат із цілісної плаценти, така зміна була не суттєвою – з $12,4 \pm 0,25$ до $12,7 \pm 0,2$ Г/л. На нашу думку, посилення скоротливості матки, що завжди спостерігали у більшій частини тварин, підданих обробці тканинним препаратом, сприяло своєчасному вивільненню її від продуктів розпаду тимчасових структур плідності.

У таблиці 3 представлено лейкограму при застосуванні 3-разової обробки тварин препаратом з цілісної плаценти. Аналіз лейкограми тварин усіх груп на початку досліді показав розподіл підгруп нейтрофілів, характерний для легкого регенераторного зсуву ядра вліво – збільшена відносно норми кількість паличкоядерних нейтрофілів. При цьому загальна кількість нейтрофілів у тварин з двійнями була невірогідно більша, а кількість малих форм лімфоцитів невірогідно менша за аналогічні показники інших груп, що свідчить про початкове більше навантаження на їхній організм. Загальна

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

кількість лімфоцитів у тварин усіх груп була на верхній фізіологічній межі. Загалом картина крові була характерна для катарального запалення і в ранній післяродовий період це є відносно сприятливим прогнозом. Крім того, відмічено наявність збільшеної кількості юних нейтрофілів (метамієлоцитів), що характерне для стану після кровотеч.

Також за лейкоцитарною формулою, виведеною через три тижні після ягніння відмічали чітке зменшення юних та паличкоядерних нейтрофілів на фоні зростання в межах норми еозинофілів, що спостерігалось особливо у групах І-Д1 і І-Д2. Збільшення частки еозинофілів є закономірним явищем при парентеральному введенні в організм речовин білкової природи.

У контрольній групі І-К1 фіксували зниження загальної кількості нейтрофілів через зменшення юних та сегментоядерних форм, що є ознакою пригнічення функції кісткового мозку і початкової стадії виснаження тварин. У цих вівцематок зберігся простий регенераторний зсув ядра, що у поєднанні із зростанням лімфоцитів вказує на субінволюційний процес, ускладнений катаральним запаленням родових шляхів. Дані у другій контрольній групі (І-К2) були дещо подібні до даних групи І-Д1, тому не можна стверджувати про чіткий ефект тканинного препарату за вказаними показниками.

3. Лейкоцитарна формула крові дослідних вівцематок у разі використання триразової схеми обробки тканинним препаратом, $M \pm t$

Час дослідження	Нейтрофіли			Еозинофіли	Моноцити	Лімфоцити				
	всього	Ю	П			С	всього	малі	середні	великі
Перша дослідна (I-D1), n=5										
На початку обробки 3–5 доба після родів	35,0±4,2	5,4±0,3	12,6±2,0	17,0±3,1	6,2±1,6	3,8±0,42	55,0±5,5	26,8±3,5 _a	15,4±1,15 _b	12,8±2,2
19-21 доба після родів	37,8±4,2	2,0±0,6	12,6±2,9	23,2±1,2 _d	11,6±1,9 _b	1,8±0,22 _b	48,8±2,7	23,0±3,2	19,2±0,65	8,6±1,75
p<		0,0005		0,05	0,05	0,005			0,01	
Перша контрольна (I-K1), n=5										
На початку обробки	45,8±6,15	7,2±0,8	14,4±2,4	24,2±3,5	6,4±1,35	4,2±0,4	43,6±6,15	24,4±2,9 _a	8,8±2,2 _a	10,4±3,5 _a
19-21 доба після родів	30,2±3,4	3,6±1,0	15,0±1,6	11,6±2,9 _a	6,6±1,2 _a	4,8±1,2 _a	58,4±3,5	21,2±2,7	20,6±1,9	16,6±3,7 _a
p<		0,05		0,05			0,05		0,005	

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Друга контрольна (I-K2), n=5										
На початку обробки	35,6±3,8	5,8±1,72	12,5±2,24	17,3±4,9	5,8±2,88	4,0±0,82	54,8±3,31	39,3±2,88 ^b	11,2±3,31	4,3±2,02 ^c
на 19-21 добу після яг- ніння	37,4±6,5	3,8±1,19	10,3±2,23	23,3±4,46	9,0±0,67	3,8±1,72	50,0±4,83	25,0±3,74	19,2±3,69	5,75±2,51
p<								0,01		

Примітки: Показники з різними субскриптами в одному стовпці, що відповідають різним дням відбору по різних групах, різняться між собою з рівнем вірогідності – a : b – $p < 0,05$, a : c – $p < 0,01$, a : d – $p < 0,005$.

Варто зазначити, що три тварини у першому досліді (2 – з контролю), які через три тижні після ягніння за аналізом лейкоформули мали більше трьох відсотків метаміелоцитів, мали також клінічні ознаки субінволюції і вибули до наступного парувального періоду через незадовільний фізіологічний стан і прирізку. При значенні цього показника 3 % у 2/3 таких вівцематок відмічали в наступному парувальному сезоні порушення відтворної функції – непродуктивні осіменіння або неплідність.

Цитологічні дослідження мазків з піхви було проведено з метою виявлення можливого впливу тканинного препарату на проліферативні процеси у епітеліальних тканинах статевих органів (табл. 4). Напередодні дослідження (3–5 доба після родів) через значну кількість післяродових виділень підрахунок епітеліоцитів важко провести. Тому перший відбір цитологічного матеріалу проводили через три тижні (після закінчення інволюції) та через 1,5 місяці після початку досліду. Кількість досліджуваних зразків у таблиці (n) – це повноцінні мазки, які мали достатню кількість клітин, щоб їх дослідити. «Пусті» – це мазки, збіднілі на епітеліоцити, які є поодинокими і така кількість є недостатньою для виведення їх часток, або у мазку є лише уламки відмерлих клітин і слиз. Наявність еритроцитів у мазку відмічали позначкою «е», підвищену кількість лейкоцитів (більше п'яти у полі зору) – позначка «з».

Дані, виділені курсивом, – це частки підгруп функціональних епітеліоцитів, за якими визначають тип розподілу епітеліоцитів у мазку – аналог індексу дозрівання в медицині [21]. З таблиці видно, що під час першого відбору цитоматеріалу цей розподіл був подібним у всіх групах тварин і мав за нашою методикою схему $\Gamma > \text{Пр} \geq \text{С}$, що відповідає післяродовому періоду (де Γ – частка базальних-парабазальних епітеліоцитів, Пр – частка проміжних епітеліоцитів, С – частка суперфіціальних епітеліоцитів (клітини поверхневого шару) [22]. Попри відсутність у групі I-K2 «пустих» мазків найбільша частка клітин з пікнозом ядра за відповідно найменшої загальної кількості функціональних епітеліоцитів свідчить про порівняно більш сповільнені процеси проліферації в контрольних овець з двійнями.

Через 45 днів після початку обробки цитологічна картина дещо змінюється, оскільки цей час збігається з початком анастрального періоду. Як доказ цьому – велика частка «пустих» мазків по всіх групах тварин. У цей час схеми розподілу $\Gamma > \text{Пр} \geq \text{С}$ і $\Gamma > \text{Пр} > \text{С}$ є типовими. Проте розподіл підгруп у першій дослідній відрізняється від контролю I-K1 і дослідної I-D2 і є таким, що вказує на естрогенну стимуляцію, що може бути ознакою функціональної активності яєчників – $\Gamma < \text{Пр} < \text{С}$.

Результативність трирічних досліджень із застосування тканинних препаратів у післяродовому періоді було об'єднано з огляду на їх можливий віддалений вплив на відтворні якості дослідних вівцематок у майбутньому парувальному сезоні (табл. 5).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

4. Цитологія мазків з піхви в першому досліді із застосування препарату з плаценти вівці, $M \pm m$

Група тварин	п, зразки	Функціональні епітеліоцити				Зруйновані		Безядерні	Пікнотичні	Примітки
		всього	базальні	проміжні	суперфіційні	всього	«голі» ядра			
Через 21 добу від початку обробки										
I-K1	12	69,3±5,5	40,4±6,7	32,7±4,5	26,9±5,6	11,8±4,4	2,8±1,3	2,9±1,5	16,0±1,8 _a	«пусті» – 6,7%, e–66,7, z–66,7%
I-Д1	16	68,0±4,4	48,6±6,7	34,1±4,4	17,2±4,9	12,1±2,9	3,1±1,0	1,6±0,7	18,4±2,4 _{ab}	«пусті» –20,0%, e–65,0, z–50,0%
I-K2	5	59,6±11,4	56,3±12,0	31,3±5,6	12,3±7,7	6,6±3,4	2,6±1,1	0,4±0,4	33,4±8,5 _b	«пусті» – 0 %, e–80,0, z–100%
I-Д2	7	82,3±2,8	35,3±4,9	39,7±3,1	25,0±6,4	4,6±3,1	1,6±1,7	1,1±0,9	12,0±2,6 _a	«пусті» – 22,2 %, e–66,7, z–66,7%
на 45 добу від початку обробки										
I-K1	5	61,8±13,8	63,1±14,3 _c	26,9±9,7	10,1±6,4 _{ac}	9,4±4,5 _a	2,0±1,1	0	28,8±12,2	«пусті» –50,0 %, z–35,7 %
I-Д1	14	56,9±4,4 _b	29,2±7,8 _{ab}	26,7±4,8	44,5±9,4 _a	9,6±3,2 _a	2,0±1,0	4,5±2,4	28,9±4,0	«пусті» – 30,0 %, z–15,8 %
I-K2	2	37,5±2,1 _a	28,2±7,21 _a	23,1±14,5	48,7±21,8 _{ac}	13,5±6,4 _{ab}	2,5±2,1	7,5±6,4	41,5±14,8	«пусті» – 60,0 %, z–0 %
I-Д2	5	47,4±5,1	64,8±11,7 _{cb}	21,0±7,2	14,2±7,4 _c	24,2±6,8 _b	4,8±2,1	0,2±0,22	28,2±7,7	«пусті» –37,5 %, z–0 %

Примітки: Показники з різними субскриптами в одному стовпці, що відповідають різним групам, різняться між собою з рівнем вірогідності – a : b – $p < 0,05$, a : c – $p < 0,01$.

У досліді I найкращі показники з відтворення демонстрували вівцематки у групі Д1, особливо за такими показниками, як заплідненість (96,7 %) та кінцевий вихід ягнят на одну дослідну вівцематку – 1,16 голів. Привертає увагу дещо більший показник загибелі ягнят у перші дні життя по обом дослідним групам порівняно з контрольними. Для групи Д1 логічним поясненням цьому є підвищена плодючість, за якої зростає і загибель приплоду. Для тварин групи Д2 та К2 (з двійневим приплодом) найнижчі показники заплідненості та плодючості в наступну парувальну кампанію вказують на виникнення порушень з боку різних систем організму внаслідок навантаження двійневою вагітністю та

вигодовуванням двійневого приплоду. Дослідними тваринами були вівці тонкорунної породи, для яких кількість двійневих приплодів у межах 20–30 % та загибель ягнят із двієнь у перші дні життя в межах 20 % і більше є фізіологічно обґрунтованими показниками [23, 24]. Введення тканинних препаратів не мало ефекту на вівцематках групи I-Д2, навпаки ця дослідна група мала найгірші показники відтворення. Ймовірно, тканинний препарат дає навантаження на організм вівці, яка попередньо мала двійневу вагітність. А згідно з цитологічною картиною на 45-у добу з початку обробки (таблиця 4) розподіл функціональних епітеліоцитів (дані у заштрихованому рядку) і третина «пустих» мазків свідчать про гальмування проліферативних процесів у епітеліальному шарі. Такий стан є ознакою настання анестального періоду, коли стан яєчників входить у сезонну гіпофункцію. Можливо, препарат зумовив сповільнення лютеолізу, бо збільшену кількість зруйнованих клітин епітелію піхви, як у тварин цієї групи, у медицині фіксують перед менструацією у пік лютеальної фази [25]. Такий стан зумовив у подальшому відсутність заплідненості у 25 % овець цієї групи. Можливо, що після багатоплідності, коли матка більше розтягнена і евакуація сповільнена, є більша потреба в нетривалому збільшенні лейкоцитів після родів для їх достатнього надходження у статеві органи. Тому гальмування збільшення лейкоцитів у крові, а значить і в порожнині матки, під дією тканинного препарату, можливо, було не своєчасним.

Результати, що ми отримали раніше при дослідженні лейкоформули вівцематок у післяродовому періоді та у досліді I, вказують на наявність ознак виснаження організму з боку органів кровотворення. З огляду на це було проведено Дослід II, у якому з порівняльною метою одній групі вівцематок (n=10) на 3–5 добу після ягніння вводили тканинний препарат із цілісної плаценти (група II-Д), іншій групі (n=10) – тканинний препарат з котилідонів – найбільш кровонаповненої частини плаценти (група II-Дк). Контролем слугували вівці, яким вводили ізотонічний розчин у дозах, відповідних до триразової схеми (табл. 1).

5. Показники відтворення вівцематок після застосування тканинного препарату з плаценти вівці у післяродовому періоді (перший дослід (I-Д))

Показники		Дослідна група I-Д1	Контрольна група I-K1	Дослідна група I-Д 2	Контрольна група II-K2
Кількість тварин, n		30	18	8	8
Кількість ягнят у приплоді		1	1	2	2
Результати осіменіння та ягніння	стали вагітними після першого осіменіння, n / %	24 / 80,0	14 / 77,8	6 / 75,0	6 / 75,0
	стали вагітними після другого осіменіння, n / %	5 / 16,7	2 / 11,1	0	1 / 12,5
	окотилося вівцематок, n / %	29 / 96,7	16 / 88,9	6 / 75,0	7 / 87,5
	залишилися неплідними, %	3,3	11,8	25,0	12,5
Плодючість, %		134,5	118,7	100,0	114,3
Смертність ягнят у перші дні життя, %		7,7	5,3	16,7	12,5
Вихід двомісячних ягнят на одну вівцематку, голів		1,16	0,90	0,56	0,78

На початку дослідного періоду лейкограма за розподілом нейтрофілів у всіх дослідних тварин була подібною і вказувала на просте (регенеративне) зрушення ядра вліво (таблиця 6). Таке явище було виявлене і в першому досліді, тому можна вказувати на фізіологічно зумовлений механізм захисту у формі легкого (за сприятливих умов зовнішнього середовища) проходження гострого запального процесу в родових шляхах вівці після ягніння. Варто зазначити, що в цьому досліді, особливо на початку, майже у всіх досліджуваних вівцематок відмічали еозінопенію.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

6. Лейкоцитарна формула крові вівцематок у досліді II із застосування тканинних препаратів, $M \pm m$

Група тварин	Нейтрофіли				Еозинофіли	Моноцити	Лімфоцити			
	всього	Ю	П	С			всього	малі	середні	великі
на початку обробки (3-5 доба після ягніння)										
Контрольна	36,5±3,67	0,5±0,33	5,25±0,99	30,8±4,07	3,5±0,75	3,75±0,87 _a	56,2±3,00	34,3±1,72 _a	18,0±2,45	4,0±2,05
Дослідна	40,3±4,3	0,6±0,3	7,7±1,6	32,0±3,7	2,3±0,3 _a	2,1±0,4	55,3±4,4	32,7±2,9	17,8±2,3	4,8±2,1
Дослідна (котиледони)	47,0±2,4 _a	1,7±0,5 _a	9,0±1,7 _a	36,3±2,3	2,7±0,4	2,0±0,3	48,3±2,9 _a	32,4±1,5	14,4±2,0	1,5±0,7 _a
на 21 добу від початку обробки (через три тижні після ягніння)										
Контрольна	29,4±3,58	0,8±0,42	4,6±1,15	24,0±4,06	4,2±1,52	1,6±0,45 _b	64,8±4,46	44,4±3,33 _b	18,2±2,19	2,2±0,65
Дослідна	34,6±2,3	0,1±0,1	4,3±0,5	30,2±2,1	4,0±0,6 _b	1,2±0,4	60,2±2,3	37,1±1,5	20,1±1,5	3,0±0,6
Дослідна (котиледони)	34,1±2,3 _c	0,1±0,1 _c	3,5±0,6 _c	30,5±2,4	3,3±0,6	1,2±0,5	61,0±2,8 _c	36,2±2,6	19,1±1,0	5,7±1,1 _c

Примітки: Показники в одному стовпчику різняться між собою з рівнем вірогідності – а : b – $p < 0,05$, а : c – $p < 0,01$, а : e – $p < 0,001$.

Через 2 тижні після останнього введення препаратів (21 доба від початку обробки) у всіх тварин спостерігали зменшення до норми відносної кількості нейтрофілів в основному за рахунок юних та паличкоядерних форм. Це зменшення набуло вірогідності у групі II-Дк, де застосовували тканинний препарат із котиледонів плаценти. Поєднання у цей час незначного лімфоцитозу та нейтропенії разом із зростанням до норми відносної кількості еозинофілів вказує на згортання запального процесу. Таку ознаку клініцисти розцінюють, як сприятливий симптом – «зоря одужання».

Моноцити утворюються в кістковому мозку і є основним джерелом тканинних макрофагів і центральною ланкою мононуклеарної фагоцитарної системи. Їх відносна кількість через три тижні після ягніння зменшилася в межах норми у всіх тварин, у контрольній групі це зменшення було вірогідним ($p < 0,05$). Моноцитопенія, яку спостерігали у 70 % досліджуваних тварин, за свідченням клініцистів, є тимчасовим і закономірним явищем у післяродовому періоді.

У досліді II при аналізі мазків крові було звернено увагу на таке явище, як малі лімфоцити у стані поділу. Вони розташовувалися групами по дві або чотири клітини, при цьому ядра були вже відокремлені, а цитоплазми були з'єднані «місточком». У таблиці 7 кількість таких поділів представлено у відсотках відносно 100 підрахованих лімфоцитів.

7. Присутність лімфоцитів у стані поділу у крові вівцематок при застосуванні у післяродовому періоді тканинних препаратів з овечої плаценти

Показники	Контрольна група	Дослідна /тканинний препарат з цілої плаценти/	Дослідна /тканинний препарат з котиледонів/
<i>на початку обробки (3-5 доба після ягніння)</i>			
Виявлено малих лімфоцитів у стані поділу, %	2	2–4	1–2
Кількість тварин з виявленою ознакою, n / %	1 / 20 %	4 / 40 %	3 / 30 %
<i>на 21 добу від початку обробки</i>			
Виявлено малих лімфоцитів у стані поділу, %	2	2	2–3
Кількість тварин з виявленою ознакою, n / %	1 / 20,0 %	2 / 20,0 %	50,0 %

Привертає увагу зростання показника присутності лімфоцитів у стані поділу у вівцематок групи II-Дк. У цих тварин відмічали вірогідне зростання і загальної відносної кількості лімфоцитів через малі лімфоцити (таблиця 6), що, на нашу думку, частково було наслідком виявленого самоподілу. Як відомо, малі лімфоцити на 70 % представлені Т-лімфоцитами, які, загалом, здійснюють клітинну імунну відповідь [26]. Ми дійшли висновку про виражену імуностимулюючу дію препарату з котиледонів, що проявлялось сприятливими змінами в лейкограммі, поділом малих лімфоцитів, а також вірогідним збільшенням удвічі кількості великих лімфоцитів, які ще називають реактивними тільцями. Відомо, що лімфоцити мають фагоцитарну активність, хоча вона більш сповільнена, ніж у нейтрофілів. Вищезазначене може вказувати про підсилення фагоцитарної активності мононуклеарів під впливом тканинних препаратів з котиледонів плаценти.

Через рясні післяродові виділення різного характеру, які виявляли через два тижні майже у всіх тварин у досліді II, підрахунок епітеліоцитів у мазках окремих тварин був неможливим (таблиця 8). Через місяць після ягніння у трьох овець групи II-Дк виявляли ознаки незавершеності інволюції – слизові виділення з цервікального каналу з шоколадними та рожевими творогоподібними домішками. У однієї вівцематки з контрольної групи було виявлено нехарактерні пастоподібні виділення жовтого кольору. Лейкоформула цієї тварини вказувала на наявність хронічного запалення на фоні ослаблення організму. Попередній загальний аналіз піхвових мазків указаних вівцематок з нехарактерними виділеннями дав такі результати. У мазках трьох овець групи II-Дк та однієї з групи II-Д з незавершеною інволюцією виявляли еритроцити, велику кількість лейкоцитів – цілих та в стані лізису, дейтрин. Макроскупчення розплавлених лейкоцитів та епітеліоцитів були присутні у контрольній вівцематки з жовтими пастоподібними виділеннями з цервікального каналу, а також у однієї тварини групи II-Дк.

Частка «голих» ядер була найбільшою у тварин з незавершеною інволюцією та ускладненнями запального характеру – $9,5 \pm 3,92$. Велика кількість «голих» ядер, як правило, супроводжувалася наявністю еритроцитів, які виявляли в мазках усіх тварин на 12–14 добу після ягніння, як і збільшену кількість лейкоцитів. Через місяць після ягніння «пусті» мазки виявляли у 20 % контролю та у 20 % тварин групи II-Д. У овець II-Дк «пусті» мазки були відсутні. Можна припустити, що тканинний препарат з котиледонів мав більш сповільнений вплив на проліферативні процеси у епітелії піхви.

Так, через два тижні після родів (3–5 днів після останнього введення) під впливом препарату з цілісної плаценти відсотковий розподіл підгруп функціональних епітеліоцитів у мазках вівцематок групи II-Д мав схему $\Gamma < \text{Пр} < \text{С}$, що вказує на естрогеноподібний стимулюючий вплив даної обробки. Під впливом тканинного препарату з котиледонів у овець поряд із збідненням мазків на клітини виявляли типовий для післяродового періоду розподіл $\Gamma > \text{Пр} > \text{С}$ та $\Gamma \geq \text{Пр} > \text{С}$ (табл. 8).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

8. Цитологія вагінальних мазків вівцематок у досліді по застосуванню різних тканинних препаратів у ранньому післяродовому періоді (II-Д)

Група тварин	п зразків	Функціональні епітеліоцити				Зруйновані		Без'ядерні	Клітини з пікнозом ядра
		всього, 100 %	базальні-парабазальні	проміжні	суперфіційні	всього	вт. ч. «голі» ядра		
на 10- добу від початку обробки (12-14 доба після ягніння)									
Контрольна	4	49,1±5,5 _a	17,7±7,6	29,7±5,2	52,6±7,8 _a	20,9±3,0	7,4±2,5	2,9±1,7	27,1±4,8
Дослідна	8	56,3±3,2	39,3±18,0	36,2±10,1	24,5±11,4	25,0±4,0	11,8±1,8 _a	1,0±1,1	17,7±4,9
Дослідна (котиледони)	10	45,5±14,85	52,5±1,6	18,2±10,6	29,3±9,1	27,0±7,1	15,0±0,0	0	21,2±4,9
на 25 добу від початку обробки (через місяць після ягніння)									
Контрольна	5	68,0±3,7 _b	35,9±6,7	33,5±4,8	30,6±5,2 _b	10,7±3,7	3,4±2,4	0,6±0,5	20,6±3,8
Дослідна	10	64,6±5,2	49,4±9,4	36,1±7,1	14,6±4,1	13,0±4,7	5,2±2,2 _b	0,3±0,2	22,1±4,4
Дослідна (котиледони)	10	63,8±7,7	30,9±10,2	35,8±5,0	33,3±12,5	13,8±9,1	4,5±4,5	0,5±0,6	22,0±10,5
на 40 добу після закінчення обробки (через 1,5 місяця після ягніння)									
Контрольна	4	62,9±7,1	19,6±6,2	46,3±5,6	34,0±9,3	10,4±3,5	3,9±2,2	3,1±2,9	23,6±4,9
Дослідна	8	56,2±3,5	17,2±4,2	42,5±4,2	40,3±12,8	13,2±2,8	3,9±1,2	1,5±0,9	29,1±2,5
Дослідна (котиледони)	10	53,0±12,3	29,2±21,7	24,4±7,6	46,4±19,7	18,3±13,2	4,5±4,0	7,5±5,5	21,2±7,5

Примітки: Показники з різними субскриптами в одному стовпці, що відповідають різним дням відбору по групах, різняться між собою з рівнем вірогідності – $a : b - p < 0,05$.

9. Показники відтворення вівцематок у досліді із застосування тканинних препаратів у ранньому післяродовому періоді

Показники		Група тварин за типом тканинного препарату		
		дослідна/препарат з цілісної плаценти, n=8/	дослідна /препарат з котиледонів, n=8/	К /ізотонічний розчин, n=5/
Результативність осіменіння та ягніння	Ягнилося всього тварин, n (100 %)	8	8	5
	Запліднилися у першу фіксовану статеву охоту, n / %	7/87,5	6/75,0	5/100,0
	Запліднилися у наступний статевий цикл та при вільному паруванні (докриття баранами), n / %.	1 / 12,5	2 /25,0	0 / 0
	Неплідність, %	0	0	0
Плодючість, %		125,0	150,0	120,0
Загибель ягнят у перші дні життя, n / %		1 / 10,0	1 / 8,3	0
Вихід 2-місячних ягнят на одну дослідну вівце матку, голів		1,13	1,38	1,20

Кількість поверхневих суперфіціальних епітеліоцитів була вдвічі меншою, ніж по групі II-Д ($p < 0,05$) та II-К ($p > 0,05$). Такий тип розподілу стійко зберігався у овець II-Дк через місяць після ягніння, що свідчило про гальмуючий вплив такої обробки на проліферативні процеси у піхві. У овець II-Д та у контролі схема розподілу набула врівноваженого типу: $\Gamma \approx \text{Пр} \approx \text{С}$, що відповідає середині анестрального періоду. Через 1,5 місяці спостерігається чітке нарощування клітинної маси проміжних шарів епітелію у групі II-Д і особливо у II-Дк, що вплинуло на розподіл часток, тип якого став наближеним до естрального – $\Gamma < \text{Пр} \leq \text{С}$. У контрольній групі (таблиця 8) через невелику кількість тварин розподіл підгруп епітеліоцитів мав лише тенденцію до такого, як у естральний період. Але паралельними цитологічними дослідженнями у загальному стаді на групі з 15-ти вівцематок встановлено в цей час чіткий врівноважений тип мазка – $\Gamma \approx \text{Пр} \approx \text{С}$ ($33,3 \pm 7,5$; $34,5 \pm 4,5$; $32,2 \pm 7,9$ %), який згідно з попередніми багаторічними дослідженнями цитології мазків овець в анеструсі є типовим для цього періоду [9]. Наступні цитологічні дослідження мазків з піхви перед парувальним сезоном (середина серпня) показали зміну співвідношення часток клітин різних шарів по всіх групах на чітко естральний (характерний для парувального періоду) – $\Gamma < \text{Пр} < \text{С}$, що є відповідним до такого періоду.

У таблиці 9 представлено показники відтворення вівцематок під впливом тканинного препарату, приготовленого з цілісної плаценти та з котиледонів. Різниця в кількості тварин між таблицями 1 і 9 зумовлена вибракуванням перед парувальною кампанією по дві тварини з дослідної групи за станом зубів. У парувальному сезоні в цих овець було виявлено статеву охоту, але їх не осіменяли.

Такі показники, як плодючість та вихід 2-місячних ягнят, були найкращими у овець, яких після попередніх родів піддавали обробці тканинним препаратом з котиледонів. За такого максимального рівня плодючості зрозумілим є і відсоток загибелі ягнят у цій групі тварин. Загалом дані щодо основних показників відтворення у вищезазначених дослідах вказують на притаманний тканинним препаратам з плаценти вівці специфічний стимулюючий вплив.

Висновки

Застосування тканинних препаратів з плаценти вівці у ранньому післяродовому періоді підсилюють скоротливість матки у 60–65 % тварин, сприяючи повноцінному перебігу інволюції особливо в одноплідних вівцематок. Також підсилювалася генеративна функція яєчників, що проявлялося підсиленням проліферації в епітелії піхви та появою через 1,5–2 місяці після родів естрального типу розподілу часток епітеліоцитів. Тканинний препарат з котиледонів плаценти проявляв дію, спрямовану на стимулювання гемопоезу, що супроводжувалося вірогідними змінами в лейкограмі післяродового періоду – зниження до норми часток юних та паличкоядерних нейтрофілів, підвищення лімфоцитів. Такі зміни були сприятливими для подальшого сезонного відновлення статевої активності вівцема-

ток, що проявлялося підвищенням заплідненості в наступну парувальну кампанію на 7,8 та багатоплідності на 15,8–30 %.

Перспективи подальших досліджень. З огляду на неоднозначний вплив тканинного препарату з плаценти вівці на багатоплідних вівцематок планується відпрацювати схему їх обробки (дозування, час уведення препарату) із залученням імунологічних досліджень та розгорнутих досліджень рівня обміну речовин.

References

1. Ramazanov, S. D. (1991). Zabolevayemost' i lecheniye ginekologicheskikh bolezney ovec. *Vestnik Sel'skohozyaystvennoy Nauki Kazahstana*, 10, 97–99 [In Russian].
2. Rosa, H. J., & Bryant, M. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Research*, 48 (3), 155–171. doi: 10.1016/s0921-4488(03)00038-5
3. Sklyarov, P. N. (2013). Razrabotka sposoba profilaktiki perinatal'nykh patologiy ovec i koz. *Știința Agricolă*, 1, 93–96 [In Russian].
4. Kalinovskij, G. M., Karpyuk, V. V., & Shnajder, V. L. (2013). Subklinichnij hronichnij endometrit i uskladnennya, shcho jogo suprovodzhuyut. *Naukovo-Tekhnichnij Byuleten Institutu Tvarinnictva NAAN*, 109, 126–130 [In Ukrainian].
5. Peter, A. T., Bosu, W. T. K., & De Decker, R. J. (1989). Suppression of preovulatory luteinizing hormone surges in heifers after intrauterine infusions of Escherichia coli endotoxin. *American Journal of Veterinary Research*, 50, 368–373.
6. Sheldon, I., Noakes, D., Rycroft, A., Pfeiffer, D., & Dobson, H. (2002). Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction*, 123(6), 837–845. doi: 10.1530/rep.0.1230837
7. Gordon, A. (1988). *Kontrol vosproizvodstva sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh*. Moskva. Agropromizdat [In Russian].
8. Sklyarov, P. M. (2013). Reproductivna funkciya u ovec' i kiz za deficitu vitaminu A ta metodi yiyi korekcii. *Extended abstract of doctor's thesis*. Lviv [In Ukrainian].
9. Zhulinska, O. S. (2019). Kliniko-laboratorni kriterii kontrolyu i prognozuvannya reproduktivnoi funkcii v ovec' ta metodi yiyi stimulacii. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
10. Koshevoy, V. P., Sklyarov, P. M., & Naumenko, S. V. (2011). *Problemy vidtvorennya ovec i kiz ta shlyahi yih virishennya*. Kharkiv–Dnipropetrovsk: Gamaliya. Kharkiv [In Ukrainian].
11. Revunets, A. S., & Kalinovskij, G. M. (2008). Gormonal'nyy sklad tkaninnogo preparatu "fetoplacenta" ta yogo vplyv na vmist v krovi netelej statevikh hormoniv. *Visnik Dnipropetrovskogo Agrarno-Ekonomichnogo Universitetu*, 2 (1), 164–169 [In Ukrainian].
12. Nazimkina, S. P. (2009). Primeneniye placenty denaturirovannoy emulgirovannoy dlya profilaktiki i lecheniya poslerodovih oslozhneniy u korov. *Veterinarnaya Medicina*, 1–2, 5 [In Russian].
13. Stolyuk, V. V. (2010). Preparaty placenty – novaya era v lechenii domashnykh zhivotnykh. *Veterinarna Praktika*, 1, 14–15 [In Russian].
14. Timkin, A. B., & Stucov, A. N. (2010). Effektivnost' primeneniya preparatov iz placenty dlya profilaktiki zaderzhaniya posleda i poslerodovoy patologii u korov. *Trudy Vserossiyskogo Soveta Molodih Uchyonih i Specialistov Agrarnih Obrazovatel'nykh i Nauchnykh Uchrezhdeniy*. Moskva, 130–134 [In Russian].
15. Vostroilova, G. A. (2007). Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya preparatov placenty, poluchennykh metodom kriofrakcionirovaniya. *Extended abstract of doctor's thesis*. Voronezh. [In Russian].
16. Regulations commission regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008. *Official Journal of the European Union*, 2008; L249, 13.
17. Lobachova, I. V., Zhulinska, O. S., & Ivanina, O. V. (2015). Kompleksna sistema reguluvannya reprodukciiyeyu ovec'. [tehnologichna instrukciya]. Askania-Nova [In Ukrainian].
18. Zhulinska, O. S. (2007). Cytovaginalnyy metod ocinki reproduktivnoyi sistemi ovec'. *Visnik agrarnoyi nauki*. 4. 75–78.
19. Nikitenko, A. M. (1989). Povisheniye immunobiologicheskoy reaktivnosti sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh s pomoshchyu tkanevnykh preparatov. Metodicheskiye ukazaniya v pomoshch slushatelyam fakulteta povisheniya kvalifikacii. Belocerkovskiy gosudarstvennyy agrarniy universitet. Belaya Cerkov'. 24 s.
20. Abecia, J. A., María, G. A., Estévez-Moreno, L. X., & Miranda-De LaLama, G. C. (2019). Daily rhythms of body temperature around lambing in sheep measured non-invasively. *Biological Rhythm Research*, 51 (6), 988–993. doi: 10.1080/09291016.2019.1592352

21. Cytologicheskoye issledovaniye. Retrived from: <http://endo.ginekologiya.su/>.
22. Zhulinska, O. S. (2013). Optimal'ni periody diagnostiki i zastosuvannya zahodiv z pofilaktiki ta korekcii vidtvornoї funkcii vivcematok. *Naukoviy Visnik Veterinarної Medicini*, 12, 19–23 [In Ukrainian].
23. Moroz, V. A. (1992). *Merinosy Avstralii*. Moskva: Kolos [In Russian].
24. Nezhlukchenko, N. V. (2013). Vidtvoryuval'ni yakosti ta adaptaciyna zdattist' liniy ovec' tavrisko-go typu askaniyskoi tonkorunnoi porody. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kherson. [In Ukrainian].
25. Arsenyeva, M. G. (1977). *Kol'pocytologicheskoye issledovaniya v diagnostike i terapii endokrinnyh ginekologicheskikh zabolevaniy*. Moskva: Medicina [In Russian].
26. Aleksandrovskaya, O. V., Radostina, T. N., & Kozlov, N. A. (1987). *Cytologiya, gistologiya i embriologiya*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 21.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Жулінська О. С., Лобачова І. В. Корекція відтворної функції вівцематок у ранньому післяродовому періоді. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 195–209.

© Жулінська Оксана Степанівна, Лобачова Ірина Вікторівна, 2020



original article | UDC 616-001.4:002.3:089:615.246.2:276 |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.26

STUDYING THE STATE OF HORSE DISTAL LIMB SEGMENT IN THE HORSE CLUB “ASTRIDE RIDING IN POLTAVA”

S. M. Kulynych*

G. O. Omelchenko

N. O. Avramenko

M. A. Zezekalo

I. O. Karpenko

ORCID  [0000-0003-1660-643X](https://orcid.org/0000-0003-1660-643X)

ORCID  [0000-0001-9389-8400](https://orcid.org/0000-0001-9389-8400)

ORCID  [0000-0002-1920-5757](https://orcid.org/0000-0002-1920-5757)

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

*Corresponding author

E-mail: sergii.kulynych@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kulynych, S. M., Omelchenko, G. O., Avramenko, N. O., Zezekalo, M. A., & Karpenko, I. O. (2020). Studying the state of horse distal limb segment in the horse club “Astride riding in Poltava”. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 210–217. doi: 10.31210/visnyk2020.04.26

The article presents the results of studying the condition of horse distal limb segment in the horse club “Astride Riding in Poltava”, spreading surgical pathology, etiological factors, and symptoms. The aim of the work was to conduct research in the equestrian club among the available horses in order to determine the condition of the distal limb segment. There were the following tasks of the study: to assess the condition, spreading, causes, planimetric examination of the distal limb segment in horses. It has been proven that among the horses, the most common lesions are the periople loss (13 animals or 86.6 %), the appearance of slant (26.6 %), flat (20.0 %) and straight hooves (20.0 %), and also wounds and fractures (13.3 %). The absence of periople in the area of the hoof head and the presence of superficial destruction of the horn is due to drying of the hoof horn, deterioration of the diet, deformation, cracks, improper organization of orthopedic work and imperfect construction of exercising areas. The symptoms of periople destruction were malacia in the range from 1/5 to 2/5 of the epidermis surface layers in the area of the hoof head, at flat hooves, thinning of the hoof sole was observed, at slant hooves – the formation of steep wall on one side of the hoof and sloping wall on the other one, at long hooves – the reduction of toe angle, at straight hooves – the increase in toe angle, sheeting of horn tubules by cracks and the formation of purulent defect in wounds. The ratio of the height of the anterior dorsal wall to the heel is a very informative prognostic indicator of the possible further occurrence of orthopedic pathology (an increase to 1.2 indicates the appearance of straight hooves in the pony and an increase to 2.2 – the excessive rubbing sore the heel). The deformities detected by us affected the animals in different ways: at slant and straight hooves no changes in the general condition of the animals were observed, at long hooves there were toe joint flexor enlargements as a result of constant heel support, at flat hooves lameness occurred with excessive rubbing the horny layer against asphalt. The size of the dorsal wall and heel depends on the animal age and breed, as well as timely conducted orthopedic work.

Key words: horses, hoof deformities, hoof fractures, wounds, surgical pathology.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДИСТАЛЬНОГО ВІДДІЛУ КІНЦІВОК КОНЕЙ В УМОВАХ КІННОГО КЛУБУ «ВЕРХОВА ЇЗДА В ПОЛТАВІ»

С. М. Кулинич, Г. О. Омельченко, Н. О. Авраменко, М. А. Зезекало, І. О. Карпенко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті представлені результати досліджень стану дистального відділу кінцівок у коней кінного клубу «Верхова їзда в Полтаві», розповсюдження хірургічної патології, з'ясовані етіологічні чинники, симптоматика. Метою роботи було проведення в умовах кінного клубу серед поголів'я наявних коней досліджень з метою з'ясування стану дистального відділу кінцівок. Серед завдань досліджень: провести оцінку стану, поширення, причини появи, планіметричні дослідження дистального відділу кінцівок у коней. Доведено, що серед поголів'я коней найбільш поширеними ураженнями є втрата глазури 13 тварин (86,6 %), поява косих (26,6 %), плоских (20,0 %) та торцевих копит (20,0 %), а також ран та заломів (13,3 %). Відсутність глазури в ділянці вінчика та наявність поверхневих руйнувань рогу обумовлена пересиханням копитного рогу, погіршенням раціону, деформацією, тріщинами, неправильною організацією ортопедичної роботи та недосконалою конструкцією вигульних майданчиків. Симптомами руйнування глазури було розпушення в межах від 1/5 до 2/5 поверхневих шарів епідермісу в ділянці вінчика, плоских копит – потоншення підошовного шару, якщо косі копита – формування з однієї сторони копита прямовисної та з іншої відлогої стінки, якщо довгі копита – зменшення кута зачепу, якщо торцеві копита – збільшення кута зачепу, розширення рогових трубочок у разі тріщин та формування гнійного дефекту, якщо є рани. Співвідношення висоти передньої дорзальної стінки до п'яти є досить інформативним прогностичним показником щодо можливої подальшої появи ортопедичної патології (збільшення до 1,2 свідчить про появу торцевих копит у поні і зростання до 2,2 про надмірне стирання п'яти). Виявлені деформації по-різному впливали на тварин: якщо косі та торцеві копита, то змін з боку загального стану тварин не спостерігали, якщо довгі копита, то відмічали перерозтягнення пальцевих сухожилків згиначів унаслідок постійної опори на п'яту, якщо плоскі копита, то кульгавість виникала при надмірному стиранні рогового шару підошви об асфальт. Розмір дорзальної стінки та п'яти залежить від віку тварини та породи, а також своєчасно проведеної ортопедичної роботи.

Ключові слова: коні, деформації копит, тріщини копит, рани, хірургічна патологія.

Вступ

Проблема масового ефективного обстеження спортивних коней з метою виявлення уражень дистального відділу кінцівки у коней залишається актуальним питанням і на сьогодні [1–4]. За даними численних дослідників, серед поголів'я спортивних коней травматизм може досягати 63,9 %. Як наслідок, у цих тварин збільшується ризик отримати ураження кісток та суглобів [5–10]. При цьому наслідки травм призводять до хронічних захворювань суглобів, які проявляються дистрофічним ураженням суглобових поверхонь та оточуючих тканин [11–16]. За умов інтенсивних навантажень на коней у спорті головним завданням для ветеринарних спеціалістів є забезпечення своєчасної та максимально точної діагностики патології дистального відділу кінцівок у коней, що значною мірою визначає ефективність лікування і подальшого використання спортивних коней [17–23].

Травми в дистальному відділі кінцівок обмежують подальшу спортивну кар'єру коней, а в окремих випадках навіть призводять до передчасного вибракування та загибелі тварини [24].

Мета роботи полягала у з'ясуванні поширеності хірургічної патології з боку дистального відділу кінцівок у коней в умовах кінного клубу «Верхова їзда в Полтаві», встановленні ймовірних етіологічних чинників, що їх спричиняють, та характерного симптомокомплексу виявлених патологій.

У завдання досліджень входило: шляхом проведення хірургічної диспансеризації встановити поширення хвороб дистального відділу кінцівок у коней та розкрити причини їхнього виникнення, охарактеризувати симптоми й основні зміни у разі виявлених патологій.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на поголів'ї коней упродовж 2020 року в умовах кінного клубу «Верхова їзда в Полтаві». При проведенні хірургічної диспансеризації особливу увагу звертали на стан дистального відділу кінцівок, зокрема рогової капсули. Досліджували коней віком від 1 до 27 років порід: гуцульська російська рисиста, швейцарська теплокровна тракененська, американський квортерхорс, українська верхова, поні, а також безпорідних тварин.

Окрім того, проводили збір анамнезу шляхом опитування обслуговуючого персоналу, а також вла-

сників та спортсменів, які працюють із тваринами. При цьому брали до уваги такі показники: наявність у тварин кульгавості (час появи вперше, причина, частота повторення, інтенсивність перебігу), стан навколишньої місцевості та ступінь експлуатації тварини. Перш ніж перейти до безпосереднього обстеження тварини спостерігали за нею на відстані. Проведення такої процедури дало змогу нам отримати важливу додаткову інформацію про ступінь кульгавості та її тип. За конем спостерігали без втручання людини, коли тварина спокійно стояла в леваді або деннику. Тоді, коли виникали сумніви щодо наявності у тварини кульгавості, її проганяли рясю по рівній поверхні, голова при цьому була звільнена від фіксації. Це було обумовлено тим, що кінь використовує голову як протизахис. При опорі на здорову кінцівку він опускає голову, готуючись до кроку здоровою кінцівкою, опираючись на хвору кінцівку, він різко піднімає голову догори, зменшуючи навантаження на опірну кінцівку [25].

Тоді, коли виявляли відхилення від норми (деформація), з'ясовували його вид (косе, стисле, криве, плоске, крихке). Тип деформації встановлювали за Борисевич В. Б. [26].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень щодо поширення хірургічної патології серед коней в умовах кінного клубу «Верхова їзда в Полтаві» представлені в таблиці 1.

При аналізі отриманих даних було встановлено, що у 13 (86,6 %) з 15 тварин спостерігали втрату глазури в ділянці вінчика на роговій стінці, у 4 тварин виявляли косі копита (26,6 %) та у 3 тварин спостерігали нарізно наявність торцевих копит та плоских копит на одній або декількох кінцівках (20,0 %) від загальної кількості. Аналогічна ситуація була із заломами зачіпної частини рогової стінки кінцівок (20,0 %), а у двох тварин діагностували тріщину зачіпної частини рогової стінки та рани (по 13,3 % відповідно).

1. Результати клінічного обстеження коней

Кличка тварини, вік	Патологія
«Шоколад», 1,6 р.	торцеві копита на 4 кінцівках; втрата глазури та поверхневе злушення копитного рогу на 1/4 частині дорсальної стінки; широка постава тазових кінцівок.
«Магда», 1,4 р.	косе копито лівої грудної кінцівки; ділянки злушення глазури в області вінчика до 1,2 см.
«Боня», 7 р. (поні)	торцеві копита, праве грудне копито косе; вузька постава грудних кінцівок; злушення глазури на 2/5 від вінчика на 4 копитах.
«Халва», 11 р.	залом копитного рогу в зачепній частині на правій грудній та лівій тазовій кінцівках.
«Хепі Вікторі», 6 р.	гнійна колота рана в ділянці лівого заплюсневого суглобу; втрата глазури в ділянці вінчика товщиною 2 см.
«Галактика», 3 р.	плоскі копита грудних кінцівок, гниття білої лінії.
«Ласточка», 6 р.	плоскі копита грудних кінцівок; залом рогу на латеральній поверхні бічної стінки копита лівої грудної кінцівки.
«Алегра», 20 р.	тріщина копитного рогу з зачіпної частини на бічній латеральній поверхні копита лівої грудної кінцівки; злушення глазури на 2/5 висоти копитної стінки з боку вінчика на копитах тазових кінцівок
«Юльяна», 3 р.	гниття стрілки на копитах тазових кінцівок; злушення глазури товщиною 2 см на 4 копитах
«Белла», 5 р.	довге копито правої грудної кінцівки; різана рана в ділянці передньої грудної стінки.
«Еллі», 27 р.	гострокутні копита грудних кінцівок.
«Кампарі», 16 р.	косе копито правої грудної кінцівки.
«Хосса», 6 р.	косі копита грудних кінцівок; тріщина на копиті лівої тазової кінцівки із зачіпного боку; залом на правому копиті лівої грудної кінцівки.
«Адель», 3 р.	злушення глазури в ділянці вінчика на 4 копитах.
«Батіст», 1 р. (поні)	торцеві копита та широка постава грудних кінцівок; злушення глазури з боку вінчика на 1/5 висоти копитної стінки

У поодиноких випадках при огляді виявляли гниття стрілки та білої лінії, а також порушення постави кінцівок у вигляді широкої чи вузької постави (6,6 %). При проведенні огляду на відстані було встановлено кульгання слабкого ступеню лише в однієї тварини з діагнозом гнійна рана лівого заплюсневого суглобу, при якій спостерігалось помітне підвищення тактильної температури. Найбільш поширеною патологією була відсутність глазури на стінці копита у 86,6 % тварин (рис. 1).



Рис. 1. Руйнування в коней глазури в ділянці вінчика

Причини появи деформацій копит у коней різноманітні. Зокрема фактором, що призводив до формування довгих та торцевих (через відсутність стирання п'яти) копит ми вважаємо відсутність планової ортопедичної розчистки, а плоске копито формувалося при надмірному обрізанні копитної стінки та постійній експлуатації по асфальтному покриттю (рис. 2).



Рис. 2. Деформації копит:

1. Косе копито правої грудної кінцівки; 2. Торцеве копито правої тазової кінцівки; 3. Плоскі копита грудних кінцівок; 4. Довге копито правої грудної кінцівки

До порушень правил ортопедичної розчистки ми також було віднесли появу косих копит. Вважаємо, що ця патологія виникала при нерациональній обрізці однієї зі стінок копита та п'яти. Не виключаємо появу таких тварин через перенесений ламініт, проте таких даних про тварину при зборі анамнезу ми не отримували. Також у двох тварин були встановлені тріщини копитного рогу з боку підшовної частини копита, які не поширювались на всю поверхню стінки та заломі копитної стінки (рис. 3).

Вважаємо, що причиною тріщин копитної стінки було надмірне пересихання копитного рогу та експлуатація тварин по твердій поверхні. Заломі ж виникали внаслідок несвоєчасної ортопедичної розчистки та при неякісному її виконанні. Ортопедична патологія поєднувалася також із ранами, причинами яких був контакт із огорожею: в одному випадку це була різана рана передньої грудної стінки, в іншому – колота рана плюсни (рис. 4).



Рис. 3. Тріщини копит та заломи копитної стінки:

1. Тріщина правої грудної кінцівки; 2. Тріщина лівої тазової кінцівки; 3. Залом копитної стінки; 4. Залом копитної стінки



Рис. 4. Рани та порушення постави кінцівок у коней:

1. Рана лівої тазової кінцівки; 2. Рана передньої частини грудної стінки; 3. Широка постава кінцівок; 4. Вузька постава кінцівок

Також ми відмітили у двох поні порушення постави кінцівок, причиною яких, на нашу думку, є порушення правил розчистки, а саме недостатнє обрізання п'яти та формування торцевих копит. Виявлені нами симптоми уражень суттєво не відрізнялися з аналогічними, наведеними в літературних джерелах. При огляді рогової капсули було встановлено часткову втрату глазури: вона втрачала прикрасний блиск та мала в вінцевій частині ознаки поверхневих руйнувань. Свідченням цього була наявність на поверхні злущених лусочок епідермісу.

Виявлені деформації по-різному впливали на тварин. У разі косих та торцевих копит змін з боку загального стану тварин не спостерігали. За умови довгих копит відмічали перерозтягнення пальцевих сухожилків згиначів внаслідок постійної опори на п'яту. У разі плоских копит кульгавість виникала при надмірному стиранні рогового шару підошви об асфальт. За таких умов тварину переводили на експлуатацію по м'якому ґрунту.

Аналізуючи симптоми тріщин, ми відмітили, що вони не поширювались на всю довжину рогової стінки, їх відмічали з боку підошви. При цьому вони починалися з дефекту підошви розміром 0,7 см і далі поширювалися догори на 1/3 копитної стінки. У разі гнійних ран симптоми були класичними. В одному випадку в дистальному відділі кінцівки відмічали наявність колотої гнійної рани, з якої витікав густий гнійний ексудат жовтого кольору. Раньові ворота були округлої форми, розміром близько 1,5 см. Різана рана передньої грудної стінки характеризувалася наявністю лінійного дефекту довжиною 9 см.

Згідно з поставленими завданнями ми проводили планіметричні дослідження, суть яких зводилася до вимірювання висоти передньої дорсальної копитної стінки та п'яти за допомогою лінійки з ціною поділки 1 мм та визначали їхнє співвідношення один до одного (табл. 2, рис. 5).



Рис. 5. Проведення планіметричних досліджень

Аналізуючи отримані дані, ми дійшли висновку, що розмір дорсальної стінки та п'яти залежить від віку тварини та породи, а також своєчасно проведеної ортопедичної роботи.

2. Результати планіметричного обстеження коней

Кличка тварини, вік	Копита											
	ПГ			ЛГ			ТЛ			ТП		
	довжина зачіпної стінки	довжина п'яти	співвідношення зачепи до п'яти	довжина зачіпної стінки	довжина п'яти	співвідношення зачепи до п'яти	довжина зачіпної стінки	довжина п'яти	співвідношення зачепи до п'яти	довжина зачіпної стінки	довжина п'яти	співвідношення зачепи до п'яти
«Шоколад», 1,6 р.	6,8	4,0	1,7	7,0	4,0	1,7	7,0	4,0	1,7	7,0	4,2	1,7
«Магда», 1,4 р.	6,0	3,3	1,8	5,0	3,1	1,6	5,8	3,2	1,8	5,8	3,2	1,8
«Боня», 7 р.	6,0	5,0	1,2	6,4	5,8	1,1	7,0	5,0	1,4	7,0	5,0	1,4
«Халва», 11 р.	8,0	5,7	1,4	8,0	5,4	1,5	9,0	4,0	2,2	9,0	4,0	2,2
«Хепі Вікторі», 6 р.	6,3	3,8	1,6	6,0	3,5	1,7	5,4	3,2	1,7	5,4	3,2	1,7
«Галактика», 3 р.	9,0	6,0	1,5	9,0	6,0	1,5	9,0	4,0	2,2	9,0	4,0	2,2
«Ласточка», 6 р.	10,5	5,0	1,9	10,5	5,0	1,9	10,5	5,8	1,8	10,0	5,8	1,7
«Алегра», 20 р.	11,0	6,0	1,8	11,0	6,2	1,8	10,0	6,0	1,7	10,0	6,0	1,7
«Юльяна», 3 р.	8,0	5,0	1,6	8,0	5,0	1,6	8,0	5,0	1,6	8,0	5,0	1,6
«Белла», 5 р.	9,0	5,2	1,7	9,0	5,2	1,7	9,0	5,5	1,7	9,0	5,5	1,7
«Еллі», 27 р.	5,8	4,8	1,2	6,0	4,8	1,2	5,8	4,8	1,2	5,8	4,8	1,2
«Кампарі», 16 р.	10,0	6,0	1,6	10,0	6,0	1,6	7,8	3,5	2,2	7,8	3,5	2,2
«Хосса», 6 р.	10,0	5,5	1,8	10,0	5,5	1,8	10,0	5,5	1,8	10,0	5,5	1,8
«Адель», 3 р.	9,0	4,6	1,9	9,0	4,6	1,9	9,0	4,6	1,9	9,0	4,6	1,9
«Батіст», 1 р.	5,0	4,0	1,2	5,0	4,0	1,2	5,0	4,0	1,2	5,0	4,0	1,2

Позначення: ПГ – праве грудне копито, ЛГ – ліве грудне копито, ТЛ – тазове ліве копито, ТП – тазове праве копито.

Потрібно зазначити, що незважаючи на різні розміри копит, показник співвідношення висоти передньої стінки та п'яти залишається сталою величиною і коливається в межах від 1,5 до 1,8. Водночас спостерігалися відхилення від цього показника. Збільшення його свідчило про надмірне стирання п'яти, зокрема у кобили «Халва», 11 р., «Галактика», 3 р., «Кампарі», 16 р. на тазових кінцівках він становив 2,2. Зазначене свідчить про надмірне стирання п'яtkової частини копит. У поні, навпаки, була досить висока п'ята, через що в неї формувалися торцеві копита, а співвідношення коливалося від 1,2 до 1,4.

За даними нашого дослідження, найбільш поширеними ураженнями є втрата глазури (86,6 %), поява косих (26,6 %), плоских (20,0 %) та торцевих копит (20,0 %), а також рани та заломы (13,3 %), що суперечить даним зарубіжних авторів, які вважають, що патології трапляються частіше на задньому puti (43,7%), передньому puti (36,3%) і зап'ястку (7,9%) [13].

Окремі автори вказують, що у поні з асиметрією хромота лівої передньої кінцівки буде переважати [12], що збігається з нашими дослідженнями.

Висновки

1. Серед поголів'я коней найбільш поширеними ураженнями є втрата глазури (86,6 %), поява косих (26,6 %), плоских (20,0 %) та торцевих копит (20,0 %), а також рани та заломы (13,3 %).

2. Симптомами руйнування глазури є розпушення в межах 1/5 до 2/5 поверхневих шарів епідермісу в ділянці вінчика, потоншення підошовного шару при плоских копитах, формування з однієї сторони копита прямовисної та з іншої відлогої стінки при косих копитах, зменшення кута зачепу при довгих копитах і збільшення кута зачепу при торцевих копитах, розшарування рогових трубочок при тріщинах та формування гнійного дефекту при ранах.

3. Встановлення співвідношення висоти передньої дорсальної стінки до п'яти є досить інформативним прогностичним показником щодо можливої подальшої появи ортопедичної патології (збільшення до 1,2 свідчить про появу торцевих копит у поні, і навпаки зростання до 2,2 про надмірне стирання п'яти).

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується проаналізувати хірургічну патологію серед коней у господарствах Полтавської області.

References

1. Babakov, N. V., Chernigova, S. V., & Chernigov, Yu. V. (2016). Lechenie sportivnyh loshadej pri ostryh travmaticheskikh asepticheskikh tendovaginitah s primeneniem preparata glutoksim. *Integraciya sovremennyh nauchnyh issledovanij v razvitie obshestva: sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii v 2-h tomah*, II, 279–283. Kemerovo: Obshestvo s ogranichelnoj otvetstvennostyu «Zapadno-sibirskij nauchnyj centr» [In Russian].
2. Govorova, M. A., Dinchenko, O. I., Byahova, V. M., & Bolshakova, M. V. (2017). Osobennosti diagnostiki patologicheskikh sostoyanij myagkih tkanej distalnyh otdelov konechnostej sportivnyh loshadej. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 3, 108–111 [In Russian].
3. Dinchenko, O. I. (2007). Kompleksnye biologicheskie preparaty v terapii oporno-dvigatel'nogo apparata loshadej. *Veterinarnaya Patologiya*, 1, 57–59 [In Russian].
4. Zhukova, M. V., & Obuhova, M. E. (2011). *Ultrazvukovoe obsledovanie konechnostej loshadej*. Akvarium-Print [In Russian].
5. Wojcik, M. (2017). The use of physical therapy procedures in the treatment of soft tissue injuries in a horse: a case study. *Journal of Veterinary. Science & Medical Diagnosis*, 6 (4). doi: 10.4172/2325-9590.1000239
6. Bubeck, K., & Aarsvold, S. (2018) Diagnosis of Soft Tissue Injury in the Sport Horse. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 34 (2). 215–234. doi: 10.1016/j.cveq.2018.04.009
7. Werpy, N. M., & Denoix, J.-M. (2012). Imaging of the Equine Proximal Suspensory Ligament. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 28 (3), 507–525. doi: 10.1016/j.cveq.2012.08.005
8. Milne, L. W. (2011). Thoracic trauma in polo: two cases and a review of the literature. *The Journal of Emergency Medicine*, 40, 410–414. doi: 10.1016/j.jemermed.2010.07.006.
9. Eggleston, R. B. (2018). Equine wound management bandages, casts, and external support. *Veterinary Clinics Equine*, 34: 557–574. doi: 10.1016/j.cveq.2018.07.010
10. O'Neill, H., & OMeara, B. (2010). Diagnosis and treatment of penetrating injuries of the hoof in horses. *In Practice*, 32: 484–490. doi: 10.1136/inp.c6671
11. Ruiz, J., & Dubuc, J. (2020). Healing of equine heel bulb lacerations: Evidence behind casting compared to bandaging alone. *Veterinary Evidence*, 5, 2. doi: 10.18849/VE.V5I2.255
12. Budren, E. R., Pfau, T., & Witte, T. (2013). Objective assessment of gait asymmetry in polo ponies. *Equine Veterinary Journal*, 45, 44, 9. doi: 10.1111/evj.12145_22
13. Contino, E. K., Park, R. D., & McIlwraith, C. W. (2012). Prevalence of radiographic changes in yearling and 2-year-old Quarter Horses intended for cutting. *Equine Veterinary Journal*, 44 (2), 185–195. doi: 10.1111/j.2042-3306.2011.00432.x

14. Dallas, R. S. (2013). Musculoskeletal injury in arabian racehorses: a study of injury distribution and prevalence in one training yard in the United Kingdom (2005-2012). *Equine Veterinary Journal*, 45, 10. doi: 10.1111/evj.12145_23
15. Marnieris, D., & Dyson, S. J. (2014). Clinical features, diagnostic imaging findings and concurrent injuries in 71 sports horses with suspensory branch injuries. *Equine Veterinary Education*, 26, 6, 312–321. doi: 10.1111/eve.12175
16. O'Meara, B., Bladon, B., Parkin, T. D., Fraser, B., & Lischer, C. J. (2010). An investigation of the relationship between race performance and superficial digital flexor tendonitis in the Thoroughbred racehorse. *Equine Veterinary Journal*, 42 (4), 322–326. doi: 10.1111/j.2042-3306.2009.00021.x
17. Owen, K. R., Singer, E. R., Clegg, P. D., Ireland, J. L., & Pinchbeck, G. L. (2012). Identification of risk factors for traumatic injury in the general horse population of north-west England, Midlands and north Wales. *Equine Veterinary Journal*, 44 (2), 143–148. doi: 10.1111/j.2042-3306.2011.00387.x
18. Ramzan, P. H., Palmer, L., Dallas, R. S., & Shepherd, M. C. (2013). Subclinical ultrasonographic abnormalities of the suspensory ligament branch of the athletic horse: A survey of 60 Thoroughbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*, 45 (2), 159–163. doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00588.x
19. Tipton, T. E., Ray, C. S., & Hand, D. R. (2013). Superficial digital flexor tendonitis in cutting horses: 19 cases (2007–2011). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243 (8), 1162–1165. doi: 10.2460/javma.243.8.1162
20. Turley, S. M., Thambyah, A., Riggs, C. M., Firth, E. C., & Broom, N. D. (2014). Microstructural changes in cartilage and bone related to repetitive overloading in an equine athlete model. *Journal of Anatomy*, 224 (6), 647–658. doi: 10.1111/joa.12177
21. Frolova, E. M., Abilov, A., Shamshidin, A. S., Sumina, A. S., Kombarova, Y. A., & Erin, S. N., (2019). Novel Medicinal Product and its Inhibitory Effects on Microorganisms and Pathogenic Fungi. *Agrarian science*, (9), 32–35. doi: 10.32634/0869-8155-2019-331-8-32-35
22. Sarbash, D., Slusarenko, D., & Sinyagovskaya, K. (2019). Laminitis of horses (diagnostics and treatment). *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 3, 154–161. doi: 10.31890/2019.03.21
23. Pilyuga, Yu. A. (2014). Profilaktika deformacij kopyt u loshadej *Veterinariya, Zootehnika i Biotehnologiya*, 12, 49–52 [In Russian].
24. Sapozhkov, V. S. (2006). Diagnostika, terapiya i profilaktika tendovaginitov u sportivnyh loshadej. *Veterinariya*, 5, 48–51 [In Russian].
25. Pollitt, K. K. (1995). *Konechnosti loshadej. Illyustrirovanyj atlas*. Kvinslend: Mosbi [In Russian].
26. Borisevich, V. B. (1996). *Veterinarnaya ortopediya: bolezni kopytec i kopyt*. Kiev: Kirovogradizdat [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 23.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кулинич С. М., Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Зезекало М. А., Карпенко І. О. Дослідження стану дистального відділу кінцівок коней в умовах кінного клубу «Верхова їзда в Полтаві». *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 210–217.

© Кулинич Сергій Миколайович, Омельченко Ганна Олексіївна, Авраменко Наталія Олексіївна, Зезекало Микола Андрійович, Карпенко Інна Олександрівна, 2020



original article | UDC 636.7/.8:616.99:595.775.1:616.41 |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.27

HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF CATS AND DOGS IN CASE OF CTENOCEPHALOSIS

O. V. Kruchynenko*

A. Yu. Brydykhina

ORCID  [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437)

ORCID  [0000-0001-8425-6182](https://orcid.org/0000-0001-8425-6182)

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

*Corresponding author

E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kruchynenko, O. V., & Brydykhina, A. Yu. (2020). Hematological and biochemical indicators of cats and dogs in case of ctenocephalosis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 218–223. doi: 10.31210/visnyk2020.04.27

Ctenocephalosis is the most wide-spread external parasitic disease of cats and dogs caused by fleas of Ctenocephalides (C. W. Stiles & B. J. Collins, 1930) genus. One of peculiarities of the invasion is its chronic development connected with constant attack of fleas on animal and characterized by itching, appearing alopecia, developing exzemas, dermatites, and so on. Quite often in case of Ctenocephalides spp. parasitizing, allergic dermatitis, ferrum-deficit anemia, and imaciation of infected animal are registered. The studies were conducted in the laboratory of the Department of parasitology and veterinary-sanitary expert examination of Poltava State Agrarian Academy and in the veterinary clinic of “Bio-center” Ltd (in the town of Poltava). The aim of the research was to find out the effect of Ctenocephalides spp. external parasites on hematological and biochemical indices of blood serum in infected cats and dogs. Animals having the index of infection intensity from 17 to 42 specimens of insects on the animal body were taken for the experiments. The following indicators were determined in the animals’ blood: the amount of leukocytes, erythrocytes, the content of hemoglobin, lymphocytes, monocytes, eosinophiles, basophils and immature cells, granulocytes, and hematocrite. Four groups of animals were formed: two control (clinically healthy cats and dogs) and two experimental ones (infected with Ctenocephalides spp. parasitic insects). According to the study results, it has been found that blood-sucking insects negatively affect the organism of diseased animals. The apparent decrease in the amount of erythrocytes ($P < 0.05$), hemoglobin ($P < 0.01$) and hematocrite content was registered in the blood of infected animals. At the same time, the index of leukocyte amount increased in the blood of diseased cats and dogs ($P < 0.01$). The following indicators were determined in the blood serum of the diseased animals: the content of total protein, creatinine, urea, glucose, the activity of alanineaminotransferase, aspartate aminotransferase, and alkali phosphatase. As a result of the conducted studies, it has been revealed that changes in the blood serum biochemical indices showed the presence of concomitant pathology – hepatorenal syndrome, manifested by the increase in total protein, urea, creatinine, and also the activity of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, and alkali phosphatase ($P < 0.01$). The obtained results of experimental data expand the known information as to pathogenesis of fleas parasitizing on cats and dogs, and also allow to conduct effectively the treatment of diseased animals.

Key words: ctenocephalosis, cats, dogs, intensity of infection, hematological indicators, biochemical indices.

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ В КОТІВ І СОБАК ЗА НАЯВНОСТІ КТЕНОЦЕФАЛЬОЗУ

О. В. Кручиненко, А. Ю. Бридихіна

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Найпоширенішим ектопаразитарним захворюванням серед котів і собак є ктеноцефальоз, який викликається блохами роду *Ctenocephalides* (C. W. Stiles & B. J. Collins, 1930). Однією з особливостей цієї інвазії є хронічний перебіг, що пов'язаний з постійним нападом бліх на тварину, який супроводжується сильним свербіжем, виникненням алопецій, розвитком екзем, дерматитів тощо. Досить часто за паразитування *Ctenocephalides* spp. реєструють алергічний дерматит, залізодефіцитну анемію й виснаження інвазованих тварин. Дослідження проводили на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах клініки ветеринарної медицини ТОВ «Біоцентр» (м. Полтава). Метою досліджень було з'ясувати вплив ектопаразитів *Ctenocephalides* spp. на гематологічні й біохімічні показники сироватки крові інвазованих котів і собак. У дослідях використовували собак та котів з показником інтенсивності інвазії від 17 до 42 екз. комах на тілі тварини. У крові тварин визначали: кількість лейкоцитів, еритроцитів, вміст гемоглобіну, лімфоцити, вміст моноцитів, еозинофілів, базофілів і незрілих клітин, гранулоцити, та гематокрит. Було сформовано чотири групи тварин: дві контрольні (клінічно здорові коти і собаки) та дві дослідні (уражені паразитичними комахами *Ctenocephalides* spp.). Результати проведених досліджень дали змогу з'ясувати, що кровосисні комахи негативно впливають на організм хворих тварин. У крові інвазованих тварин реєстрували вірогідне зниження кількості еритроцитів ($P < 0,05$), вмісту гемоглобіну ($P < 0,01$) та гематокриту. Водночас показник кількості лейкоцитів зростав у крові хворих котів і собак ($P < 0,01$). У сироватці крові хворих тварин визначали: вміст загального протеїну, креатиніну, сечовини, глюкози, активність аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази та лужної фосфатази. За допомогою проведених досліджень з'ясували, що зміни з боку біохімічних показників сироватки крові хворих тварин вказували на наявність супутньої патології – гепаторенального синдрому, що проявлялось підвищенням вмісту загального протеїну, сечовини, креатиніну, активності АсАТ, АлАТ та лужної фосфатази ($P < 0,01$). Отримані результати розширюють відомі дані стосовно патогенезу за умов паразитування бліх на котах і собаках, а також дозволять ефективно проводити лікування хворих тварин.

Ключові слова: ктеноцефальоз, коти, собаки, інтенсивність інвазії, гематологічні показники, біохімічні показники.

Вступ

Одними з найпоширеніших ектопаразитів, що паразитують у котів і собак, є представники роду *Siphonaptera* [1–3, 19, 22, 25]. Блохи мають вагоме значення не лише у ветеринарії, а й у гуманній медицині, оскільки вони виступають у ролі переносників різних захворювань, зокрема: чуми, тифу, енцефаліту, гепатиту, лістеріозу, дипілідіозу тощо [5–7, 13, 14].

Ctenocephalides spp. є найбільш поширеними та адаптованими до домашніх котів та собак. Ураженість домашніх тварин блохами коливається в межах від 10 до 40 %, проте зафіксовані випадки пропікові показники екстенсивності інвазії понад 70 % [3, 4, 8, 11].

За умови паразитування бліх та їх укусах у тварин виникає сильний свербіж, на шкірі утворюються запальні ущільнення, розвивається міліарний дерматит. Досить часто в інвазованих тварин спостерігають утворення ділянок алопецій, екзем, дерматитів та подальшого занесення патогенної мікрофлори в пошкоджену тканину [16–18].

Автори звертають увагу на те, що у разі високої інтенсивності інвазії у тварин спостерігалися: виснаження, анемія, зниження резистентності організму [9, 10, 21]. За даними дослідників, унаслідок паразитування дорослих бліх у інвазованих собак реєстрували залізодефіцитну анемію, особливо в цуценят. У разі хронічного перебігу було встановлено ознаки анемії й у дорослих собак [12, 13]. Інші науковці вказують на те, що у разі паразитування бліх не відмічали суттєвих змін з боку гематологічних показників хворих собак. Зокрема, кількість лейкоцитів, еритроцитів, вміст гемоглобіну були в межах норми і протягом експерименту їх зміни не мали статистичної значимості від аналогічних показників крові здорових тварин. Також встановлено, що в собак з високою інтенсивністю інвазії зростав показник ШОЕ [24].

Зважаючи на вищенаведене, метою нашого дослідження було вивчити вплив ектопаразитів *Ctenocephalides spp.* на гематологічні й біохімічні показники сироватки крові інвазованих котів і собак. Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі: визначити у крові котів і собак вміст гемоглобіну, кількість лейкоцитів та еритроцитів за наявності ктеноцефальозу; встановити вміст загального білка, лужної фосфатази, креатинінази, сечовини та визначити активність ферментів АЛТ та АСТ у хворих котів і собак.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2020 року на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах клініки ветеринарної медицини ТОВ «Біоцентр» (м. Полтава). З метою встановлення гематологічних змін у котів і собак у разі паразитування бліх у досліді використовували 10 котів та 10 собак змішаних порід віком від 1 до 6 років, які належали мешканцям м. Полтави. З них були сформовані чотири групи тварин по 5 голів у кожній: дві контрольні (клінічно здорові коти і собаки) та дві дослідні, уражені паразитичними комахами з інтенсивністю інвазії (від 17 екз. до 42 екз. комах на тілі тварини). Кров для досліджень отримували з променевої підшкірної вени передньої кінцівки зранку перед годівлею. Дослідження проводили за допомогою гематологічного аналізатора URIT-2900 Vet Plus (Китай). У крові дослідних та контрольних груп тварин визначали: кількість лейкоцитів, еритроцитів, вміст гемоглобіну, лімфоцити, вміст моноцитів, еозинофілів, базофілів і незрілих клітин, гранулоцити, та гематокрит. Підготовку проб та визначення показників проводили згідно з інструкцією до приладу та реактивів.

Кров для біохімічних досліджень отримували з променевої підшкірної вени передньої кінцівки зранку перед годівлею. Біохімічні показники сироватки крові досліджували за допомогою напівавтоматичного аналізатора «BioChem SA» (США). Підготовку проб і визначення конкретних показників проводили згідно з інструкцією до приладу та реактивів. У сироватці крові визначали: вміст загального протеїну, креатиніну, сечовини, глюкози, активність аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази, лужної фосфатази.

Розрахунки проводили на персональному комп'ютері з використанням програмного забезпечення MedCalc Statistical Software version 18.9.1 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium). Розраховували середні значення ($\bar{x}$) та стандартну помилку середнього (SE). Встановлення статистичної різниці між контрольними і дослідними групами проводили за критерієм Манна-Уїтні. Рівень $P < 0,05$ вважали статистично значущим.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень довели, що в інвазованих котів *Ctenocephalides spp.* спостерігались зміни гематологічних показників порівняно зі здоровими тваринами (табл. 1). У разі інтенсивності інвазії 17–42 екз. у хворих котів відбувалось зниження кількості еритроцитів на 27,8 % ($P < 0,05$) порівняно зі здоровими тваринами. Водночас вміст гемоглобіну вірогідно зменшувався у хворих котів на 27,3 % ($P < 0,01$).

1. Гематологічні показники котів, інвазованих *Ctenocephalides spp.* ($n=5$, $\bar{x} \pm SE$)

Показники	Клінічно здорові коти	Коти, інвазовані <i>Ctenocephalides spp.</i>	Реферативні норми
Еритроцити, Т/л	9,42±0,62	6,8±1,02*	5,30–10,0
Гемоглобін, г/л	107,6±8,4	78,2±0,6**	80–150
Лейкоцити, Г/л	8,7±0,9	22,9±2,8**	5,5–18,5
Гематокрит, %	32,7±1,9	24,4±0,4**	26,0–48,0
Вміст моноцитів, еозинофілів, базофілів та незрілих клітин, %	5,6±2,1	11,7±2,8	1,0–4,0
Гранулоцити, %	70,1±9,2	59,3±5,9	35,0–85,0
Лімфоцити, %	24,2±1,7	28,9±3,9	20,0–55,0

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ – щодо показників клінічно здорових тварин

У крові хворих котів показник кількості лейкоцитів зростав до 22,9±2,8 Г/л ($P < 0,01$), гематокрит знижувався до 24,4±0,4 % ($P < 0,01$).

Інші гематологічні показники уражених котів не мали статистичної значимості відносно здорових тварин.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

За результатами проведених досліджень, у собак, інвазованих *Ctenocephalides* spp., спостерігались аналогічні зміни (табл. 2). Так, в уражених тварин відбувалось зниження кількості еритроцитів на 28,4 % ($P < 0,05$), зниження вмісту гемоглобіну на 21,9 % ($P < 0,01$) та гематокриту на 23,0 % ($P < 0,01$).

Водночас у хворих тварин зростала кількість лейкоцитів на 49,7 % ($P < 0,01$) та вміст моноцитів, еозинофілів, базофілів та незрілих клітин на 48,0 % ($P < 0,01$).

2. Гематологічні показники собак, інвазованих *Ctenocephalides* spp. ($n=5$, $\bar{x} \pm SE$)

Показники	Клінічно здорові собаки	Собаки, інвазовані <i>Ctenocephalides</i> spp.	Реферативні норми
Еритроцити, Т/л	6,7 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,2*	5,60–8,0
Гемоглобін, г/л	145,0 $\pm$ 3,53	113,2 $\pm$ 1,5**	120–180
Лейкоцити, Г/л	8,6 $\pm$ 0,7	17,1 $\pm$ 0,8**	6,0–16,0
Гематокрит, %	43,1 $\pm$ 1,3	33,2 $\pm$ 0,8**	37,0–55,0
Вміст моноцитів, еозинофілів, базофілів та незрілих клітин, %	2,5 $\pm$ 0,4	4,8 $\pm$ 0,2**	1,0–7,0
Гранулоцити, %	80,9 $\pm$ 1,8	83,9 $\pm$ 1,0	60,0–83,0
Лімфоцити, %	14,2 $\pm$ 0,8	11,3 $\pm$ 0,9	12,0–30,0

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ – щодо показників клінічно здорових тварин.

Інші гематологічні показники уражених собак не мали статистичної значимості відносно здорових тварин.

За даними таблиці 3 встановлено, що в сироватці хворих котів зростав вміст загального протеїну на 68,1 % ($P < 0,01$), креатиніну на 7,2 % ($P < 0,05$), сечовини на 62,9 % ($P < 0,01$) й лужної фосфатази на 38,6 % ($P < 0,01$).

3. Біохімічні показники сироватки крові котів, інвазованих *Ctenocephalides* spp. ($n=5$, $\bar{x} \pm SE$)

Показники	Клінічно здорові коти	Коти, інвазовані <i>Ctenocephalides</i> spp.	Реферативні норми
Загальний протеїн, г/дл	2,3 $\pm$ 0,6	7,2 $\pm$ 1,2**	0,0–6,84
Креатинін, мкмоль/л	95,5 $\pm$ 1,7	102,9 $\pm$ 2,2*	88,4–154
Сечовина, ммоль/л	4,84 $\pm$ 0,93	13,04 $\pm$ 0,9**	2,8–7,14
Амілаза, Од/л	944,2 $\pm$ 103,7	1054,8 $\pm$ 67,6	550–1450
Глюкоза, ммоль/л	5,31 $\pm$ 0,32	5,5 $\pm$ 0,21	3,33–7,21
АсАт, МО/л	22,04 $\pm$ 3,1	21,7 $\pm$ 2,9	12,0–40,0
АлАт, МО/л	45,9 $\pm$ 4,8	56,6 $\pm$ 3,6	28–76
Лужна фосфатаза, МО/л	48,9 $\pm$ 4,6	79,6 $\pm$ 8,4**	0–62

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ – щодо показників клінічно здорових тварин.

Інші біохімічні показники крові інвазованих котів не мали вірогідних змін.

У разі інтенсивності інвазії від 17 до 42 екз. у сироватці крові уражених собак виявляли вірогідне підвищення сечовини, активності ферментів, глюкози й лужної фосфатази (табл. 4). Зокрема, вміст сечовини зростав на 79,5 % ($P < 0,01$), аспартатамінотрансферази на 61,1 % ($P < 0,01$), аланінамінотрансферази на 65,1 % ($P < 0,01$) й лужної фосфатази на 63,0 % ($P < 0,01$).

Водночас вміст глюкози у сироватці крові хворих собак знижувався на 31,7 % ($P < 0,01$).

4. Біохімічні показники сироватки крові собак, інвазованих *Ctenocephalides* spp. ($n=5$, $\bar{x} \pm SE$)

Показники	Клінічно здорові собаки	Собаки, інвазовані <i>Ctenocephalides</i> spp.	Реферативні норми
Загальний протеїн, г/дл	5,4 $\pm$ 1,9	12,6 $\pm$ 3,0**	0,0–10,26
Креатинін, мкмоль/л	66,5 $\pm$ 8,2	89,4 $\pm$ 9,12*	44,20–114,92
Сечовина, ммоль/л	5,5 $\pm$ 0,9	26,7 $\pm$ 2,4**	0,0–7,85
Амілаза, Од/л	900,8 $\pm$ 203,5	1143,9 $\pm$ 58,1	350–1650
Глюкоза, ммоль/л	6,0 $\pm$ 0,2	5,1 $\pm$ 0,3	3,33–6,38
АсАт, МО/л	31,0 $\pm$ 3,7	79,7 $\pm$ 5,9**	10,0–43,0
АлАт, МО/л	33,4 $\pm$ 6,4	95,6 $\pm$ 11,9**	6,0–70,0
Лужна фосфатаза, МО/л	34,5 $\pm$ 8,7	93,2 $\pm$ 13,2**	8,0–76,0

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ – щодо показників клінічно здорових тварин.

Отже, проведені дослідження свідчать про негативний вплив бліх *Ctenocephalides* spp. на організм інвазованих котів і собак. Результати досліджень свідчать, що за умови паразитування бліх у котів і собак відбувалось вірогідне зменшення кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокриту. Водночас зростала кількість лейкоцитів та відбувалась алергізація організму. Подібні зміни реєстрували інші науковці. Так, в уражених собак (до 15 екз.) дослідники виявляли лейкоцитоз та еозинофілію. Тоді як у разі інтенсивності інвазії від 16 до 47 екз. бліх на тілі тварини проявлялись ознаки розвитку анемії, запальних та алергічних явищ. У крові уражених собак відбувалось зменшення кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну, збільшення кількості лейкоцитів, еозинофілів та паличкоядерних нейтрофілів [26]. Автори встановили, що у разі паразитування *Ctenocephalides* spp. відбувалось зниження кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну, показника гематокриту у крові собак за умови паразитування на їхньому тілі понад 15 екз. бліх [19].

Наші дослідження свідчать, що у хворих тварин відбувались зміни в активності АсАт і АлАт та лужної фосфатази. Подібні зміни у сироватці крові хворих собак спостерігала дослідниця. Згідно з отриманими даними відбувалось зростання активності АсАт і АлАт (у 1,4 разу, $P < 0,05$), лужної фосфатази (у 2 рази, $P < 0,05$) [15].

З'ясовано, що в сироватці крові хворих котів і собак спостерігалось підвищення вмісту загального протеїну, креатиніну й сечовини. Це свідчить про супутню патологію – гепаторенальний синдром [20].

За даними Н. М. Шульженко та Г. П. Рябіка (2017), у разі гепаторенального синдрому в сироватці крові собак відбувалось підвищення вмісту загального протеїну, білірубину, активності АсАт та АлАт, вмісту сечовини та креатиніну [23].

Висновки

З'ясовано, що у разі паразитування ектопаразитів *Ctenocephalides* spp. у крові інвазованих котів і собак відбуваються зміни, які характеризуються анемією, запальними та алергічними явищами. У хворих тварин спостерігається зменшення кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну, гематокриту та збільшення кількості лейкоцитів, вмісту моноцитів, еозинофілів, базофілів та незрілих клітин. У сироватці крові хворих котів і собак відбуваються зміни, які проявляються підвищенням вмісту загального протеїну, сечовини, креатиніну, активності АсАт, АлАт та лужної фосфатази, що свідчить про розвиток у них гепаторенального синдрому.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності сучасних інсектоакарицидних препаратів у разі ураження котів і собак блохами.

References

1. Abdullah, S., Helps, C., Tasker, S., Newbury, H., & Wall, R. (2019). Pathogens in fleas collected from cats and dogs: distribution and prevalence in the UK. *Parasites & Vectors*, 12 (1). doi: 10.1186/s13071-019-3326-x
2. Ahn, K. S., Huh, S. E., Seol, S. W., Kim, H. J., Suh, K. H., & Shin, S. (2018). *Ctenocephalides canis* is the dominant flea species of dogs in the Republic of Korea. *Parasites & Vectors*, 11 (1), 196. doi: 10.1186/s13071-018-2769-9
3. Álvarez, V. H. G., Martínez, A. C., & Abdulmakeem, A.A. (2018). Flea (siphonaptera: pulicidae) prevalence and first record of *ctenocephalides canis* (curtis, 1826) in domestic dogs in north-central Mexico. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 7 (4), 146–148. doi: 10.15406/jdvar.2018.07.00207
4. Beugnet, F., Labuschagne, M., Fourie, J., Jacques, G., Farkas, R., Cozma, V., Halos, L., Hellmann, K., Knaus, M., & Rehbein, S. (2014). Occurrence of *Dipylidium caninum* in fleas from client-owned cats and dogs in Europe using a new PCR detection assay. *Veterinary Parasitology*, 205(1–2), 300–306. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.06.008
5. Bitam, I., Dittmar, K., Parola, P., Whiting, M. F., & Raoult, D. (2010). Fleas and flea-borne diseases. *International Journal of Infectious Diseases*, 14 (8), 667–676.
6. Mediannikov, O., Abdissa, A., Diatta, G., Trape, J.-F., & Raoult, D. (2012). *Rickettsia felis* Fleas, Southern Ethiopia, 2010. *Emerging Infectious Diseases*, 18 (8). doi: 10.3201/eid1808.111243
7. Blanco, J. R., Pérez-Martínez, L., Vallejo, M., Santibáñez, S., Portillo, A., & Oteo, J. A. (2006). Prevalence of *Rickettsia felis*-like and *Bartonella* spp. in *Ctenocephalides felis* and *Ctenocephalides canis* from La Rioja (northern Spain). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1078 (1), 270–274. doi: 10.1196/annals.1374.050
8. Bonneau, S., Reymond, N., Gupta, S., & Navarro, C. (2015). Efficacy of a fixed combination of permethrin 54.5% and fipronil 6.1% (Effitix) in dogs experimentally infested with *Ixodes ricinus*. *Parasites*

& Vectors, 8, 204. doi: 10.1186/s13071-015-0805-6

9. Carlotti, D. N., & Jacobs, D. E. (2001). Therapy, control and prevention of flea allergy dermatitis in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*, 11 (2), 83–98. doi: 10.1046/j.1365-3164.2000.00204.x

10. Colombini, S., Hodgins, E. C., Foil, C. S., Hosgood, G., & Foil, L. D. (2001). Induction of feline flea allergy dermatitis and the incidence and histopathological characteristics of concurrent indolent lip ulcers. *Veterinary Dermatology*, 12, 155–161. doi: 10.1046/j.1365-3164.2001.00243.x

11. Chen, Y. Z., Liu, G. H., Song, H. Q., Lin, R. Q., Weng, Y. B., & Zhu, X. Q. (2014). Prevalence of *Sarcoptes scabiei* infection in pet dogs in southern China. *The Scientific World Journal*, 718590. doi: 10.1155/2014/718590

12. Dobler, G., & Pfeffer, M. (2011). Fleas as parasites of the family Canidae. *Parasites & Vectors*, 4, 139. doi: 10.1186/1756-3305-4-139

13. Dryden, M. W., & Rust, M. K. (1994). The cat flea: biology, ecology and control. *Veterinary Parasitology*, 52 (1–2), 1–19. doi: 10.1016/0304-4017(94)90031-0

14. Horb, K. (2019). Epizootic peculiarities of dog ctenocephalosis in the conditions of the town of Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 216–221. doi: 10.31210/visnyk2019.01.25 [In Ukrainian].

15. Horb, K. O. (2020). Biochemical parameters of blood serum of dogs for ctenocephalidosis. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22 (97), 3–6. doi: 10.32718/nvlvet9701

16. Koutinas, A. F., Papazahariadou, M. G., Rallis, T. S., Tzivara, N. H., & Himonas, C. A. (1995). Flea species from dogs and cats in northern Greece: environmental and clinical implications. *Veterinary Parasitology*, 58 (1–2), 109–115. doi: 10.1016/0304-4017(94)00706-i

17. Kwochka, K. W. (1987). Fleas and related disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 17 (6), 1235–1262. doi: 10.1016/s0195-5616(87)50001-8

18. Lam, A., & Yu, A. (2009). Overview of flea allergy dermatitis. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, 31 (5), 1–10.

19. Ljutikova, I. A. (2008). Ktenocefalidoz sobak i koshek megapolisa Moskvyy: rasprostraneniye, patogenez, terapiya. *Candidate's thesis*. Moskva [In Russian].

20. Lokes, P. I., Kibkalo, D. V., & Liakhovych, K. V. (2009). Diahnostychna znachymist biokhimichnykh pokaznykiv syrovatky krovi sobak za hepatorenalnoho syndromu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii*, 3, 87–93 [In Ukrainian].

21. Moriello, K. A., & McMurdy, M. A. (1989). The prevalence of positive intradermal skin test reactions to flea extract in clinically normal cats. *Companion Animal Practice*, 19, 28–30.

22. Semenko, O. V., & Kurinets, D. M. (2011). Poshyrennia ektoparazytiv sered populatsii bezprytnykh sobak u Kyievi. Retrieved from: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11sov.pdf.

23. Shulzhenko, N. N., & Ryabik, A. P. (2017). Efficiency of complex treatment hepatorenal syndrome in dogs. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 5 (1), 37–41.

24. Tkacheva, Y., & Glazunova, L. (2018). Hematological Changes in Dogs and Cats With Ectoparasitosis in Northern Trans-Urals. *International Scientific and Practical Conference "AgroSMART - Smart Solutions for Agriculture" (AgroSMART 2018)*. doi: 10.2991/agrosmart-18.2018.138

25. Troyo, A., Calderón-Arguedas, Ó., Alvarado, G., Vargas-Castro, L. E., & Avendaño, A. (2012). Ectoparasites of dogs in home environments on the Caribbean slope of Costa Rica. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21 (2), 179–183. doi: 10.1590/S1984-29612012000200021

26. Yevstafieva, V. O., & Gorb, K. O. (2019). Vplyv ektoparazytiv rodu Ctenocephalides na hematologichni pokaznyky invazovanykh sobak. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii*, 3, 215–220. doi: 10.31210/visnyk2019.03.29 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кручиненко О. В., Бридихіна А. Ю. Гематологічні та біохімічні показники в котів і собак за наявності ктеноцефальозу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 218–223.

© Кручиненко Олег Вікторович, Бридихіна Анастасія Юріївна, 2020



original article | UDC 636. 598.09: 616.995.132(477.53) |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.28

EPIZOOTOLOGICAL FEATURES OF GOOSE TRICHOSTRONGYLOSIS DEVELOPMENT ON FARMS OF POLTAVA REGION

Ye. Starodub*

ORCID  [0000-0002-7880-8283](https://orcid.org/0000-0002-7880-8283)

V. Melnychuk

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

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

*Corresponding author

E-mail: starodub7@i.ua

How to Cite

Starodub, Ye., & Melnychuk, V. (2020). Epizootological features of goose trichostrongylosis development on farms of Poltava region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 224–229. doi: 10.31210/visnyk2020.04.28

Infections caused by nematodes parasitizing in poultry gastrointestinal tract, including trichostrongylosis, are quite common among goose helminthiases. *Trichostrongylus tenuis* pathogen is localized in poultry's cecum, less often – in the small intestine. The invasion causes a delay in growth and development of young poultry, negatively affects the productivity, product quality and functional activity of the immune system. The aim of the research was to establish the epizootological features of goose trichostrongylosis development on farms of Poltava region. According to the results of helminthological autopsies of domestic geese, it was found that the average prevalence of trichostrongylosis infestation in Poltava region made 27.54 % (fluctuating from 20.00 to 39.34 %, the intensity of the invasion – 13.09 ± 0.95 specimens/head (fluctuating from 1 to 42 specimens/head). It was found that goose trichostrongylosis more often (81.55 % of infected poultry) occurred in the form of mixed invasions with nematodoses, cestodoses and trematodoses. Trichostrongylosis mono-invasion was found in 18.45 % of diseased poultry. Mixed invasions were represented by two-, three-, four-, five- and six-component varieties. Invasions consisting of two species of parasites were dominant (the prevalence of infection made 10.43 %), where the co-members of *Trichostrongylus tenuis* were nematodes of the following species: *Amidostomum anseris*, *Heterakis dispar*, *Baruscapillaria anseris*, *Baruscapillaria ob-signatica*, cestodes of the species: *Fimbriaria fasciolaris*, *Sobolevicanthus gracilis* and trematodes of *Echinoparyphium aconiatum* species. The prevalence of other types of mixed invasions ranged from 0.80 to 5.08 %. A total of 28 varieties of associative development of goose trichostrongylosis were identified, where 7 kinds were two-component, 14 – three-component, 5 – four-component, 1 – five-component, and 1 – six-component. The main co-members of nematodes of *Trichostrongylus tenuis* genus in geese were *H. dispar* nematodes (prevalence of infection made 9.89 %), *B. anseris* (9.89 %) and *A. anseris* (6.68 %). Associations of trichostrongylus with *H. conoideum* (4.28 %), *S. gracilis* (3.74 %), *F. fasciolaris* (3.48 %), *H. gallinarum* (3.48 %) and *B. ob-signata* (1.87 %) were less numerous.

Key words: trichostrongylosis, nematodes, cestodes, trematodes, geese, mono-invasion, mixed-invasion, prevalence of infection.

ЕПІЗООТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ТРИХОСТРОНГІЛЬОЗУ ГУСЕЙ У ГОСПОДАРСТВАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Є. С. Стародуб, В. В. Мельничук

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Серед гельмінтозів гусей досить поширеними є інвазії, спричинені нематодами, що паразитують у шлунково-кишковому тракті птиці, до яких належить і трихостронгільоз. Збудник *Trichostrongylus tenuis* локалізується у птиці у сліпих кишках, рідше – в тонкому кишечнику. Інвазія зумовлює затримку в рості та розвитку молодняку, негативно впливає на продуктивність, якість продукції та функціональну активність імунної системи птиці. Метою досліджень було встановити епізотологічні особливості перебігу трихостронгільозу гусей у господарствах Полтавської області. За результатами проведених гельмінтологічних розтинів домашніх гусей встановлено, що середня екстенсивність трихостронгільозної інвазії на території Полтавської області становила 27,54 % (за коливань від 20,00 до 39,34 %, інтенсивність інвазії – $13,09 \pm 0,95$ екз./гол. (за коливань від 1 до 42 екз./гол.)). Встановлено, що трихостронгільоз гусей частіше (у 81,55 % інвазованої птиці) перебігає як мікстинвазії разом з нематодозами, цестодозами та трематодозами. Трихостронгільозну моноінвазію виявлено у 18,45 % хворої птиці. Мікстинвазії представлені дво-, три-, чотири-, п'яти- та шестикомпонентними різновидами. Домінуючими виявилися інвазії, що склалися з двох видів паразитів (екстенсивність інвазії становила 10,43 %), де співчленами *Trichostrongylus tenuis* були нематоди видів: *Amidostomum anseris*, *Heterakis dispar*, *Baruscapillaria anseris*, *Baruscapillaria obsignata*, цестоди видів: *Fimbriaria fasciolaris*, *Sobolevicanthus gracilis* та трематоди виду *Echinoparyphium aconiatum*. Екстенсивність інших видів мікстинвазій коливалася в межах від 0,80 до 5,08 %. Усього виділено 28 різновидів асоціативного перебігу трихостронгільозу в гусей, де з двоконпонентних виявлено 7 різновидів, з трикомпонентних – 14, з чотирикомпонентних – 5, із п'ятикомпонентних – 1, із шестикомпонентних – 1. Основними співчленами нематод роду *Trichostrongylus tenuis* в організмі гусей виявилися нематоди *H. dispar* (екстенсивність інвазії становила 9,89 %), *B. anseris* (9,89 %) та *A. anseris* (6,68 %). Менший відсоток становили асоціації трихостронгільосів із *H. conoideum* (4,28 %), *S. gracilis* (3,74 %), *F. fasciolaris* (3,48 %), *H. gallinarum* (3,48 %) та *B. obsignata* (1,87 %).

Ключові слова: трихостронгільоз, нематоди, цестоди, трематоди, гуси, моноінвазія, мікстинвазії, екстенсивність інвазії.

Вступ

Згідно з результатами досліджень науковців, трихостронгільоз має значне поширення і зареєстрований на території Кенії, Нігерії, Мексиці, Австрії, Німеччини, Словаччини [1–5]. Представників родини Trichostrongylidae часто виявляють як у домашньої, так і в дикої птиці. Так у білого гуся (*Chen caerulescens caerulescens*) виявлено трихостронгільід виду *Epomidiostomum crami* (EI – 92 %, II – $18,7 \pm 13,3$ екз./гол.) [6]. Також цей вид виявлено в білолобого гуся (*Anser albifrons*) (EI – 66,67 %, II – $4,83 \pm 7,5$), у гуменника великого (*Anser fabalis*) (EI – 100 %, II – 3 екз./гол.), у лебедя-кликуну (*Cygnus cygnus*) (EI – 13,33 %, II – $2,83 \pm 2,79$ екз./гол.), у американського лебедя (*Cygnus columbianus*) (EI – 16,67 %, II – $3,5 \pm 3$ екз./гол.) [7]. У страусів (*Struthio camelus*) з трихостронгільід найбільш поширеним паразитом є *Libyostrongylus* spp., де екстенсивність інвазії може сягати 100 %, а інтенсивність – до 8608 яєць/г [8–10].

На території Кенії при дослідженні 456 зразків кишок домашньої птиці було виділено збудника трихостронгільозу, де екстенсивність інвазії становила 1,04 % [11]. Водночас у Мексиці EI курей *T. tenuis* була вищою і дорівнювала 19,5 %. Причому мікстинвазії виявляли у 42 % випадках, де трихостронгільоси перебігали разом із *Ascaridia galli*, *Capillaria* sp., *Heterakis* sp. у різних комбінаціях [3].

Трихостронгільоз серед домашніх гусей був зареєстрований на території Словаччини, екстенсивність інвазії становила лише 0,3 %. Також виявляли таких збудників: *Notocotylus attenuatus* (0,4 %), *Apatemon gracilis* (1,6 %), *Cotylurus cornutus* (0,2 %), *Hypoderaeum conoideum* (0,2 %), *Retinometra longicirrosa* (3,3 %), *Drepanidotaenia lanceolata* (3,2 %), *Sobolevicanthus fragilis* (0,7 %), *Diorchis stefanskii* (0,8 %), *Microsomacanthus microsoma* (0,9 %), *Dilepis undula* (0,1 %), *Capillaria caudinflata* (0,3 %), *Capillaria obsignata* (7,8 %), *Amidostomum anseris* (3,7 %), *Ganguletarakis dispar* (16,8 %) і *Heterakis gallinarum* (0,5 %). Моноінвазію діагностовано у 61,4 % інвазованих гусей, двоконпонентну

мікстінвазію – у 29,7 %, трикомпонентну – у 7,8 %, чотирикомпонентну – у 1 % [1].

Згідно з проведеними дослідженнями автори з'ясували, що гельмінтофауна домашньої та дикої водоплавної птиці на території Брянської області РФ представлена 4 видами нематод: *A. anseris*, *C. anseris*, *G. dispar* і *T. tenuis*. Екстенсивність інвазії домашніх гусей трихостронгільюсами становила 12,7 % за П від 1 до 7 екз./гол., а у диких гусей – відповідно 14,3 % та від 1 до 9 екз./гол. Також доведено, що гельмінтози водоплавних птахів перебігають переважно як асоціативні інвазії, а в патологічний процес найчастіше втягуються органи травної системи. На думку дослідників, дика водоплавна птиця може сприяти інвазуванню домашньої птиці, оскільки є постійним резервуаром виділених паразитів у природі, а також призводить до розсіювання збудників інвазії, перелітаючи з місця на місце [12, 13].

Тому всебічне вивчення паразитичних нематод виду *Trichostrongylus tenuis*, що паразитують у домашніх гусей, представляє не тільки загальнобіологічний інтерес, але має і величезне практичне значення при плануванні та проведенні заходів щодо боротьби та профілактики цієї інвазії.

Метою досліджень було встановити епізоотологічні особливості перебігу трихостронгільозу гусей у господарствах Полтавської області. Для досягнення мети розв'язували такі задачі: з'ясувати форми перебігу трихостронгільозу у складі гельмінтозів травного тракту гусей; встановити видовий склад співчленів мікстінвазій у гусей за наявності трихостронгільозу.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2018–2020 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах спеціалізованих гусегосподарств, фермерських і одноосібних селянських господарств Полтавської області (Великобагачанський, Глобинський, Гребінківський, Зіньківський, Карлівський, Полтавський, Миргородський, Шишацький райони). Збір гельмінтів проводили методом повного гельмінтологічного розтину органів травного тракту птиці [14].

Зібраних гельмінтів фіксували у 70 % етиловому спирті. При диференціюванні нематод попередньо поміщали в лактофенол, а цестод та трематод – фарбували ацетокарміном. Усього досліджено 374 гуся порід: велика сіра, горківська, миргородська, а також змішаних порід.

Інвазованість гусей збудниками гельмінтозів визначали за показником екстенсивності інвазії (EI, %) та інтенсивності інвазії (екз./гол.). Ідентифікацію видової належності гельмінтів проводили за визначниками [15, 16].

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартну похибку (SE) і середні значення (M).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених паразитологічних досліджень встановлено, що середня екстенсивність трихостронгільозної інвазії на території Полтавської області становила 27,54 %, інтенсивність інвазії – $13,09 \pm 0,95$ екз./гол. за коливань від 1 до 42 гельмінтів на птицю. Причому показники інвазованості гусей нематодами *T. tenuis* у різних районах мали незначні коливання (табл. 1).

1. Поширення трихостронгільозу гусей у господарствах Полтавської області за результатами гельмінтологічного розтину птиці

Район	Досліджено (гол.)	Інвазовано (гол.)	EI, %	П, екз./гол.	
				M±SE	min–max
Великобагачанський	48	11	22,92	13,45±2,67	3–29
Глобинський	42	10	23,81	18,40±3,91	3–42
Гребінківський	63	18	28,57	14,06±1,84	2–30
Зіньківський	56	14	25,00	11,14±2,32	1–29
Карлівський	20	4	20,00	5,75±1,11	3–8
Миргородський	35	11	31,43	12,18±2,69	2–31
Полтавський	49	11	22,45	8,73±2,41	1–24
Шишацький	61	24	39,34	14,75±2,34	1–41
Всього	374	103	27,54	13,09±0,95	1–42

Найменші показники екстенсивності інвазії збудником трихостронгільозу встановлено в господарствах Великобагачанського (EI – 22,92 %), Глобинського (23,81 %), Зіньківського (25 %), Карлів-

ського (20,00 %), Полтавського (22,45 %) районів. Більші значення інвазованості гусей трихостронгільюсами зареєстровано в господарствах Миргородського (EI – 31,43 %), Шишацького (39,34 %) та Гребінківського (28,57 %) районів. Найменші значення інтенсивності інвазії гусей трихостронгільюсами встановлено у господарствах Зінківського (II – 11,14±2,32 екз./гол.), Карлівського (5,75±1,11 екз./гол.) та Полтавського (8,73±2,41 екз./гол.) районів. У господарствах Великобагачанського (II – 22,92 %), Глобинського, Гребінківського, Миргородського та Шишацького районів показники інтенсивності інвазії коливалися в межах від 12,18±2,69 до 18,40±3,91 екз./гол.

Встановлено, що трихостронгільоз гусей частіше (81,55 %) перебігає як мікстінвазії разом з нематодозами, цестодозами та трематодозами. Трихостронгільозну моноінвазію виявлено у 18,45 % інвазованої птиці (рис. 1).

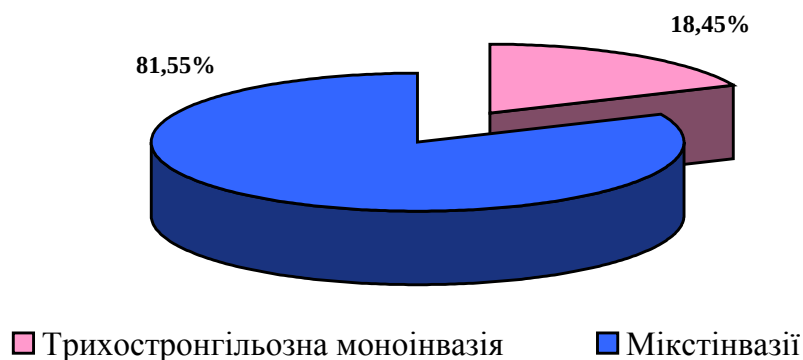


Рис. 1. Відсоткове співвідношення форм перебігу трихостронгільозу в гусей

Мікстінвазії були представлені дво-, три-, чотири-, п'яти- та шестикомпонентними паразитозами, де домінуючими виявилися двокомпонентні асоціації (EI – 10,43 %) (табл. 2).

2. Різновиди мікстінвазій у гусей за наявності трихостронгільозу

Різновиди мікстінвазій	Інвазовано (гол.)	Кількість різновидів мікстінвазій	% від інвазованої птиці (n=84)	EI, % (n=374)
Двокомпонентні	39	7	46,43	10,43
Трикомпонентні	19	14	22,62	5,08
Чотирикомпонентні	18	5	21,43	4,81
П'ятикомпонентні	3	1	3,57	0,80
Шестикомпонентні	5	1	5,95	1,34

Трикомпонентні асоціації були представлені 14 різновидами, де їх екстенсивність інвазії становила 5,08 %. Екстенсивність чотирикомпонентних інвазій становила 4,81 %, де виявляли п'ять різновидів. П'яти- та шестикомпонентні інвазії були представлені одним різновидом, а EI становила 0,80 та 1,34 % відповідно.

Усього виділено 28 різновидів мікстінвазій у гусей за наявності трихостронгільозу. Основними співчленами нематод роду *Trichostrongylus tenuis* в організмі гусей виявилися нематоди *H. dispar* (екстенсивність інвазії становила 9,89 %), *B. anseris* (9,89 %) та *A. anseris* (6,68 %) (рис. 2).

Менший відсоток становили асоціації трихостронгільозів з *H. conoideum* (4,28 %), *S. gracilis* (3,74 %), *F. fasciolaris* (3,48 %), *H. gallinarum* (3,48 %) та *B. obsignata* (1,87 %).

Згідно з науковими даними дослідників, трихостронгільоз є поширеною інвазією як в дикій, так і в домашній птиці [17–20]. Проведені дослідження свідчать, що в господарствах Полтавської області ураженість домашніх гусей *Trichostrongylus tenuis* становила 27,54 %, а інтенсивність інвазії – 13,09 екз./гол. Водночас за результатами копроовоскопічних досліджень гусей у господарствах Полтавської області зараженість гусей *T. tenuis* коливалася від 17,2 до 26,7% за середніх показників екстенсивності інвазії 22,9 %. Причому захворюваність гусей, які утримувалися в особистих селянських і фермерських господарствах, була вищою – 24,4 %, ніж у спеціалізованих птахогосподарствах – 16,1 % [21].

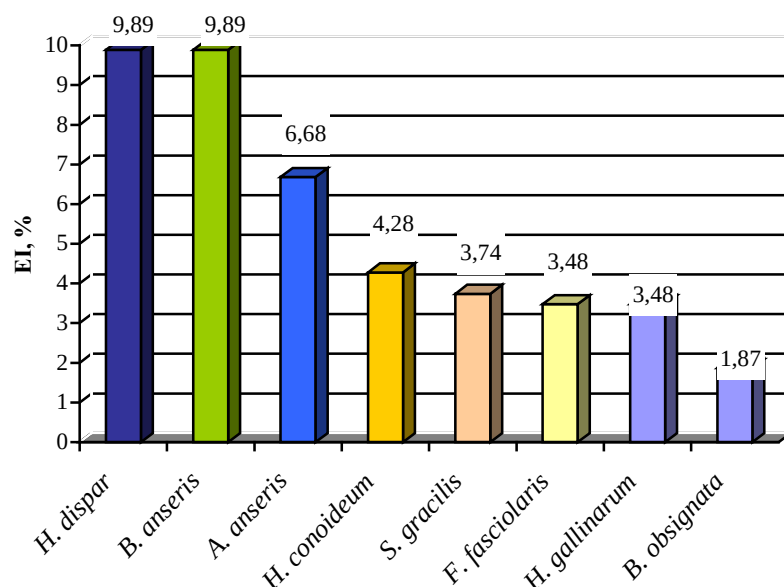


Рис. 2. Видовий склад співчленів мікстінвазій занаявності трихостронгільозу гусей

Ми з'ясували, що трихостронгільоз у гусей здебільшого перебігає як мікстінвазії з дво-, три-, чотири-, п'яти- та шестикомпонентні асоціаціями паразитів. Причому здебільшого виявляли двокомпонентні асоціації *Trichostrongylus tenuis* та нематод видів: *Amidostomum anseris*, *Heterakis dispar*, *Baruscapillaria anseris*, *Baruscapillaria obsignata*, цестод видів: *Fimbriaria fasciolaris*, *Sobolevicanthus gracilis*, а також трематод виду *Echinoparyphium aconiatum*. Усього виділено 28 різновидів мікстінвазій у гусей за наявності трихостронгільозу, де основними співчленами *T. tenuis* були нематоди *H. dispar* (EI – 9,89 %), *B. anseris* (9,89 %) та *A. anseris* (6,68 %). Про асоціативний перебіг трихостронгільозу у птиці свідчать і результати досліджень окремих дослідників [1, 12, 13].

Висновки

За результатами гельмінтологічного розтину гусей встановлено, що середня інвазованість птиці збудником трихостронгільозу в господарствах Полтавської області становила 27,54 % за інтенсивності інвазії $13,09 \pm 0,95$ екз./гол. Виявлено, що трихостронгільоз у 81,55 % інвазованих гусей перебігав як мікстінвазії разом зі збудниками нематодозів, цестодозів та трематодозів. Домінуючими були інвазії, що склалися з двох видів паразитів (EI – 10,43 %), а основними співчленами *Trichostrongylus tenuis* в організмі гусей виявилися нематоди *H. dispar*, *B. anseris* та *A. anseris*.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити терапевтичну ефективність сучасних антигельмінтних препаратів за наявності трихостронгільозу гусей.

References

1. Busta, J. (1980). Helminths in broiler geese fattened in runs. *Veterinarni Medicina*, 25 (12), 717–723.
2. Irungu, L. W., Kimani, R. N., & Kisia, S. M. (2004). Helminth parasites in the intestinal tract of indigenous poultry in parts of Kenya. *Journal of the South African Veterinary Association*, 75 (1), 58–59. doi: 10.4102/jsava.v75i1.452
3. Cervantes-Rivera, K., Villagómez-Cortés, J. A., Arroyo-Lara, A., & Landín-Grandvallet, L. A. (2016). A diagnostic survey of gastroenteric helminths in backyard poultry of a rural village in Mexican tropics. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 11 (12), 463–469.
4. Wascher, C. A. F., Bauer, A. C., Holtmann, A. R., & Kotrschal, K. (2012). Environmental and social factors affecting the excretion of intestinal parasite eggs in graylag geese. *Behavioral Ecology*, 23 (6), 1276–1283. doi: 10.1093/beheco/ars113
5. Woog, F., Maierhofer, J., & Haag, H. (2011). Endoparasites in the annual cycle of feral Greylags anser anser. *Wildfowl*, 61, 164–179.
6. Tuggle, B. N., & Crites, J. L. (1984). The prevalence and pathogenicity of gizzard nematodes of the genera *Amidostomum* and *Epomidiostomum* (Trichostrongylidae) in the lesser snow goose (*Chen caer-*

- ulescens caerulescens*). *Canadian Journal of Zoology*, 62 (9), 1849–1852. doi: 10.1139/z84-269
7. Yoshino, T., Uemura, J., Endoh, D., Kaneko, M., Osa, Y., Asakawa, M. (2009). Parasitic nematodes of anseriform birds in Hokkaido, Japan. *Helminthologia*, 46 (2), 117–122. doi: 10.2478/s11687-009-0023-x
8. Bonadiman, S. F., Ederli, N. B., Soares, A. K., de Moraes Neto, A. H., Santos, C., & DaMatta, R. A. (2006). Occurrence of *Libyostrongylus* sp. (Nematoda) in ostriches (*Struthio camelus* Linnaeus, 1758) from the north region of the state of Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 137 (1–2), 175–179. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.12.018
9. Mukaratirwa, S., Cindzi, Z. M., & Maononga, D. B. (2004). Prevalence of *Libyostrongylus douglassii* in commercially reared ostriches in the highveld region of Zimbabwe. *Journal of Helminthology*, 78 (4), 333–336. doi: 10.1079/joh2004246
10. Pesenti, T. C., Gallina, T., Langone, P. Q., Silva, M. A., Suárez, A., Silva, D. S., & Müller, G. (2015). Infecção por nematóides em *Struthio camelus* (Linnaeus, 1758) (avestruz) no sul do Brasil. *Science of Animal Health*, 3 (1), 103–112. doi: 10.15210/sah.v3i1.4487
11. Afolabi, O. J., Simon-Oke, I. A., & Olasunkanmi, A. O. (2016). Intestinal parasites of domestic chicken (*Gallus gallus domesticus*) in Akure, Nigeria. *Journal of Biomedical Science*, 1 (4), e9771. doi: 10.5812/jmb.9771
12. Revzina, R. V., Akbaev, M. Sh., & Berezkina, S. V. (2001). Jefferktivnost' avertina pri nematodozakh vodoplavajushhih ptic. *Trudy Vsesojuznogo Insituta Gel'mintologii imeni K. I. Skrjabina*, 37, 138–141 [In Russian].
13. Revzina, R. V. (2002). Gel'mintofauna gusej Brjanskoj oblasti. *Trudy Vsesojuznogo insituta gel'mintologii imeni K. I. Skrjabina*, 38, 237–245 [In Russian].
14. Skrjabin, K. I. (1928). *Metod polnyh gel'mintologicheskikh vskrytij pozvonocnyh, vkljuchaja cheloveka*. Moscow State University, Moskva [In Russian].
15. Skrjabin, K. I., Shikhobalova, N. P., & Shults, R. S. (1954). *Osnovy nematodologii. Trihostrongilidy zhivotnyh i cheloveka*. Nauka, Moskva [In Russian].
16. Ryzhikov K. M. (1967). *Opredelitel' gel'mintov domashnih vodoplavajushhih ptic*. Nauka, Moskva [In Russian].
7. Cram, E., & Wehr, E. (1934). The status of species of *Trichostrongylus* of birds. *Parasitology*, 26 (3), 335–339. doi: 10.1017/S0031182000023647.
18. Enigk, K., & Dey-Hazra, A. (1971). Propagation and treatment of the *Trichostrongylus tenuis* infestations. *Berliner und Munchener tierarztliche Wochenschrift*, 84 (1), 11–14.
19. Shaw, J. L., & Moss, R. (1990). Effects of the caecal nematode *Trichostrongylus tenuis* on egg-laying by captive red grouse. *Research in Veterinary Science*, 48 (1), 59–63.
20. Souza, R. P., Souza, J. N., Menezes, J. F., Alcântara, L. M., Soares, N. M., & Aquino Teixeira, M. C. (2013). Human infection by *Trichostrongylus* spp. in residents of urban areas of Salvador city, Bahia, Brazil. *Biomedica*, 33 (3), 439–445. doi: 10.7705/biomedica.v33i3.770
21. Yevstafieva, V., & Starodub, Y. (2020). Poshyrennja tryhostrongil'ozu gusej na terytorii' Poltavs'koi' oblasti. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 22 (97), 125–129. doi: org/10.32718/nvlvet9720 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 25.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Стародуб Є. С., Мельничук В. В. Епізоотологічні особливості перебігу трихостронгільозу гусей у господарствах Полтавської області. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 224–229.

© Стародуб Євгеній Сергійович, Мельничук Віталій Васильович, 2020


original article | UDC 619:598.261.7:591:69 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.29

THE EFFECT OF “APSA AMINOVIT” DIETARY FEED SUPPLEMENT ON BLOOD INDICES UNDER QUAIL EIMERIOSIS
O. V. Rudik

 ORCID  [0000-0001-9205-7204](https://orcid.org/0000-0001-9205-7204)

Polissia National University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10002, Ukraine

E-mail: 0969028813@ukr.net

How to Cite

 Rudik, O. V. (2020). The effect of “Apsa aminovit” dietary feed supplement on blood indices under quail eimeriosis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 230–236. doi: 10.31210/visnyk2020.04.29

The results of scientific and economic studies show that the quails affected by eimeriosis had clinical signs of watery feces, state of oppression, they did not take food, their wing tips were dirty and in the process of treatment it has been established that watery feces ceased on the 3rd, 4th day. The state of quails oppression was registered from the moment of infestation to the 6th day. Coprological examinations have established that *E. tenella* – 1.3 thousand and *E. necatrix* – 1.5 thousand eimeria oocysts per 1g of feces were registered in the quails kept in “Iris-2009” LLC, and prevalence of infection made 100 %. On the 14th day after “Diacox 0.2 %” treatment EE and IE made 100 % and blood indices achieved their physiological parameters again. The first experimental group received “Diacox” in combination with compound poultry feed during 5 days in a dose of 1 mg per 1 kg of a compound poultry feed. An increase in the amount of erythrocytes by 21.5 % ($P < 0.05$) was registered in morphological indices, and there were no visible changes after treatment in such indices like leukocytes, eosinophiles, pseudo-eosinophils and monocytes. As a result of studies experiment it has been registered an insignificant decrease in the amount of basophils by 32.4 % ($P < 0.01$), and the amount of leukocytes from by 3.8 % ($P < 0.05$); quails biochemical indices showed an increase in the amount of hemoglobin by 13.7 % ($P < 0.001$), total protein by 16.6 % ($P < 0.001$), creatinine by 9.2 % ($P < 0.05$), AST activity increased by 9.3 % ($P < 0.05$) the amount of phosphorus decreased by 63.7 % ($P < 0.01$), potassium by 4.1 % ($P < 0.05$), uric acid by 54.6 % ($P < 0.01$) as compared with the period before quails treatment. The second experimental group received “Diacox 0.2%” with compound poultry feed at a dose of 1mg per 1 kg of a compound poultry feed in combination with “Apsa aminovit” dietary feed supplement at a dose of 1ml per 1l of water during 5 days. Some changes have been registered in morphological indices after quails treatment: the amount of erythrocytes increased by 17.6% ($P < 0.001$), pseudo-eusinophiles by 22.7 % ($P < 0.001$), and the amount of leukocytes decreased by 24.9 % ($P < 0.01$), basophils by 47.9 % ($P < 0.01$), eosinophiles by 15.6 % ($P < 0,01$), lymphocytes by 5.2 % ($P < 0.05$), monocytes by 8.4 % ($P < 0.05$); some changes in biochemical indices were registered as well: hemoglobin increased by 21.9 %, ($P < 0.001$), total protein by 6 %, ($P < 0,05$), creatinine by 4.2 %, ($P < 0.05$), phosphorus content increased by 50.3 %, ($P < 0.01$), potassium by 44.9 %, ($P < 0.01$), uric acid by 47.0 %, ($P < 0.01$), AST activity increased by 3.74 %, ($P < 0.05$).

Key words: *E. tenella*, *E. necatrix*, eimeria oocysts, treatment, extensibility, intensification, invasion, morphological and biochemical blood parameters, “Diacox 0.2 %”, “Apsa aminovit”.

ВПЛИВ ДІЄТИЧНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «АПСА АМІНОВІТУ» НА ПОКАЗНИКИ КРОВІ ЗА НАЯВНОСТІ ЕЙМЕРІОЗУ В ПЕРЕПІЛОК

О. В. Рудік

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Копрологічні дослідження свідчать, що в перепілок, які утримуються в ТОВ «Іріс-2009», реєструються *E. tenella* – 1,3 тис. ооцист та *E. necatrix* – 1,5 тис. ооцист еймерій у грамі посліду, а екстенсивність інвазії становила 100 %. На 14-ту добу після лікування «Діакоксом 0,2 %» ЕЕ і ІЕ склала 100 % та відновилися показники крові до фізіологічних меж. Перша дослідна група отримувала препарат «Діакокс 0,2%» разом із комбікормом упродовж 5-ти діб у дозі 1 мг на 1 кг комбікорму. У морфологічних показниках відмічали підвищення кількості еритроцитів на 21,5 % ($P < 0,05$), а в таких показниках як: лейкоцити, еозинофіли, псевдоеозинофіли та моноцити відповідно до лікування видимі зміни не виявлені. Відмічали незначне зниження базофілів на 32,4 % ($P < 0,01$), та лімфоцитів на 3,8 % ($P < 0,05$); у біохімічних показниках перепелів виявлено підвищення вмісту гемоглобіну на 13,7 % ($P < 0,001$), вмісту загального білка на 16,6 % ($P < 0,001$), вмісту креатиніну на 9,2 % ($P < 0,05$), підвищення активності АсАТ на 9,3 % ($P < 0,05$), також відмічали зниження фосфору на 63,7 % ($P < 0,01$), калію на 4,1 % ($P < 0,05$), сечової кислоти на 54,6 % ($P < 0,01$) порівняно із періодом до лікування птахів. Друга дослідна група отримувала препарат «Діакокс 0,2 %» разом із комбікормом у дозі 1 мг на 1 кг комбікорму в поєднанні з дієтичною кормовою добавкою «Апса аміновіт» у дозі 1 мл на 1 літр води упродовж 5-ти діб. Після лікування перепілок відмічали: в морфологічних показниках підвищення кількості еритроцитів на 17,6 % ($P < 0,001$), псевдоеозинофілів на 22,7 % ($P < 0,001$) та зниження кількість лейкоцитів на 24,9 % ($P < 0,01$), базофілів на 47,9 % ($P < 0,01$), еозинофілів на 15,6 % ($P < 0,01$), лімфоцитів на 5,2 % ($P < 0,05$), моноцитів на 8,4 % ($P < 0,05$); спостерігали зміни в біохімічних показниках – це підвищення гемоглобіну на 21,9 %, ($P < 0,001$), загального білка на 6%, ($P < 0,05$), креатиніну на 4,2 %, ($P < 0,05$), вмісту фосфору на 50,3 %, ($P < 0,01$), калію на 44,9 %, ($P < 0,01$), сечової кислоти на 47,0 %, ($P < 0,01$), підвищилась активність АсАТ 3.74%, ($P < 0,05$).

Ключові слова: *E. tenella*, *E. necatrix*, ооцисти еймерій, лікування, екстенсивність, інтенсивність, інвазія, морфологічні та біохімічні показники крові, «Діакокс 0,2 %», «Апса аміновіт».

Вступ

Промислове птахівництво посідає перше місце у світі за розвитком та стимулює розвиватися й інші галузі сільського господарства країн ЄС та Америки [1–3]. В Україні виникають як невеликі підприємства, де вирощують птицю, так і промислові гіганти ринку, які диктують умови розвитку цієї галузі та задають тренд у птахівництві. Останні роки в Україні та світі формується тенденція до здорового способу життя, основою якого є здорове харчування, де неможливо обійтися без продукції перепіліництва [4–6]. Перепіліництво – галузь птахівництва, що має певні особливості ведення та певні критичні моменти, одним з яких є хвороби паразитарної етіології, а саме еймеріоз. Він завдає значних економічних збитків, тому запорукою в перепіліництві є створення здорових стад птиці на невеликих площах. Виробництвом яйця перепелиного займаються в таких країнах: Японії, Франції, Італії, Англії, Америці, Чилі, Польщі, Чехії, де птицепоголів'я сягає понад 20 млн голів перепілок щорічно [7]. Доросла птиця, хвора на еймеріозну інвазію, характеризується виснаженням, зниженням імунітету та втратою продуктивності до 60 %, птиця віком до 35-ої доби гине близько 90 % поголів'я що хворіло, а наступні 10 % відстають у рості та розвитку, знижується маса тіла і племінна цінність [8–9]. Основним джерелом хвороби є, як правило, еймеріоносії – це доросла перепілка та хворий молодняк, які виділяють у навколишнє середовище десятки тисяч ооцист еймерій протягом доби. Механічними переносниками збудника є синантропна птиця (голуби, горобці), гризуни, комахи (мухи, кліщі) [10–14]. У навколишньому середовищі, а саме у ґрунті життєдіяльність ооцисти еймерій зберігають від шести місяців до двох років, а на територію господарства і в приміщення, де вирощується птиця, ооцисти заносяться на одязі та взутті обслуговуючого персоналу, інвентарем та ін. [15–18].

Економічні збитки від еймеріозної інвазії птиці оцінювалися 2005 року у 3 мільярди доларів США, а за 2019 рік у всьому світі не доотримали близько 8 мільярдів доларів США [19–21].

Птахам при еймеріозі застосовують еймеріостатики. Науковці довели, що застосування протикокцидіозних препаратів за наявності еймеріозної інвазії в перепілок призводить до поліпшення стану здоров'я.

Наукова вітчизняна та зарубіжна література вказує на те, що найбільш розповсюджені паразитарні захворювання серед перепелів – це еймеріоз [22–24].

Мета роботи – провести аналіз отриманих показників крові перепелів, які ураженні еймеріями, застосовуючи різні схеми лікування.

Завдання досліджень – вивчити вплив «Діакоксу 0,2 %» на еймерії та «Апса аміновіту» на гематологічні та біохімічні показники перепелів.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2019–2020 років. Дослідження з вивчення ефективності різних схем лікування еймеріозу перепелів проводили на базі господарства ТОВ «Іріс-2009» Житомирського району. Експериментальні дослідження було проведено на самках перепелів 45 денного віку (вага від 120 до 150 грам) виду породи *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel, 1849. За наслідками копроскопічних досліджень проведених згідно з методикою, описаною в патенті України на корисну модель № 66145 («Спосіб копрологічної діагностики гельмінтозів і еймеріозів», 2011р.) [25]. Птиця 100 % виявилася інвазована еймеріями видів *Eimeria tenella* (в середньому 1,3 тис. ооцист/г посліду) та *Eimeria necatrix* (в середньому 1,5 тис. ооцист/г посліду) за середньої інтенсивності інвазії 2,8 тис. ооцист/г посліду). Дослідження посліду перепелів проводили на кафедрі паразитології, ветеринарно-санітарної експертизи та зоогігієни Поліського національного університету та регіональній лабораторії держпродспоживслужби в Житомирській області.

Для проведення дослідів було сформовано чотири дослідних групи птиці по п'ять голів у кожній (дві дослідні та дві контрольні).

Першій дослідній групі застосовували препарат «Діакокс 0,2 %» (АТ «Біофарм», Україна) разом із комбікормом у дозі 1 мг/1 кг комбікорму упродовж 5-ти діб.

Другій дослідній групі застосовували «Діакокс 0,2 %» у тому ж дозуванні в поєднанні з дієтичною кормовою добавкою «Апса аміновіт» (ANDREU PINTALUBA S.A., Іспанія) в дозі 1 мл/1 л води упродовж 5-ти діб.

Третя та четверта групи птиці були як нелікований контроль.

Показники екстенсивності (ЕЕ) та інтенсивності (ІІ) препарату встановлювали на 7-му та 14-ту добу після останнього введення препаратів лікування згідно із загальноприйнятими методиками.

Гематологічні дослідження перепелів дослідних і контрольної груп проводили на 7, 14 добу після останнього введення препаратів.

Показники крові досліджували у клініко-діагностичній лабораторії факультету ветеринарної медицини Поліського національного університету. Кров у перепелів відбирали з Vena axillaris у одноразові вакуумні пробірки. Гематологічні показники досліджували на автоматичному гематологічному аналізаторі Abacus vet 5, (виробник Diatron, Угорщина). Біохімічні показники сироватки крові досліджували за допомогою напівавтоматичного аналізатора типу ERBA (Чехія) з набором реактивів фірми DAC, виробник – Франція і контрольних сироваток до них.

Для з'ясування впливу терапії показники, отримані від птиці дослідних груп, порівнювали з контрольними групами (здоровою птицею).

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (М), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критерію Стюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження свідчать, що у хворих на еймеріозну інвазію перепелів (*перша дослідна група*) виявляли достовірні зміни в показниках крові порівняно з аналогічними у клінічно здорової птиці (табл. 1). Зафіксовано зниження еритроцитів на 14,45 %, ($P < 0,05$), псевдоеозинофілів, на 22,9 %, ($P < 0,01$), та підвищення лейкоцитів на 27,17 % ($P < 0,01$), базофілів на 39,19 % ($P < 0,01$), еозинофілів на 31,3 % ($P < 0,01$) й лімфоцитів на 11,9 % ($P < 0,05$).

Отже, у хворих на еймеріоз перепелів встановлено зниження еритроцитів, псевдоеозинофілів, моноцитів, що, на нашу думку, спричинене токсичним впливом збудників еймерій на гемопоєз. Підвищення кількості лейкоцитів, базофілів, еозинофілів, лімфоцитів свідчить про посилення запальних і алергічних процесів і, як наслідок, інтоксикації.

1. Зміни морфологічних показників крові перепілок, хворих на еймеріозну інвазію, після лікування «Діакоксом 0,2%», ($M \pm t$, $n=5$)

Показники		Контрольна група (здорові)	Дослідна група 1		
			до лікування	7-ма доба	14-та доба
Еритроцити, Т/л		3,6 $\pm$ 0,39	3,08 $\pm$ 0,2*	3,48 $\pm$ 0,1	3,78 $\pm$ 0,15•
Лейкоцити, Г/л		31,9 $\pm$ 1,30	43,8 $\pm$ 0,4**	40,6 $\pm$ 0,75	43,1 $\pm$ 0,35
Лейкограма, %	Базофіли	1,8 $\pm$ 0,29	2,96 $\pm$ 0,29**	1,67 $\pm$ 0,12	2,0 $\pm$ 0,1••
	Еозинофіли	7,0 $\pm$ 0,7	10,2 $\pm$ 0,98	8,92 $\pm$ 0,20	10,32 $\pm$ 0,20
	Псевдоеозинофіли	36,7 $\pm$ 1,40	28,3 $\pm$ 0,26**	25,7 $\pm$ 5,78	27,9 $\pm$ 0,19
	Лімфоцити	42,2 $\pm$ 1,5	47,9 $\pm$ 2,7**	44,8 $\pm$ 1,24	46,1 $\pm$ 1,20••
	Моноцити	12,3 $\pm$ 0,9	10,2 $\pm$ 0,29	9,8 $\pm$ 0,27	10,6 $\pm$ 0,19

Примітки: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$ – порівняно з показниками у групі клінічно здорових перепелів; • – $P < 0,05$, •• – $P < 0,01$ – порівняно з показниками у групі до лікування.

Аналізуючи морфологічні показники крові в першій дослідній групі перепелів, яким з лікувальною метою застосовували препарат «Діакокс 0,2 %» на 14-ту добу лікування зареєстровано підвищення кількості еритроцитів на 21,5 % ($P < 0,05$). Також спостерігали незначне зниження на 14-ту добу базофілів на 32,4 % ($P < 0,01$), та лімфоцитів на 3,8 % ($P < 0,05$), а в таких показниках як: лейкоцити, еозинофіли, псевдоеозинофіли та моноцити) видимих змін не виявлено.

При вивченні біохімічних показників сироватки крові хворих на еймеріоз перепілок встановлено зниження гемоглобіну на 17,9 % ($P < 0,001$), загального білка на 33,7 % ($P < 0,001$), АсАТ на 24,16 % ($P < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорової птиці (табл. 2).

2. Зміни біохімічних показників крові перепілок, хворих на еймеріозну інвазію, після лікування «Діакоксом 0,2%», ($M \pm t$, $n=5$)

Показники		Контрольна група (здорові)	Дослідна група 1		
			до лікування	7-ма доба	14-та доба
Гемоглобін, г/л		138,2 $\pm$ 2,69	113,45 $\pm$ 4,79***	98,42 $\pm$ 5,66	131,6 $\pm$ 3,71••
Загальний білок, г/л		38,5 $\pm$ 1,39	25,5 $\pm$ 1,42***	41,4 $\pm$ 0,78	30,6 $\pm$ 1,62••
Загальний кальцій, ммоль/л		3,4 $\pm$ 0,43	5,14 $\pm$ 0,18	4,92 $\pm$ 0,18	3,3 $\pm$ 0,15
Загальний білірубін, мкмоль/л		21,3 $\pm$ 1,39	30,6 $\pm$ 1,6	15,34 $\pm$ 2,1	13,6 $\pm$ 0,72
Холестерин, ммоль/л		4,8 $\pm$ 0,29	6,32 $\pm$ 0,5	9,32 $\pm$ 0,03	4,82 $\pm$ 0,64
Креатинін, мкмоль/л		38,5 $\pm$ 1,41	38,5 $\pm$ 5,0	28,8 $\pm$ 0,97	42,4 $\pm$ 4,23•
АлАТ, Од/л		7,2 $\pm$ 0,59	15,06 $\pm$ 1,0	12,9 $\pm$ 1,42	18,74 $\pm$ 0,90•
АсАТ, Од/л		425,9 $\pm$ 4,69	323 $\pm$ 26,9 ***	335,0 $\pm$ 12,9	356,0 $\pm$ 2,63•
ЛФ, Од/л		1095,1 $\pm$ 7,59	1360,4 $\pm$ 50,1	1415,2 $\pm$ 75,4	1345,7 $\pm$ 13,3
Фосфор, ммоль/л		1,87 $\pm$ 0,32	3,5 $\pm$ 0,3	2,89 $\pm$ 0,22	1,27 $\pm$ 0,13••
Калій, ммоль/л		1,6 $\pm$ 0,3	2,45 $\pm$ 0,31	2,40 $\pm$ 0,12	2,35 $\pm$ 0,09•
Глюкоза, ммоль/л		12,3 $\pm$ 0,89	18,8 $\pm$ 0,5	17,3 $\pm$ 0,62	9,32 $\pm$ 1,03••
Сечова кислота, мкмоль/л		458,3 $\pm$ 5,0	761,2 $\pm$ 108,0	463,3 $\pm$ 40,0	345 $\pm$ 36,4••

Примітки: *** – $P < 0,001$ – порівняно з показниками у групі клінічно здорових перепелів; • – $P < 0,05$, •• – $P < 0,01$; ••• – $P < 0,001$ – порівняно з показниками у групі до лікування.

Встановлено, що лікування перепелів препаратом «Діакокс 0,2 %» призводило до позитивних зрушень з боку біохімічних показників сироватки крові. Виявлено підвищення вмісту гемоглобіну на 13,7 % ($P < 0,001$), вмісту загального білка на 16,6 % ($P < 0,001$), вмісту креатиніну на 9,2 % ($P < 0,05$), підвищення активності АлАТ 19,6 % ($P < 0,05$) й АсАТ на 9,3 % ($P < 0,05$). Також відмічали зниження фосфору, на 63,7 % ($P < 0,01$), калію, на 4,1 % ($P < 0,05$), глюкози, на 49,5 % ($P < 0,01$) та сечової кислоти, на 54,6 % ($P < 0,01$) порівняно із періодом до лікування птахів.

У другій дослідній групі у хворої птиці до лікування зареєстровано зниження еритроцитів на 18,9 %, ($P < 0,001$), псевдоеозинофілів на 24,2 %, ($P < 0,001$), моноцитів на 15,2 % ($P < 0,05$), та підвищення лейкоцитів на 21,3 % ($P < 0,05$), еозинофілів на 23,8 % ($P < 0,01$) та лімфоцитів на 3,7 % ($P < 0,05$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорової птиці (табл. 3).

3. Зміни морфологічних показників крові перепілок, хворих на еймеріозну інвазію, після лікування «Діакоксом 0,2%» в комплексі з дієтичною кормовою добавкою «Апса аміновіт» (M±m, n=5)

Показники		Контрольна група (здорові),	Дослідна група 2		
			до лікування,	7-ма доба	14-та доба
Еритроцити, Т/л		3,8±0,43	3,08±0,1***	4,58±0,62	3,74±0,06***
Лейкоцити, Г/л		32,9±1,29	41,8±0,5*	46,4±0,54	31,4±0,67**
Лейкограма, %	Базофіли	2,8±0,30	2,96±0,33**	1,76±0,06	1,54±0,09**
	Еозинофіли	8,0±0,6	10,5±1,0	11,12±0,26	8,86±0,53**
	Псевдоеозинофіли	34,7±1,37	26,3±0,25***	31,6±0,71	34,02±0,7***
	Лімфоцити	44,2±1,4	45,9±2,8*	46,12±0,30	43,5±1,16*
	Моноцити	12,5±0,83	10,6±0,32*	10,34 ±0,37	9,72±0,28*

Примітки* – P<0,05, ** – P<0,01; *** – P<0,001 – порівняно з показниками у групі клінічно здорових перепелів; • – P<0,05, ** – P<0,01; *** – P<0,001 – порівняно з показниками у групі до лікування.

Варто відмітити, що у птиці, яка отримувала як лікування препарат «Діакокс 0,2%» разом із комбікормом у поєднанні з дієтичною кормовою добавкою «Апса аміновіт» на 14-ту добу дослідів встановлено підвищення кількості еритроцитів на 17,6 % (P<0,001), псевдоеозинофілів на 22,7 % (P<0,001) порівняно з показниками до початку лікування. Водночас реєстрували зниження кількості лейкоцитів на 24,9 % (P<0,01), базофілів на 47,9 % (P<0,01), еозинофілів на 15,6 % (P<0,01), лімфоцитів на 5,2 % (P<0,05) та моноцитів на 8,3 % (P<0,05) порівняно з показниками до початку лікування.

Зважаючи на отримані результати, на нашу думку, достовірне зниження кількості лейкоцитів, зокрема базофілів, еозинофілів, моноцитів та підвищення еритроцитів і псевдоеозинофілів, у крові перепілок наприкінці дослідів за умови комплексного лікування вказувало на те, що завдяки активності компонентів «Апса аміновіт» в організмі прискорився процес відновлення гемопоезу.

Аналізуючи біохімічні показники крові у другій дослідній групі перепілок (табл. 4), на початку дослідів зареєстровано зниження показників гемоглобіну на 17,9 %, (P<0,001), загального білка на 10,4 %, (P<0,05), загального кальцію на 7,6 %, (P<0,05), АсАТ, на 24,2 %, (P<0,01), які були нижчими по відношенню до показників у групі клінічно здорових перепелів.

4. Зміни біохімічних показників крові перепілок, хворих на еймеріозну інвазію, після лікування препаратом «Діакокс 0,2%», в комплексі з дієтичною кормовою добавкою «Апса аміновіт» (M±m, n=5)

Показники	Контрольна група (здорові)	Дослідна група 2		
		до лікування	7-ма доба	14-та доба
Гемоглобін, г/л	138,2±2,7	113,45±4,81***	98,42±4,81	145,32±9,44***
Загальний білок, г/л	38,5±1,4	34,5±1,43*	31,3±2,4	36,7±1,07*
Загальний кальцій, ммоль/л	3,4±0,42	3,14±0,17*	4,41±0,22	3,74±0,20***
Загальний білірубін, мкмоль/л	21,3±1,4	30,6±1,62	14,64±2,7	18,78±1,61**
Холестерин, ммоль/л	4,8±0,3	6,32±0,51	7,7±0,47	4,44±1,03**
Креатинін, мкмоль/л	38,5±1,42	38,5±4,82	42,4±3,08	40,2±3,08*
АлАТ, Од/л	7,2±0,6	15,06±0,91	15,9±3,32	8,1±0,78**
АсАТ, Од/л	425,9±4,7	323±27,3**	284,7±18,1	311±45,9*
ЛФ, Од/л	1095,1±7,6	1360,4±49,2	1569,8±120,7	1081,7±49,3***
Фосфор, ммоль/л	1,87±0,31	3,5±0,25	2,37±0,09	1,74±0,15**
Калій, ммоль/л	1,6±0,29	2,45±0,37	1,9±0,21	1,35±0,02**
Глюкоза, ммоль/л	12,3±0,8	18,8±0,45	17,76±0,19	15,5±0,9***
Сечова кислота, мкмоль/л	458,3±4,9	761,2±107,5	787,3±6,29	403,2±23,3**

Примітки: * – P<0,05, ** – P<0,01; *** – P<0,001 – порівняно з показниками у групі клінічно здорових перепелів; • – P<0,05, ** – P<0,01; *** – P<0,001 – порівняно з показниками у групі до лікування.

Після проведення лікування (на 14-ту добу) зареєстровано підвищення таких показників як: гемоглобін на 21,9 % (P<0,001), загальний білок на 6 % (P<0,05), загальний кальцій на 16,0 % (P<0,001), креатинін на 4,2 % (P<0,05).

Одночасно зафіксовано зниження вмісту загального білірубіну на 38,6 %, (P<0,01), холестерину

на 29,7%, ($P < 0,01$), активності АлАТ на 46,2 %, ($P < 0,01$), АсАТ на 3,7 %, ($P < 0,05$), ЛФ на 20,5 %, ($P < 0,001$), кількості фосфору на 50,3 %, ($P < 0,01$), калію на 44,9 %, ($P < 0,01$), глюкози на 17,5 %, ($P < 0,001$) та сечової кислоти на 47,0 %, ($P < 0,01$) порівняно з показниками до лікування.

На нашу думку, позитивні зміни окремих показників до норми за умови використання комбінованої терапії вказує на покращення всмоктування в кишечнику, а компоненти, які входять до складу дієтичної кормової добавки, сприяли відновленню гемопоезу та функціонування гепатоцитів.

Отже, встановлені дані підтверджуються низкою інших авторів [26–32], які стверджують про вищу ефективність комбінованих схем за наявності еймеріозів у птиці порівняно з монотерапією.

Висновки

Встановлено, що використання монотерапії еймеріозної інвазії перепелів, викликаній збудниками *Eimeria tenella* та *Eimeria necatrix*, препаратом «Діакокс 0,2 %» призводило до відновлення морфологічних (еритроцитів, базофілів та лімфоцитів) та біохімічних (загального білка, креатиніну, активності АлАТ й АсАТ, фосфору, калію, глюкози та сечової кислоти) показників крові. Водночас застосування комплексної терапії з використанням препарату «Діакокс 0,2 %» в поєднанні з дієтичною кормовою добавкою «Апса аміновіт» призвело до відновлення всіх досліджуваних показників крові (морфологічних та біохімічних).

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці новітніх комбінованих схем лікування еймеріозу птиці, способу застосування, дозування природніх протипаразитарних препаратів рослинного походження.

References

1. Rahman, A. N. M. A., Hoque, M. N., Talukder, A. K., & Das, Z. C. (2016). A survey of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) farming in selected areas of Bangladesh. *Veterinary World*, 9 (9), 940–947. doi: 10.14202/vetworld.2016.940-947
2. Luchese, F. C., Perin, M., Aita, R. S., Mottin, V. D., Molento, M. B., & Monteiro, S. G. (2007). Prevalence of *Eimeria* species in industrial and alternative bred chicken. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 44 (2), 81–86.
3. Mohammad, N. H. (2012). A study on the pathological and diagnosis of eimeria species infection in Japanese quail. *Basrah Journal of Veterinary Research*, 11 (1), 318–333. doi: 10.33762/bvetr.2012.54858
4. Yatusovich, A. I. (2005) *Rekomendacii po borbe s ejmeriozami kurinyh ptic: metod. Rekomendacii*. Vitebsk: MSHIPRB, RO “Belpticeprom”, VGAVM [In Russian].
5. Yatusovich, A. I. (1992) *Rekomendacii po borbe s ejmeriozami i izosporozami zhivotnyh*. Vitebsk: MSHIPRB, RO “Belpticeprom”, VGAVM [In Russian].
6. Ruff, M. D., Fagan, J. M., & Dick, J. W. (1984). Pathogenicity of coccidia in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry Science*, 63 (1), 55–60. doi: 10.3382/ps.0630055
7. Nakai, Y., Tsuchiya, H., & Takahashi, S. (1992). Cultivation of *Eimeria tenella* in Japanese Quail Embryos (*Coturnix coturnix japonica*). *The Journal of Parasitology*, 78 (6), 1024–1026. doi: 10.2307/3283224
8. Teixeira, M., Teixeira, F. W. L., & Lopes, C. W. G. (2004). Coccidiosis in Japanese quails (*Coturnix japonica*) characterization of a naturally occurring infection in a commercial rearing farm. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 6 (2), 129–134. doi: 10.1590/S1516-635X2004000200010
9. Zaikina, H. V. (2013) *Helmintozno protozoini invazii silskohospodarskoi ptitsi (poshyrennia, skryninh dezinvaziinykh zasobiv)*. *Candidates thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
10. Korolenko, L. S., Veselyi, V. A., Korolenko, I. I., Marmalkina, T. V., & Zaikina, G. V. (2012). (2012). Eimerioz sviiskoi ptitsi u gospodarstvakh tsentralnykh oblastei Ukrainy, zakhody borotby i profilaktyky. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 4 (194), 21–22 [In Ukrainian].
11. 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].
12. Korolenko, L. S., Kovalenko, I. I., & Marmalkina, T. V. (2010). Monitorynh helmintoziv ta eimerioziv sviiskoi ptitsi v gospodarstvakh stepovoi zony Ukrainy ta likuval profilaktychni zakhody. *Veterynarna Medytsyna*, 7, 14–16 [In Ukrainian].
13. Semenko, O. V. (2014). Deiaki osoblyvosti poshyrennia ta zakhodiv borotby z eimeriozom ptitsi. *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 8, 7–11 [In Ukrainian].

14. Zharebov, M. Y. (2015). Pro stan roboty haluzi ptakhivnytstva Kyivshchyny u 2014 rotsi. *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 1–2, 10–13 [In Ukrainian].
15. Kucher, V. A., & Zaharenko, M. O. (2011). Parametry mikroklimatu ta otsinka sposobiv utrymannia perepeliv u rekonstruiovanykh prymishchenniakh. *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 4, 6–9 [In Ukrainian].
16. Verzhychovsky, O., Kolos, Y., & Tytarenko, A. (2007). Epizootychnyi stan ptakhivnytstva v Ukraini. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 6, 8–10 [In Ukrainian].
17. Latif, A. A., Fazal, S., Manzoor, F., Maqbool, A., Asghar, S., Wajid, I., & Ashraf, A. (2016). A Comparative Study on Prevalence of Coccidian Parasites in Broiler Chicken (*Gallus gallus domesticus*), Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) and Wild Pigeon (*Columba livia*). *Pakistan Journal of Zoology*, 48, 134–139.
18. Sokół, R., Gesek, M., Raś-Noryńska, M., Michalczyk, M., & Koziatek, S. (2015). Biochemical parameters in Japanese quails *Coturnix coturnix japonica* infected with coccidia and treated with Toltrazuril. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 18 (1), 79–82. doi: 10.1515/pjvs-2015-0010
19. Zaikina, H. V. (2013). Helmintožno protozoini invazii silskohospodarskoi ptytsi (poshyrennia, skryinh dezinvaziinykh zasobiv). *Extended abstract of candidates*. Kyiv [In Ukrainian].
20. Kovalenko, I. I., Marshalkina, T. V., & Zaikina, G. V. (2008). Monitoring of Waterfowl Helminthosis on the Farms of Steppe Zone of Ukraine and Medical-Preventive Actions. *Veterinary Medicine*, 1, 27–29 [In Ukrainian].
21. Jaromin-Glen, K., Klapac, G., Karamon, J., Malicki, J., & Skowronska, A. (2017). Division of Methods for Counting Helminthes Eggs and the Efficiency of these Methods. *Lals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24 (1), 1–7. doi: 10/5604/12321966.1233891
22. Levchenko, V. I. (Red.). (2017). *Clinical Diagnostication of Animals Diseases. Educational Publication*. Bila Tserkva. BNAU, 243 [In Ukrainian].
23. Manzhos, O. F., & Panikar, I. I. (2006). *Veterinary Protozoology*. Poltava [In Ukrainian].
24. Nagorna, L. V. (2017). Acariasis and Myiasis of Productive Poultry (Spreading and Anti-parasites Actions). *Extended abstract of doctors thesis*. Lviv [In Ukrainian].
25. Dovhii, Yu. Yu., Feshchenko, D. V., Koriachkov, V. A., Zghozinska, O. A., Bakhur, T. I., Drahachuk, A. I., & Stakhivskyi, O. V. (2011). *Patent Ukrainy 66145*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
26. Pavlenko, I. I., Kovalenko, I. I., Marshalkina, T. V., & Zaikina, G. V. (2008). Monitoring Of Fowl Helminthosis on the Farms of Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia Oblasts and Preventive Actions. *Veterinary Medicine*, 91, 352–354 [In Ukrainian].
27. Peredera, O. O. (2009). Hepatic Form of Rabbits Eimeriosis: (agents biology, pathogenes, disinvasional solutions). *Extended abstract of candidates*. Kyiv [In Ukrainian].
28. Stybel, V. V., & Girkovyi, A. Y. (2012). Analysis of Epizootological Situation as to Chickens Eimeriosis on the Farms of Ternopil Oblast. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 ((32) 3)), 37–40 [In Ukrainian].
29. Stybel, V. V., & Girkovyi, A. Y. (2014). The Effects of Immunisation on Leukocytic Profile and Biochemical Indices of Chickens Blood Infected with Eimeriosis Agents. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Derzhavnoho Naukovo-Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Veterynarnykh Preparativ ta Kormovykh Dobavok i Instytutu Biologhii Tvaryn*, 15 (4), 184–187 [In Ukrainian].
30. Yatushevych, A. I., & Dubina, I. N. (2006). *Parasitic Diseases of Rabbits*. Vitebsk: New Knowledge.
31. Yatushevych, A. I., & Zabudko, V. A. (2005). *Ejmeriozy nutrij*. Vitebsk: EE VSAVM [In Russian].
32. Dovhiy, Y., & Rudik, O. (2019). Therapeutic effectiveness of robencox and hematological body indices in qualits under emeriosis. *Agrarian Bulletin Of The Black Sealittoral*, 94, 15–21. doi: 10.37000/abbsl.2019.94

Стаття надійшла до редакції 27.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Рудік О. В. Вплив дієтичної кормової добавки «Апса аміновіту» на показники крові за наявності еймеріозу в перепілок. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 230–236.

© Рудік Олександр Васильович, 2020



original article | UDC 636.7.09:616.995.428:616-036.2 |
doi: 10.31210/visnyk2020.04.30

CLINICAL EXPRESSION OF DOG OTODECTIC MANGE INVASION

A. A. Antipov^{1*}

V. V. Melnychuk²

O. V. Kovalenko²

O. S. Dolhin²

ORCID  [0000-0003-3955-3377](https://orcid.org/0000-0003-3955-3377)

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

ORCID  [0000-0001-5897-4797](https://orcid.org/0000-0001-5897-4797)

ORCID  [0000-0003-0368-317X](https://orcid.org/0000-0003-0368-317X)

¹ Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna square, Bila Tserkva, 09117, Ukraine

² Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: antipov_anatolii@ukr.net

How to Cite

Antipov, A. A., Melnychuk, V. V., Kovalenko, O. V., & Dolhin, O. S. (2020). Clinical expression of dog otodectic mange invasion. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 237–243. doi: 10.31210/visnyk2020.04.30

Otodectic mange is a quite widespread acarine disease among dogs caused by parasitizing microscopic *Otodectes cynotis* (Hering, 1838) ticks in the acoustic duct and on the internal concha surface. The disease causative agent has no strict species specificity that is why cats, dogs, and even fur-bearing animals suffer from otodectic mange, which spreads hosts area and is a potential source of infecting healthy animals. Young animals are especially susceptible to the invasion and they are often infected by their mother from the first days of life. As for mature animals, quite often the disease develops without any symptoms, and such animals are its spreaders. In most cases, the disease is manifested asymmetrically (only in one ear). The following general clinical signs should be singled out: the dog often tosses its head and scratches ears, there are abrasions and inflammation of cutaneous covering both on and inside the auditory passage; there is unpleasant odor from infested ears. In each separate case and at different forms of the disease development, these symptoms can vary and be more or less expressed. That is why the purpose of the study was to establish the peculiarities of the clinical picture of dog otodectic mange infestation at various forms of its development. It has been established that otodectic mange is widespread invasion on the territory of Poltava and Bila Tserkva towns – EI=20.48 %. Two forms were registered – chronic (85.53 %) and acute (14.47 %). Chronic development was characterized by reddening in the region of infested ears (100.00 %), tossing head, and appearing insignificant amounts of crusts in the concha (97.69 %), edemas and itching (90.77 and 88.46 %). Acute form was characterized by intensive itching, tossing head, reddening and soreness at ear palpation (100.00 %), as well as edemas and purulent exudation from infected ears (95.45 and 86.36 %, respectively). While studying the indices of body temperature, pulse rate and respiration, the following changes in dogs, suffering from otodectic mange have been established: at chronic disease development, temperature rise was registered to 38.64 °C ($p<0.01$), and at acute development – to 39.61 °C ($p<0.001$), on the average. Pulse rate increase was also registered to 114.80 beats/min at chronic development and 126.90 beats/min on the average at acute disease development ($p<0.01$ and $p<0.001$). It has been established that the number of respiratory movements increased on the average to 21.80 and 34.60 respiratory movements per minute, respectively, ($p<0.001$) in groups of dogs suffering from chronic and acute forms of otodectic mange.

Key words: dogs, external parasites, *Otodectes cynotis*, otodectic mange, clinical signs.

КЛІНІЧНИЙ ПРОЯВ ОТОДЕКТОЗНОЇ ІНВАЗІЇ В СОБАК

А. А. Антіпов¹, В. В. Мельничук², О. В. Коваленко², О. С. Долгін²¹ Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна² Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Отодектоз є досить поширеним акарозним захворюванням серед собак, яке викликане паразитуванням мікроскопічних кліщів *Otodectes cynotis* (Hering, 1838) у слуховому проході та на внутрішній поверхні вушних раковин. Збудник хвороби не має суворої видової специфічності, а тому на отодектоз хворіють коти, собаки і навіть хутрові звірі, що розширює ареал господарів та є потенційним джерелом зараження для здорових тварин. Особливо схильний до інвазії молодняк, якого часто заражає їхня мати, починаючи з перших днів життя, що ж стосується дорослих тварин, то досить часто хвороба в них протікає безсимптомно, і такі тварини є носіями. Здебільшого хвороба проявляється асиметрично (тільки на одному вусі). Із загальних клінічних ознак необхідно виділити такі: собака часто струшує головою та чеше вуха, наявність подряпин та запалення шкірного покриву як на поверхні, так і в середині слухового проходу; поява неприємного запаху з уражених вух. У кожному окремому випадку та за наявності різних форм перебігу ці симптоми можуть змінюватися та бути більш або менш вираженими. Тому метою цього дослідження було встановити особливості клінічної картини за наявності різних форм перебігу отодектозної інвазії в собак. Встановлено, що отодектоз є поширеною інвазією в собак на території міст Полтави та Білої Церкви – ЕІ=20,48 %. Зареєстровано дві форми перебігу захворювання – хронічну (85,53 %) та гостру (14,47 %). Хронічна форма перебігу характеризувалася почервонінням у ділянці уражених вух (100,00%), струшуванням голови та утворенням у вушних раковинах кірочок у незначній кількості (97,69 %), набряками й свербежем (90,77 й 88,46 %). Гостра форма характеризувалась інтенсивним свербежем, струшуванням твариною головою, почервонінням і болючістю при пальпації вух (100,00 %), а також набряками й виділенням з уражених вух гнійного ексудату (95,45 й 86,36 % відповідно). При вивченні показників температури тіла, пульсу й дихання у хворих на отодектоз собак виявлено такі зміни. У разі хронічного перебігу у групі хворих тварин реєстрували підвищення температури тіла в середньому до 38,64 °C ($p < 0,01$), а у разі гострого – до 39,61 °C ($p < 0,001$). Також фіксували підвищення частоти пульсу у разі хронічного перебігу в середньому до 114,80 уд./хв., а гострого – до 126,90 уд./хв. ($p < 0,01$ та $p < 0,001$). Встановлено, що у групах, хворих на отодектоз собак, за наявності хронічного та гострого перебігів зафіксовано підвищення кількості дихальних рухів у середньому до 21,80 та 34,60 дих.рух./хв. відповідно ($p < 0,001$).

Ключові слова: собаки, ектопаразити, *Otodectes cynotis*, отодектоз, клінічні ознаки.

Вступ

Акарози м'ясоїдних тварин – групова назва захворювань, що викликаються ектопаразитами різних видів. За систематичним положенням збудники акарозів відносяться до таких родів *Demodex* Owen, 1843, *Otodectes* G. Canestrini, 1894, *Sarcoptes* Latreille, 1802, *Notoedres* Railliet, 1893 та *Cheyletiella* G. Canestrini, 1886 [1–4]. Попри різноманіття родів, найбільш поширеними для собак вважаються види *Demodex canis* Leydig, 1859, *Demodex injai* Desch & Hillier, 2003, *Demodex* sp. *cornei* – що викликають демодекозну інвазію [4–7], *Otodectes cynotis* (Hering, 1838) – викликає отодектозну інвазію [8–10], *Sarcoptes canis* (Gerlach, 1857) – викликає саркоптозну інвазію [11–13], *Cheyletiella yasguri* Smiley, 1965 – викликає хейлетіозну інвазію [14–17].

Відомо, що кожен із зазначених видів кліщів спричиняє певні патологічні зміни в організмі хворих тварин, зокрема й собак. Особливу увагу привертають клінічні ознаки за наявності отодектозної інвазії, що пов'язано з місцем локалізації збудника та наближеністю патологічного процесу до головного мозку [18, 19]. Через те, що хворобу починають реєструвати в молодняку собак, починаючи з двохмісячного віку, науковці висловлюють думку щодо негативного впливу кліщів *Otodectes cynotis* на імунну систему, адже в цьому віці у тварин вона активно формується. Зважаючи на це, молодняк відстає в розвитку, є чутливим до хвороб як інфекційної, так і незаразної етіології [9, 20, 21]. Варто зазначити, що описано випадок атипового перебігу хвороби у молодняку собак й котів у віці від 16 днів до 4 місяців з масовою загибеллю останніх [22].

Тому обраний напрям досліджень є надзвичайно актуальним та потребує подальшого вивчення.

Метою роботи було встановити особливості клінічної картини за наявності різних форм перебігу

отодектозної інвазії в собак.

Завдання досліджень – за результатами паразитологічних досліджень визначити співвідношення різних форм перебігу отодектозної інвазії в собак; за наслідками характерних симптомів, а також показників температури тіла, пульсу й дихання визначити зміни у клінічному стані тварин за наявності різних форм перебігу хвороби.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2019–2020 рр. Дослідження щодо поширення, вивчення клінічного стану тварин за наявності різних форм отодектозу вивчали на собаках, що утримувалися у приватному секторі м. Полтави Полтавської області та м. Білої Церкви Київської області. Паразитологічні дослідження проводили на базі лабораторій паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та лабораторії кафедри паразитології та фармакології Білоцерківського національного аграрного університету.

Виявлення кліщів *Otodectes cynotis* проводили шляхом мікроскопії зіскрібків, виготовлених за методом В. О. Євстаф'євої та ін. (2014) [23].

Клінічні дослідження собак проводили згідно із загальноприйнятою методикою (І. П. Кондрахін та ін., 1989) [24]. Усього було обстежено 747 тварин різного віку та породи.

Для встановлення клінічного прояву отодектозної інвазії в собак було сформовано 3 групи тварин по 10 голів у кожній: одна контрольна (клінічно здорові собаки) та дві дослідні (10 голів – уражені кліщами *O. cynotis* з хронічним перебігом захворювання та 10 голів – уражені кліщами *O. cynotis* з гострим перебігом хвороби). Показники температури тіла, частоти пульсу й дихання вивчали на тваринах мисливських, службових порід, метисах та безпорідних віком від 1 до 8 років.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t -критеріїв Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

За наслідками проведених акарологічних досліджень у собак зареєстровано паразитування кліщів виду *Otodectes cynotis* (рис. 1).

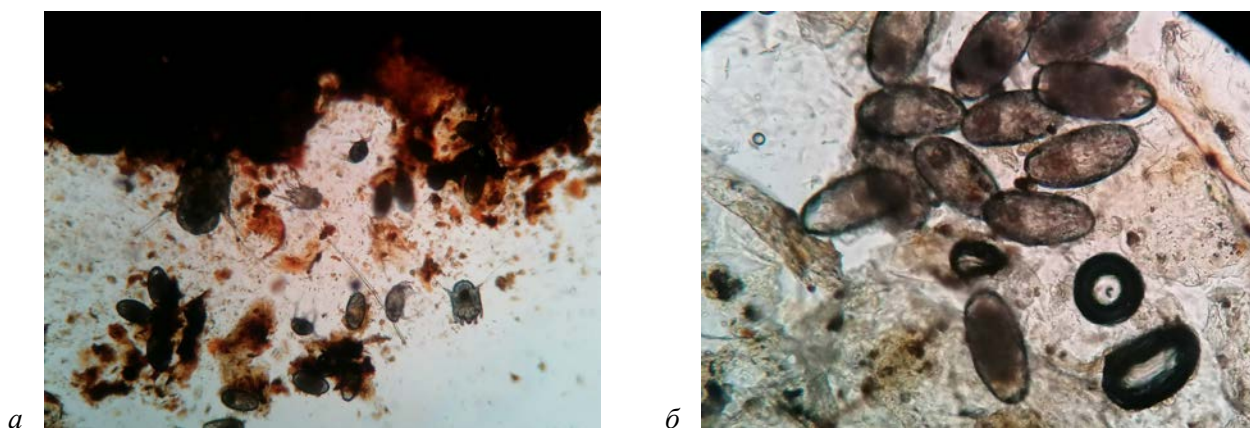


Рис. 1. Кліщі виду *Otodectes cynotis* (а), та їх яйця (б) у зіскрібку з внутрішньої поверхні шкіри вушних раковин:

а – х 40; б – х 100

Встановлено, що отодектозна інвазія є досить поширеним акарозним захворюванням у собак на території міст Полтави та Білої Церкви, в середньому показник екстенсивності інвазії становив 20,48 %. За результатами досліджень встановлено, що хвороба перебігає у двох формах: гострій та хронічній. Варто зауважити, що хронічний перебіг хвороби реєстрували значно частіше (85,53 %), аніж гострий (14,47 %).

При вивченні клінічних ознак з'ясовано, що хронічна форма отодектозу в собак характеризувалася комплексом симптомів (табл.).

Клінічні ознаки в собак за отодектозної інвазії

Показник	Хронічна форма (n=130)		Гостра форма (n=22)	
	тварин	%	тварин	%
Свербіж	115	88,46	22	100,00
Почервоніння	130	100,00	22	100,00
Набряк	118	90,77	21	95,45
Болючість при пальпації	4	3,08	22	100,00
Утворення кірочок:				
– незначної кількості	127	97,69	7	31,82
– значної кількості	3	2,31	15	68,18
Виділення ексудату:				
– серозного	24	18,46	3	13,64
– гнійного	–	–	19	86,36
Струшування головою	127	97,69	22	100,00
Звуження слухового проходу	3	2,31	16	72,73

У 100 % хворих тварин виявляли почервоніння в ділянці уражених вух. Також досить часто встановлювали занепокоєння, що проявлялося як струшування головою (97,69 %). В інвазованих тварин реєстрували утворення у вушних раковинах незначної кількості кірочок (97,69 %), також набряки шкіри (90,77 %) і свербіж (88,46 %). Рідше виявляли виділення з вушних раковин серозного ексудату (18,46 %), болючість при пальпації (3,08 %), а також утворення значної кількості кірочок та звуження слухового проходу (2,31 %).

Потрібно зазначити, що клінічно гострий перебіг захворювання в собак характеризувався більш виразними ознаками. Так, у 100 % хворих тварин відмічали інтенсивний свербіж, почервоніння, болючість при пальпації вух та інтенсивне струшування твариною головою. Також у 95,45 % тварин зареєстровано набряки, виділення гнійного ексудату (86,36 %), звуження слухового проходу (72,73 %) та утворення у вушних раковинах значної кількості кірочок (68,18 %). Такі ознаки як утворення незначної кількості кірочок та виділення з вушних раковин серозного ексудату, реєстрували значно рідше (31,82 та 13,64 % відповідно).

Отже, можна зробити висновок, що клінічна картина за наявності отодектозної інвазії в собак значною мірою залежить від форми перебігу. Для хронічного перебігу більшою мірою було характерне почервоніння в ділянці уражених вух, струшування головою, утворення у вушних раковинах кірочок у незначній кількості, набряки та свербіж. Натомість, гостра форма характеризувалась інтенсивним свербежем та струшуванням твариною головою, почервонінням, болючістю при пальпації, набряками й виділенням з уражених вух гнійного ексудату. Зазначимо, що наші дослідження більшою мірою узгоджуються з даними науковців Маслова, 2005 та Гаврик, 2015 [18, 25].

При вивченні показників клінічного статусу (температури тіла, пульсу й дихання) у хворих тварин на отодектоз встановлено, що з вираженістю патологічного процесу вони суттєво відрізняються від аналогічних у клінічно здорових тварин (рис. 1; 2; 3).

Так, аналізуючи показники температури тіла (рис. 2), встановлено, що у групі собак за наявності хронічного перебігу цей показник в середньому становив $38,64 \pm 0,17$ °C, а у групі тварин за наявності гострого перебігу $39,61 \pm 0,23$ °C, що вище на 1,58 та 9,99 % відповідно ($p < 0,01$ та $p < 0,001$) порівняно із клінічно здоровими тваринами $38,03 \pm 0,10$ °C.

Аналізуючи показники пульсу (рис. 3), встановлено, що за наявності хронічного перебігу отодектозної інвазії, він у середньому становив $114,80 \pm 1,10$ уд./хв, а за наявності гострого перебігу $126,90 \pm 1,22$ уд./хв, що на 6,53 й 15,45 % ($p < 0,01$ та $p < 0,001$) більше порівняно з показниками у групі клінічно здорових тварин $107,30 \pm 1,77$ уд./хв.

Потрібно зауважити, що отодектозна інвазія в собак характеризувалася збільшенням кількості дихальних рухів (рис. 4). Їх кількість у групах тварин за наявності хронічного та гострого перебігів становила $21,80 \pm 0,63$ та $34,60 \pm 1,03$ дих.рух./хв, що на 18,81 й 48,84 % ($p < 0,001$) більше порівняно з показниками у групі клінічно здорових тварин $17,70 \pm 0,40$ уд./хв.

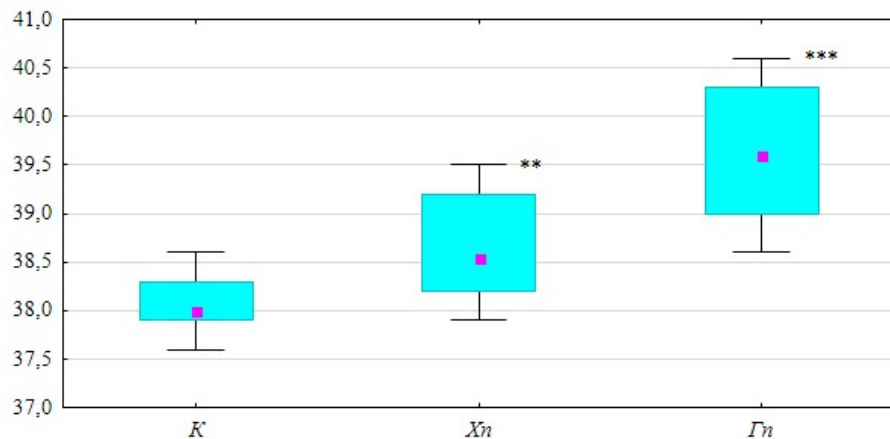


Рис. 2. Показники температури тіла у хворих на отодектоз собак ($t^{\circ}\text{C}$)

Примітки: К – клінічно здорові собаки; ХП – уражені кліщами *O. cynotis* з хронічним перебігом захворювання; Гп – уражені кліщами *O. cynotis* з гострим перебігом хвороби; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

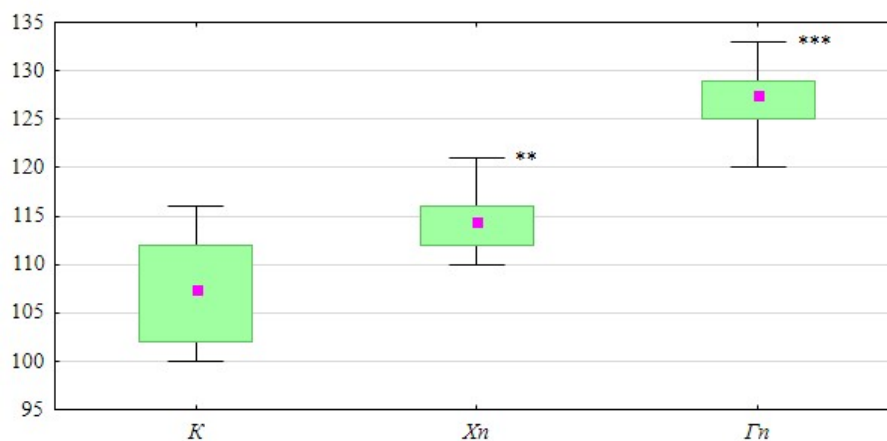


Рис. 2. Показники пульсу у хворих на отодектоз собак (уд./хв)

Примітки: К – клінічно здорові собаки; ХП – уражені кліщами *O. cynotis* з хронічним перебігом захворювання; Гп – уражені кліщами *O. cynotis* з гострим перебігом хвороби; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

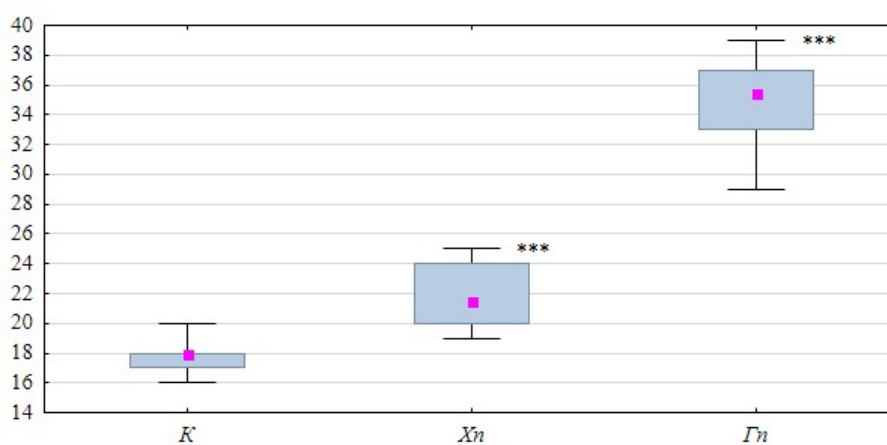


Рис. 2. Показники дихання у хворих на отодектоз собак (дых. рух./хв)

Примітки: К – клінічно здорові собаки; ХП – уражені кліщами *O. cynotis* з хронічним перебігом захворювання; Гп – уражені кліщами *O. cynotis* з гострим перебігом хвороби; *** – $p < 0,001$ – відносно показнику у клінічно здорових тварин

Відмітимо, що незважаючи на вірогідну відмінність показників клінічного статусу (температури тіла, пульсу та дихання) у собак, хворих на хронічну форму отодектозу, все ж вони перебували в межах референтних значень, водночас у разі гострого перебігу вони виявилися вищими за верхню межу референтних значень, що свідчить про більш глибокі зміни у клінічному стані хворих тварин.

Аналізуючи літературні дані, встановлено, що подібну картину фіксувала й Маслова, 2005 при вивченні показників температури, пульсу й дихання у хворих на отодектозну інвазію собак та котів [25].

Висновки

Середня інвазованість собак збудником отодектозу на території міст Полтави та Білої Церкви становить 20,48 %. Найчастіше – 85,53 % хвороба перебігає у хронічній формі, деколи – 14,47 % у гострій. Характерними клінічними ознаками за наявності хронічної форми перебігу виявлено почервоніння в ділянці уражених вух, струшування твариною голови, утворення у вушних раковинах кірочок у незначній кількості, набряк і свербіж. За наявності гострої, окрім зазначених ознак, також діагностовано болючість вух при їхній пальпації, а також виділення з уражених вух гнійного ексудату. За наявності хронічної та гострої форми отодектозу в собак встановлено достовірне підвищення температури тіла на 1,58 та 9,99 % ($p < 0,01$ та $p < 0,001$), пульсу на 6,53 й 15,45 % ($p < 0,01$ та $p < 0,001$) й дихання на 18,81 та 48,84 % ($p < 0,001$).

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності різних лікарських засобів за наявності різних форм отодектозної інвазії в собак.

References

1. Zavodskih, A. V., & Shapovalov, A. S. (2008). Epizooticheskaya situatsiya po zaraznym boleznyam sobak i koshek v Moskovskoy oblasti. *Rossiyskiy Veterinarnyy Zhurnal «Melkie Domashnie Zhivotnye»*, 3, 14 [In Russian].
2. Golovina, O. V. (2007). Arahno-entomozy melkih domashnih zhivotnyh i metody borby s nimi. *Veterinarnaya Patologiya*, 3 (22), 46–47 [In Russian].
3. Yevstafieva, V. O., & Havryk, K. A. (2015). Poshyrennia akaroziv sobak v umovakh m. Kremenchuka. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1–2), 91–94. doi: 10.31210/visnyk2015.1-2.18 [In Ukrainian].
4. Chen, C., Hou, C. C., & Bourdeau, P. J. (2002). Easy way to differentiate short-tailed demodectic mite from *Demodex canis*. *Veterinary Dermatology*, 13 (4), 211–229. doi: 10.1046/j.1365-3164.2002.00298.2.x
5. Tamura, Y., Moriyasu, I., Kawamura, Y., Inoue, I., & Ishino, S. (2000). A case of canine demodexosis complicated by *Demodex canis* and a short-bodied (unidentified) demodex mite. *Journal of the Japan Veterinary Medical Association*, 53 (10), 676–678. doi: 10.1293/jvma1951.53.676
6. Vidotto, O., Pereira, A. B. da L., Kroetz, I. A., Yamamura, M. H., Pereira, E. C. P., & Rocha, M. A. (1985). Estudos epidemiológicos sobre *demodex canis* em Londrina, PR. *Semina: Ciências Agrárias*, 6 (1), 36. doi: 10.5433/1679-0359.1985v6n1p36
7. Sivajothi, S., Sudhakara Reddy, B., & Rayulu, V. C. (2013). Demodicosis caused by *Demodex canis* and *Demodex cornei* in dogs. *Journal of Parasitic Diseases*, 39(4), 673–676. doi: 10.1007/s12639-013-0405-3
8. Baraka, F. (2011). Epidemiology, genetic divergence and acaricides of *Otodectes cynotis* in cats and dogs. *Veterinary World*, 109. doi: 10.5455/vetworld.2011.109-112
9. Tonn, R. J. (1963). The ear mite, *Otodectes cynotis*, in dogs: a report of two surveys. *Journal of Economic Entomology*, 56 (6), 892–892. doi: 10.1093/jee/56.6.892
10. Souza, C. P., Ramadinha, R. R., Scott, F. B., & Pereira, M. J. S. (2008). Factors associated with the prevalence of *Otodectes cynotis* in an ambulatory population of dogs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 28 (8), 375–378. doi: 10.1590/s0100-736x2008000800005
11. Larsson, M. H. M. A. (n.d.). *Estudo epidemiológico da escabiose humana causada pelo Sarcoptes scabiei (Degeer, 1778) var. Canis (Bourguignon, 1853)*. doi:10.11606/d.6.2020.tde-08052020-125801
12. Túpez, G., & Nuntón, J. (2017). Prevalence of *Sarcoptes scabiei* in dogs (*Canis familiaris*) half blood through cutaneous scars in the district of Zarumilla. *Manglar*, 14(1), 65–72. doi:10.17268/manglar.2017.009
13. Nwufoh, O. C., Sadiq, N. A., & Emikpe, B. O. (2019). Clinicopathological and mineral changes associated with dogs infested with *Sarcoptes scabiei* var. *canis*. *Comparative Clinical Pathology*, 28 (4), 1037–1044. doi: 10.1007/s00580-019-02919-w
14. Wagner, R., & Stallmeister, N. (2000). Cheyletiella dermatitis in humans, dogs and cats. *British Journal of Dermatology*, 143 (5), 1110–1112. doi: 10.1046/j.1365-2133.2000.03869.x
15. White, S. D., Rosychuk, R. A. W., & Fieseler, K. V. (2001). Clinicopathologic findings, sensitivity to

house dust mites and efficacy of milbemycin oxime treatment of dogs with *Cheyletiella* sp. infestation. *Veterinary Dermatology*, 12 (1), 13–18. doi: 10.1046/j.1365-3164.2001.00208.x

16. Curtis, C. F. (2004). Current trends in the treatment of *Sarcoptes*, *Cheyletiella* and *Otodectes* mite infestations in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*, 15 (2), 108–114. doi: 10.1111/j.1365-3164.2004.00362.x

17. Kral, F., & Uscavage, J. P. (1960). *Cheyletiella parasitovorax* Infestation in a dog. *Journal of Small Animal Practice*, 1 (1–4), 277–278. doi: 10.1111/j.1748-5827.1960.tb06103.x

18. Havryk, K. A. (2015). Demodekoz ta sarkoptoidozy sobak v umovakh mista Kremenchuka (poshyrennia, klinichna patolohiia i likuvannia). *Candidates thesis*. Lviv [In Ukrainian].

19. Kristensen, S. (1978). *Otodectes cynotis* infestation. *Archives of Dermatology*, 114 (9), 1402b–1402. doi: 10.1001/archderm.114.9.1402b

20. Usmanskij, M. A. (2000). Otodektoz domashnih plotoyadnyh zhivotnyh. *Orenburgskij Nauchnyj Vestnik «Vertikal»*, 3-4, 42 [In Russian].

21. Malheiro, D. D. M., & Fuchs, H. (1955). *Otodectes cynotis* (Hering, 1838) Acari, Sarcoptiformes psoroptidae. Sua presença na porção média do conduto auditivo externo de *Felis catus domesticus*, São Paulo - Brasil. *Revista Da Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo*, 5 (3), 329. doi: 10.11606/issn.2318-5066.v5i3p329-334

22. Managarov, D. P. (1962). Atipichnaya forma ushnoj chesotki. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo*, 1, 24–25 [In Russian].

23. Yevstafieva, V. O., Havryk, K. A., Melnychuk, V. V., & Havryk, B. A. (2014). *Patent Ukrainy № 98373*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].

24. Kondrahin, I. P., Kesarev, E. A., & Zubrilova, L. S. (1989). *Rekomendacii po dispanserizacii sluzhebnym sobak*. Moskva [In Russian].

25. Maslova, E. N. (2015). Klinicheskaya kartina otodektoza sobak i koshek. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*, 2–1, Retrieved from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21128> [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 27.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Антіпов А. А., Мельничук В. В., Коваленко О. В., Долгін О. С. Клінічний прояв отодектозної інвазії в собак. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 237–243.

© Антіпов Анатолій Анатолійович, Мельничук Віталій Васильович,
Коваленко Олександр Вікторович, Долгін Олександр Сергійович, 2020



original article | 614.9:636.9.615.210./26:617 | **doi: 10.31210/visnyk2020.04.31**

SUBSTANTIATION OF ADMINISTERING DEXMEDETOMIDINE TO CATS DURING OVARY HYSTERECTOMY

O. E. Omelyanenko*

S. M. Kulynych

ORCID  [0000-0002-6119-6460](https://orcid.org/0000-0002-6119-6460)

ORCID  [0000-0003-1660-643X](https://orcid.org/0000-0003-1660-643X)

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

*Corresponding author

E-mail: eposy199111@gmail.com

How to Cite

Omelyanenko, O. E., & Kulynych, S. M. (2020). Substantiation of administering dexmedetomidine to cats during ovary hysterectomy. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 244–250. doi: 10.31210/visnyk2020.04.31

Ovary hysterectomy is a fairly wide-spread surgical procedure nowadays. This operation is performed when pathologies are detected (pyometra, cystic neoplasms), and also to eliminate sexual desire in animals. While discussions concerning the humaneness and necessity of this procedure are continuing, it is necessary to ensure safe and high-quality surgical interventions in the clinic. The main aim in the work of the anesthesiologist is the choice of anesthesia and premedication. The research was conducted in the veterinary clinic “Na Robochiy” in the city of Dnipro during the period of 2019–2020. The purpose of the study was to determine analgesic, sedative effects and to study the effect on blood morphological parameters (erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, hematocrit, and blood platelets) of α_2 -adrenoceptor agonists, in particular dexmedetomidine and sedazine. 2 groups of cats, 10 animals in each, were formed for investigation. In the experimental group, the scheme Dexmedetomidine + Butorphanol + Propofol was used, in the control group – Sedazine + Butorphanol + Propofol. It turned out that in the experimental group the onset of anesthesia was faster than in the control by 47.6 %. Time difference was insignificant as to the duration of anesthesia – 2.4%. At the same time, the awakening period after surgery in the control group was by 87.8 % longer than in the experimental group. If we pay attention to the impact on the body's systems, in both groups after the preparation administration, decrease in blood pressure was observed, which then gradually leveled off to physiological norms. To determine the analgesic effect, blood pressure (average), heart rate, contraction of the abdominal wall muscles in 4 periods of the surgery (before surgery, during opening the white line, during the most traumatic manipulations, and the stage of recovery after anesthesia) were studied.). It was found that in the experimental group, heart rate (in all periods of the study) averaged 133.9 beats / min., blood pressure – 114.6 mm/ mercury, and contractions of the abdominal wall muscles were barely noticeable during more traumatic manipulations, while the indicators of the control group were: heart rate - an average of 166.9 beats / min., blood pressure – 142.5 mm/ mercury, and contractions of the abdominal wall muscles were significantly noticeable during traumatic manipulations. If we evaluate in more detail for each of the surgery periods, the heart rate in the control group during the first period was 16.8 %, the II – 18.7 %, the III – 24.4 % and during the IV – 19.3 %, which were higher than in the experimental group. At the same time, the indicators of blood pressure – 11.8 %, 26.3 %, 28.7 %, 8.8 %, were respectively, higher than in the experimental group. In the study of morphological (clinical) blood indicators, it was found that the decrease, after administering the main preparation, was observed both in the experimental and control groups: erythrocytes decrease was barely noticeable – about 4 % (in comparison with the control group), leukocytes – by 8.2 % (in comparison with the control group), hemoglobin - by 2.3 % (in comparison with the experimental group), hematocrit – by 13.1 % (in comparison with the control group), and blood platelets – by 26.2 % (in

comparison with the experimental group). Therefore, when analyzing all the data, we can conclude that using the scheme Dexmedetomidine + Butorphanol + Propofol is more effective in terms of entering the anesthesia, obtaining a better analgesic effect, but it turned out that Dexmedetomidine and Sedazine preparations can have a strong effect on morphological blood indicators.

Key words: Dexmedetomidine, Propofol, Butorphanol, domestic cats, ovary hysterectomy.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДЕКСМЕДЕТОМІДИНУ У КІШОК ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ОВАРІОГІСТЕРОЕКТОМІЇ

О. Є. Омеляненко, С. М. Кулинич

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Оваріогістероектомія – нині досить поширене оперативне втручання. Ця операція проводиться при виявленні патологій (піометра, кістозні новоутворення) для усунення статевого потягу у тварин. Допоки дискусії щодо гуманності й необхідності такої процедури тривають, необхідно гарантувати безпечне та якісне проведення оперативних втручань у межах клініки. Головною метою в роботі анестезіолога залишається вибір анестезії та премедикації. Дослідження проводили на базі ветеринарної клініки «На Робочій» у м. Дніпрі протягом 2019–2020 років. Метою дослідження було визначення анагетичного, седативного ефектів і дослідження ефекту на гематологічні показники крові (еритроцити, лейкоцити, гемоглобін, гематокрит, тромбоцити) агоністів α_2 -адренорецепторів, зокрема дексмедетомідину і седазину. При дослідженні було сформовано 2 групи кішок по 10 тварин у кожній. У дослідній групі використовували схему Дексмедетомідин + Буторфанол + Пропофол, у контрольній групі – Седазин + Буторфанол + Пропофол. Виявилося, що у дослідній групі початок анестезії був швидшим, ніж у контрольній на 47,6 %. По тривалості анестезії різниця в часі було неістотною – 2,4 %. Водночас період пробудження після оперативного втручання в контрольній групі був на 87,8 % довшим, ніж у дослідній. Якщо звернути увагу на вплив щодо систем організму, то в обох групах після введення препарату спостерігалось зниження артеріального тиску, яке потім поступово вирівнювалось до фізіологічних норм. При визначенні анагетичного ефекту досліджували А/Т(середній), ЧСС, скорочення м'язів черевної стінки в 4 періоди оперативного втручання (перед початком операції, під час розтину білої лінії, під час найбільш травматичних маніпуляцій, стадія відновлення після анестезії). Виявили, що в дослідній групі показники ЧСС (в усіх періодах дослідження) в середньому становили 133,9 уд./хв., А/Т – 114,6 мм.рт.ст, а скорочення м'язів черевної стінки були ледь помітні лише в період більш травматичних маніпуляцій, тоді як показники контрольної групи становили: ЧСС – в середньому 166,9 уд./хв., А/Т – 142,5 мм. рт. ст., а скорочення м'язів черевної стінки були значно помітні в період травматичних маніпуляцій. Якщо більш детально оцінювати по кожному з періодів оперативного втручання, то показники ЧСС у контрольній групі у I період становили на 16,8 %, у II – 18,7 %, у III – 24,4 % і IV – 19,3 % вище, ніж у дослідній групі. Водночас показники А/Т – 11,8 %, 26,3 %, 28,7 %, 8,8 % відповідно є вищими, ніж у дослідній групі. При дослідженні морфологічних (клінічних) показників крові, виявили, що зниження показників після введення основного препарату спостерігалось і в дослідній і в контрольній групі: з боку еритроцитів зниження було малопомітно – близько 4 % (у бік контрольної групи), з боку лейкоцитів – на 8,2 % (у бік контрольної групи), гемоглобіну – на 2,3 % (у бік дослідної групи), гематокристу – на 13,1 % (у бік контрольної групи), тромбоцитів – на 26,2 % (у бік дослідної групи). Тому при аналізі всіх отриманих даних, ми можемо зробити висновок, що використання схеми Дексмедетомідин + Буторфанол + Пропофол є більш ефективним з боку входження в анестезію, отримання кращого анагетичного ефекту, але виявилося, що препарати Дексмедетомідину та Седазину досить сильно можуть впливати на морфологічні показники крові.

Ключові слова: Дексмедетомідин, Пропофол, Буторфанол, коти свійські, оваріогістероектомія.

Вступ

Хірургічна стерилізація дрібних домашніх тварин у ветеринарній практиці набула широкого поширення. Стерилізація проводиться за показаннями при виявленні патології, а також для усунення статевого потягу улюбленців. Допоки дискусії навколо необхідності і гуманності таких процедур тривають, необхідно забезпечити якісне і безпечне проведення операцій в умовах ветеринарної клініки. Основним питанням, що постає перед лікарем ветеринарної медицини, є вибір виду анестезії та

премедикації [10].

На сьогодні запропоновано низку препаратів для наркозу у тварин, так, агоністи α_2 - адренорецепторів близько 40 років дозволені для ветеринарного користування у країнах ЄС, Канади, США, хоча перші родоначалники цього класу використовували в медицині як препарати для лікування гіпертонії і патологій ЦНС. Для агоністів α_2 - адренорецепторів були відкриті такі клінічні ефекти, як аналгезія, анксиолізис, седация, міорелаксация, які послужили основою їх подальшого широкого застосування у ветеринарії для знерухомлення диких екзотичних тварин [4], так і в хірургії домашніх тварин [11, 12]. Крім зазначених клінічних ефектів, застосування цієї групи препаратів призводить до значного зменшення дози ін'єкційної й інгаляційної анестезії, необхідної для індукції та підтримання анестезії. Агоністи α_2 - адренорецепторів також послаблюють реакцію стресу при травмі, знижують рівень катехоламінів і кортизолу у крові після операцій [14]. У літературі досить докладно описані негативні клінічні ефекти для агоністів у різних видів тварин. Через це застосування їх має обмеження у старих тварин, що мають в анамнезі проблеми з боку серцево-судинної системи.

Дексмететомідин – це селективний агоніст α_2 – адренорецепторів, забезпечує легку і помірну седацию. Він надає симпатолітичний ефект завдяки зменшенню вивільнення норадреналіну із кінців симпатичних нервів. Седативні ефекти зумовлені зменшенням вираженості порушення у блакитні плямі, яке знаходиться у стовбурі головного мозку, Дексмететомідин виявляє аналгетичну дію і сприяє зниженню доз застосовуваних анестетиків і анальгетиків [9].

Дексмететомідин є одним із найновітніших препаратів групи агоністів α_2 – адренорецепторів, який досить гарно себе зарекомендував у ветеринарній практиці. Проте, незважаючи на позитивні відгуки для подальшого обґрунтування застосування препарату для наркозу тварин потрібні більш глибокі дослідження [15].

Тому метою роботи стало обґрунтування застосування агоністів α_2 – адренорецепторів, зокрема дексмететомідину, у ветеринарній практиці у разі хірургічних втручань у дрібних домашніх тварин. Для досягнення поставленої перед нами мети виконували такі завдання: експериментально визначити вплив препарату на організм тварин під час і після оперативного втручання, використовуючи при цьому інструментальні та візуальні методи контролю за станом тварини.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі ветеринарної клініки «На Робочій» у м. Дніпрі протягом 2019–2020 років.

Експериментальні дослідження проводили з метою порівняння двох схем анестезіологічних протоколів, для цього за принципом аналогів було сформовано дві групи котів (контрольну і дослідну) по 10 тварин у кожній. Операцію проводили за бажанням власників з метою усунення або зниження статевого потягу та з метою зниження можливості формування пухлин молочної залози [16, 18]. У досліді були задіяні самиці кота свійського, віком від 1 до 4 років (середній вік тварин становив 2,5 роки).

Усім тваринам перед проведенням оперативного втручання проводили інструментальну аускультацию серцево-судинної системи (в ділянці Puncta Optima) [3]. У разі виявлення зневоднення проводили корегуючу терапію водно-мінерального балансу (ввели розчин Рінгера внутрішньовенно) [4], також вводили антибіотики групи цефалоспоринов (Цефтріаксон Дарниця Б, Україна) у дозі 25 мг/кг [5]. Перед оперативним втручанням паралельно тваринам проводили УЗД серця і ЕКГ (електрокардіограма).

Для премедикації в обох групах тварин перед операцією використовували Буторфанол («Ріхтер Фарма АГ», Австрія) внутрішньовенно в дозі 0,2 мг/кг [5], через 15 хв. внутрішньом'язево вводили основний препарат для анестезії.

У дослідній групі використовували Дексмететоміди («Orion Pharma», Фінляндія в дозі 0,04 мг/кг внутрішньом'язево [6], у контрольній групі Седазин (Біовет Булави, Польща) внутрішньом'язево в дозі 1,1 мг/кг [6]. Через 10 хв. після легкої седатії та через 15 хв. Після появи вираженого седативного ефекту проводили інтубацію трахеї (інтубаційна трубка, АРЕХМЕД, Китай) та далі вводили розчин 0,5 % Пропофол («Новофарм біосинтез», Україна), який вводився внутрішньовенно в дозі 6 мг/кг [6].

Для підтримки піку знеболення під час оперативного втручання додатково вводили розчин Буторфанолу в дозі 0,2 мг/кг кожні 15 хвилин. Для підтримки седативного й аналгетичного ефекту в дослідній групі кожні 25–30 хв. вводили внутрішньовенно Дексмететомідин в дозі 0,02 мг/кг. У контрольній групі кожні 15–20 хв. вводили розчин Седазину в дозі 1,1 мг/кг.

Для моніторингу ефективності дослідного препарату під час оперативного втручання був проведений контроль за такими показниками:

а. Сedaції: оцінка рефлексів, стану свідомості [7].

б. Аналгезії (інструментально, візуально):

1). Контроль частоти серцевих скорочень (ЧСС),

2). Електричної активності серця (ЕКГ) (за допомогою кардіомонітора NK 601 Vet (Китай)

3). Частоти дихальних рухів (ЧДР) (за допомогою стетофонендоскопу фірми Dr. Frei (Швейцарія).

4). Було досліджено гемодинамічні (ЧСС, А/Т (середній)) показники і скорочення м'язів черевної стінки.

Дані отримували в 4 періоди оперативного втручання:

1). Контрольний – перед початком операції.

2). Під час розтину білої лінії.

3). Під час найбільш травматичних маніпуляцій (видалення репродуктивних органів).

4). Стадія відновлення після анестезії.

Також у крові 5 тварин у дослідній і контрольних групах визначали: еритроцити, лейкоцити, гемоглобін, гематокрит, тромбоцити.

Збір крові проводився з передньої підшкірної вени передпліччя, сам аналіз проводився на гематологічному автоматичному аналізаторі MicroCC-20 Plus (НТІ, США).

Контроль проводився дворазово:

1). Перед введенням основного препарату (Дексметомідин).

2). Через 15 хвилин після введення препарату.

Отримані дані реєстрували у протоколі анестезіологічного супроводження пацієнта.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили шляхом визначення середнього арифметичного (М), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) за допомогою таблиці t-критеріїв Стюдента, та за Т-критерієм Вілкоксона (t).

Результати досліджень та їх обговорення

Експериментальним шляхом встановлено, що запропоновані схеми загальної анестезії призводять до поступового пригнічення з боку центральної нервової системи, пригнічення свідомості та втрати деяких рефлексів. За результатами дослідження встановлено, що у тварин дослідної групи початок анестезії в середньому спостерігався через 8,7 хвилин, натомість у контрольній групі лише через 16,6 хвилин від початку введення використовуваного препарату, тобто у контрольній групі початок анестезії починався на 47,2 %-($p < 0,05$) пізніше ніж у дослідній (табл. 1).

1. Порівняльна характеристика двох запропонованих схем анестезії в кішок, $M \pm m$ (n=10)

Групи	Початок анестезії, хв.	Тривалість анестезії, хв	Аналгетичний ефект	Вплив на:		Період пробудження, хв.
				ДС	ССС	
1. Дексметомідин + Буторфанол+Пропофол	8,7 $\pm$ 0,5	23,1 $\pm$ 1,5	++	↓↑	↓↓	4,9 $\pm$ 0,7
2. Ксилазин + Буторфанол+Пропофол	16,6 $\pm$ 1,3*	22,6 $\pm$ 3,5	+	↓↑	↓↓	40,4 $\pm$ 4,3*

Примітки: ДС дихальна система; СССР серцево-судинна система; «++» сильний аналгетичний ефект, «+» слабкий аналгетичний ефект; «↓↑» спочатку поступове зниження потім поступове підняття; «↓↓» – різке зниження; $P < 0,05^*$ – відносно дослідної групи.

Водночас ми з'ясували, що тривалість анестезії в обох групах була на приблизно одному рівні та різниця не перевищувала 3 %.

Оцінюючи аналгетичний ефект, можемо зазначити, що застосування Дексметомідину забезпечує вдвічі кращий ефект порівняно з контрольною групою, у якій використовувався Седазин.

Досліджуючи вплив різних схем анестезії на дихальну і серцево-судинну системи, різниці між групами не виявили.

Після оперативного втручання було досліджено час за який тварини виходили з анестезії (період пробудження): так, у дослідній групі цей час у середньому становив 4,94 хв., у контрольній – 40,49 хв., тобто на 87,8 % ($p < 0,05$) довше, ніж у дослідній (табл. 1).

Окрім того, аналгетичний ефект цих схем анестезії оцінювався за показниками: частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (А/Т середній), скорочень м'язів черевної стінки (табл. 2).

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

2. Показники гемодинаміки в кішок у разі оперативних втручань черевної порожнини, $M \pm m$ (n=10)

Групи	Періоди оперативного втручання	ЧСС, уд. за 1 хв.,	А/Т, мм рт. ст.,	Скорочення м'язів черевної стінки
1. Дексметомідин + Буторфанол+Пропофол	I	156,6±6,6	120,9±2,8	–
	II	126,9±2,9	108,6±2,2	–
	III	123,8±3,7	112,4±2,5	+
	IV	128,4±3,8	116,6±2,8	+
2. Ксилазин + Буторфанол+Пропофол	I	188,4±5,6	137,1±4,7*	–
	II	156,2±8,4*	147,5±4,9*	+
	III	163,9±6,4*	157,8±7,8*	++
	IV	159,3±7,3*	127,9±5,7	+

Примітки: «–» непомітні скорочення; «+» ледь помітні скорочення; «++» сильні скорочення; $P < 0,05^*$ – відносно дослідної групи.

Дослідження показало, що за весь період оперативного втручання у дослідній групі ЧСС в середньому становило 133,9, А/Т 114,6, скорочення м'язів черевної стінки фіксувалися у III і IV періодах, які були малопомітні. У контрольній групі в цей же період ЧСС становило 166,9, А/Т – 142,5, скорочення м'язів черевної стінки були досить помітні у II, III, IV періодах.

Аналізуючи дані щодо ЧСС, то в I період втручання в контрольній групі він становив 188,4, тоді як у дослідній 156,6, тобто менше на 16,8 % ніж у контрольній, так у II період різниця вже становила 18,7 % (126,9 у дослідній і 156,2 у контрольній), у III (123,8 і 163,9) і IV (128,4 і 159,3) періодах різниця становила 24,4 % і 19,3 %.

При аналізі А/Т у I період у дослідній групі становило 120,9 мм.рт.ст., а в контрольній 137,1 мм.рт.ст. і різниця становила 11,8 %, на II етапі показники були 108,6 у дослідній і 147,5 у контрольній, III (112,4 і 157,8), IV (116,6 і 127,9) періодах, відповідно різниця становила 26,3 %, 28,7 % і 8,8 %, що було досить помітно при контролі на ЕКГ моніторі.

Також у роботі досліджували показники кровоносного русла (таб. 3, 4). До уваги брали такі показники: еритроцити, лейкоцити, гемоглобін, гематокрит і тромбоцити.

Виявили, що в дослідній групі за показниками еритроцитів, гемоглобіну, гематокриту і тромбоцитів відбувається їхнє зниження через 15 хвилин після введення основного препарату – так кількість еритроцитів знижується на 23 % ($t < 0,01$), лейкоцити менше, ніж на 5 %, гемоглобін – на 24,8 %, гематокрит – на 22,4 % ($t < 0,01$) і тромбоцити – на 33,6 % ($t < 0,01$), що становить досить суттєві зниження показників.

3. Показники крові до та після введення Дексметомідину, $M \pm m$ (n=5)

Показники	До введення препарату	Через 15 хвилин після введення
Еритроцити (RBC) $10 \times 12/л$	6,39±0,3	4,92±0,3°
Лейкоцити (WBC) $10 \times 9/л$	13,9±2,0	13,33±1,5
Гемоглобін (HGB) г/л	135,4±4,4	101,8±11,5
Гематокрит (HCT) %	42,3±1,6	32,8±3,8°
Тромбоцити (PLT) $10 \times 9/л$	266±24,3	176,4±24,0°

Примітки: $t < 0,01^\circ$ – відносно показників до введення препарату

4. Показники крові до та після введення Седазину (Ксилазину), $M \pm m$ (n=5)

Показники	До введення препарату	Через 15 хвилин після введення
Еритроцити (RBC) $10 \times 12/л$	6,7±0,4	4,72±0,4°
Лейкоцити (WBC) $10 \times 9/л$	13,6±0,4	12,2±1,6
Гемоглобін (HGB) г/л	143,6±6,5	104,2±3,1°
Гематокрит (HCT) %	35,8±1,8	28,5±1,5°
Тромбоцити (PLT) $10 \times 9/л$	266,4±26,0	239,2±36,9

Примітки: $t < 0,01^\circ$ – відносно показників до введення препарату.

Так само у контрольній групі були виявлені зниження цих показників – еритроцитів – на 29,5 %

($t < 0,01$), лейкоцитів – на 10,2 %, гемоглобіну – на 27,4 % ($t < 0,01$), гематокриту – на 20,3 % ($t < 0,01$), тромбоцитів – на 27,4 %. Тут показано значні зниження, що можуть під час операції призвести до тяжких наслідків.

Якщо порівнювати дані між дослідною і контрольною групою, то в показниках еритроцитів, гемоглобіну вони не перевищували 5 % (4% і 2,3 % відповідно), тоді як лейкоцити, гематокрит і тромбоцити різнилися на – 8,2 %, 13,1 % і 26,2 %.

З огляду на дані літератури, однозначно сказати, що дексмететомідин проявляє достатню аналгетичну дію не можна. При пошуку статей з використання дексмететомідину в котів свійських, виявилося, що даних дуже мало або взагалі немає. При цьому маємо декілька статей, у яких описано виявлення, при седатії Седазином, брадикардій [19], такі ж дані приведено і в цій статті. При проведенні дослідів виявилося, що у разі використання схем з дексмететомідином як основним препаратом для анестезії, час, який потребується для введення тварини в анестезію зменшується майже вдвічі (в середньому на 47,1 % ($p < 0,05$)) порівняно зі схемою при використанні седазину (ксилазину). Тривалість анестезії загалом становила однаковий проміжок часу і не перевищувала в середньому 5 %. Вивчаючи літературні дані, виявили, що при використанні дексмететомідину і седазину, різниці в часі пробудження після оперативного втручання в цих препаратів немає, але експериментально в дослідній групі він становив на 87,8 % ($p < 0,05$) коротше, ніж у контрольній. Досліджуючи гемодинаміку, виявили, що в I період оперативного втручання різниця між показниками ЧСС і А/Т у дослідній і контрольній групах становила 16,8 % і 11,8 %, у II ці показники становили – 18,7 % і 26,3 %, у III – 24,4 % і 28,7 %, у IV – 19,3 і 8,8 %. Підвищення спостерігалось в бік контрольної групи, що говорить про гірші аналгетичні ефекти в контрольній групі. Щодо показників загального (клінічного) аналізу крові то виявилося, що через 15 хвилин після введення дексмететомідину чи седазину спостерігається значне зниження показників крові. У дослідній групі: еритроцити знижуються на 23 % ($t < 0,01$), лейкоцити менше, ніж на 5 %, гемоглобін – на 24,8 %, гематокрит – на 22,4 % ($t < 0,01$), і тромбоцити – на 33,6 % ($t < 0,01$). У контрольній групі: еритроцити – на 29,5 % ($t < 0,01$), лейкоцити – на 10,2 %, гемоглобін – на 27,4 % ($t < 0,01$), гематокрит – на 20,3 % ($t < 0,01$), тромбоцити – на 27,4 %. Порівнюючи показники у двох групах, спостерігаємо такі відмінності – різниця еритроцитів, гемоглобіну не перевищували 5 % (4 % і 2,3 % відповідно), лейкоцити, гематокрит і тромбоцити різнилися на – 8,2 %, 13,1 % і 26,2 %. Зважаючи на ці дані, можна сказати, що препарати групи агоністів α_2 - адренорецепторів мають досить виражений судинозвужуючий ефект [20].

Висновки

Встановлено, що використання схем Дексмететомідин + Буторфанол + Пропрофол, є більш ефективним за схему з використанням Седазину + Буторфанолу + Пропрофолу, зокрема швидше починає діяти анестезія, в середньому на 47,2 % ($p < 0,05$), швидше настає пробудження 87,8 % ($p < 0,05$). При дослідженні гемодинамічних показників виявили, що в I період оперативного втручання різниця між показниками ЧСС і А/Т у дослідній і контрольній групах становила 16,8 % і 11,8 %, у II ці показники становили – 18,7 % і 26,3 %, у III – 24,4 % і 28,7 %, у IV – 19,3 і 8,8 %, показники були вищими у бік контрольної групи, тому якості анагезії схеми контрольної групи значно гірші. При дослідженні морфологічних показників кровоносного русла виявилося, що використовуючи обидві схеми, виявляється різке зниження еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну, гематокриту і свідчить про виражений судинозвужуючий ефект групи досліджуваного препарату.

Перспективи подальших досліджень полягають у введенні у ветеринарну анестезіологію більш новітніх препаратів для наркозу, винайдення більш дієвих схем анестезіологічного супроводження різних видів тварин.

References

1. Yang, X., & Liu, J. (2014). Effects of dexmedetomidine on the deformability of erythrocytes in vitro and in anesthesia. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 7, 1631–1634. doi: 10.3892/etm.2014.1633
2. Picioli, A., & Martini, M. V. (2013). Acepromazine, dexmedetomidine and xilazine on the sedation in dogs: hematological and biochemical alterations. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 20, 13–19.
3. Sudakov, M. O., & Tsvilikhovskiy, M. I. (2002). *Vnutrishni nezarazni khvoroby tvaryn*. Kyiv: Meta [In Ukrainian].
4. Brenner, G. M., & Klopp, A. J. (1994). Analgesic potency of alpha adrenergic agents after systemic administration in amphibians. *The Journall of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 270, 540–545.

5. Kathleen, C. (2012). Plumb's Veterinary Drug Handbook. Pocket-7th edition. *The Canadian Veterinary Journal*, 53 (12), 1284.
6. Papich, M. G. (2016). *Paclitaxel*. *Saunders Handbook of Veterinary Drugs*, 600–602. doi: 10.1016/b978-0-323-24485-5.00024-3
7. Duke-Novakovski, T., Vries de M., & Seymour, C. (2016). *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3rd Edition*. England: British Small Animal Veterinary Association.
8. Makintajr, D. K., Drobac, K. Dzh., Haskingz, S. S., & Sakson, U. D. (2008). *Skoraya pomoshchi intensivnaya terapiya melkih domashnih zhivotnyh*. Moskva: Akvarium-Print [In Russian].
9. Deksdor (Deksmedetomidin). *Monografiya po preparatu*. (2015). Moskva: Orion Farma. Retrieved from: <https://docplayer.ru/85491367-Deksmedetomidin-monografiya-po-preparatu> [In Russian].
10. Kolotov, E. O., & Yudich, G. A. (2019). Vy`bor optimal`noj sxemy` anestezii pri sterilizacii koshek. *V mire nauchny`x otkry`tij: materialy` III Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii* [In Russian].
11. Lemke, K. A. (2004). Perioperative use of selective alpha-2 agonists and antagonists in small animals. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 45 (6), 475–480.
12. Sinclair, M. D. (2003). A review of the physiological effects of α 2-agonists related to the clinical use of medetomidine in small animal practice. *The Canadian Veterinary Journal*, 44, 885–897.
13. Murrell, J. C., & Hellebrekers, L. J. (2005). Medetomidine and dexmedetomidine: a review of cardiovascular effects and antinociceptive properties in the dog. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32 (3), 117–127. doi: 10.1111/j.1467-2995.2005.00233.x
14. Ko, J. C. H., Mandsager, R. E., Lange, D. N., & Fox, S. M. (2000). Cardiorespiratory responses and plasma cortisol concentrations in dogs treated with medetomidine before undergoing ovariohysterectomy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217 (4), 509–514. doi: 10.2460/javma.2000.217.509
15. Paris, A., & Tonner, P. H. (2005). Dexmedetomidine in anaesthesia. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 18 (4), 412–418. doi: 10.1097/01.aco.0000174958.05383.d5
16. Pohrelchuk, O. E. (2019). Rak molochnoi zhelezy u koshek. *V mire nauchnyh otkrytij: materialy III Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii* (V (2)). (22–23 maya 2019 g. Ulyanovsk). Ulyanovsk: UIGAU [In Russian].
17. Snitko, I. O., Samchuk, V. I., & Meleshkov, S. F. (2019). Rannyaya preventivnaya mastektomyia kak odin iz metodov profilaktiki opuxolej molochnoj zhelezy u koshek. *Vestnik Omskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 4, 36–38 [In Russian].
18. Vlasenko, V. M., Tykhoniuk, L. A., & Rublenko, M. V. (2003). *Operativna khirurgiia, anesteziolohiia i topohrafichna anatomiia*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
19. Sulajmanova, G. V., Katargin, R. S., & Kolosova, O. V. (2019). Vliyanie ksily i meditina na funkcionalnuyu aktivnost serdechno-sosudistoj sistemy koshek pri hirurgicheskikh manipulyaciyah. *Vestnik Krasnoyarskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 3 (144), 91–96 [In Russian].
20. Cullen, L. K. (1996). Medetomidine sedation in dogs and cats: A review of its pharmacology, antagonism and dose. *British Veterinary Journal*, 152 (5), 519–535. doi: 10.1016/s0007-1935(96)80005-4

Стаття надійшла до редакції 28.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Омельяненко О. Є., Кулинич С. М. Обґрунтування використання дексмедетомідину у кішок під час проведення овариогістеректомії. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 244–250.

© Омельяненко Александр Евгеньевич, Кулинич Сергей Миколайович, 2020



original article | 621.43 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.32

RESTORATION OF DETAILS BY SURFACE PLASTIC DEFORMATION

A. A. Dudnikov

V. V. Dudnyk*

O. A. Burlaka

O. V. Kanivets

S. M. Kryvonos

ORCID  [0000-0001-8580-657X](https://orcid.org/0000-0001-8580-657X)

ORCID  [0000-0002-6553-2951](https://orcid.org/0000-0002-6553-2951)

ORCID  [0000-0002-2296-7234](https://orcid.org/0000-0002-2296-7234)

ORCID  [0000-0003-4364-8424](https://orcid.org/0000-0003-4364-8424)

ORCID  [0000-0003-2577-5059](https://orcid.org/0000-0003-2577-5059)

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

*Corresponding author

E-mail: volodymyr.dudnyk@pdaa.edu.ua

How to Cite

Dudnikov, A. A., Dudnyk, V. V., Burlaka, O. A., Kanivets, O. V., & Kryvonos, S. M. (2020). Restoration of details by surface plastic deformation. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 251–258. doi: 10.31210/visnyk2020.04.32

A study was conducted as to the effect of strengthening treatment in the restoration of farm machinery details operating under the conditions of increased abrasive wear. The analysis of existing ways of their restoration was made, and the substantiation of using vibration strengthening treatment in repair production was given. The assessment of reliability of grain seeders' working parts was conducted, taking into account the conditions of their operation, based on mathematical dependencies. Research was carried out to select the optimal parameters of vibration strengthening of seeders' working parts. Microstructural studies were conducted to determine the effect of the treatment method of sowing boot disk material. Rig tests of sowing boot discs were carried out on installation, which would make it possible to regulate the intensity of disc wear. The values and distribution of residual tensions in the material of a new disc and restored one by the method of welding steel 45 segments with sormite overlaying and vibration strengthening were determined. The values of strengthening degree of the cutting edge material of the restored sowing boot discs were determined. The optimal modes of vibration strengthening were established. The optimal parameters of sowing boot discs were determined: the outer diameter, the thickness of the cutting edge, the angle of the blade, which ensure their least wear and the proper quality of sowing grain crops. The results of changing the disk thickness and its wear along its diameter during rig tests of new discs and those restored by welding steel 45 segments with automatic sormite overlaying and vibration strengthening were presented. Operational studies of the above mentioned variants of grain seeders were carried out in order to check the maintenance reliability of restored and vibration-strengthened sowing boot discs. It has been established that the greatest value of operating time had a seeder with sowing boot discs restored by welding steel 45 segments with subsequent automatic sormite overlaying and strengthened by vibration deformation.

Key words: plastic deformation, working part, strengthened structure, disc thickness, degree of strengthening, residual tensions.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

А. А. Дудніков, В. В. Дудник, О. А. Бурлака, О. В. Канівець, С. М. Кривonos

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Проведено дослідження впливу зміцнюючої обробки при відновленні деталей сільськогосподарських машин, що працюють в умовах підвищеного абразивного зношування. Виконано аналіз наявних способів їхнього відновлення, обґрунтовано використання вібраційної зміцнюючої обробки в ремонтному виробництві. Проведено оцінку зносостійкості деталей ґрунтообробних машин, з'ясовано механізм зниження величини зносу при вібраційному зміцненні. Проведено оцінку надійності робочих органів зернових сіялок, зважаючи на умови їхньої роботи на основі математичних залежностей. Проведено дослідження щодо вибору оптимальних параметрів вібраційного зміцнення робочих органів сіялок. Проведено мікроструктурні дослідження для визначення впливу способу обробки матеріалу дисків сошників. Проведено стендові дослідження дисків сошників на установці, що дадуть змогу регулювати інтенсивність зношування дисків. Визначено значення і розподіл залишкових напружень у матеріалі нового диска і відновленого методом приварювання сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтом і вібраційним зміцненням. Визначено значення ступеня зміцнення матеріалу ріжучої кромки відновлених дисків сошників. Встановлено оптимальні режими вібраційного зміцнення. Визначено оптимальні параметри дисків сошників: зовнішній діаметр, товщина ріжучої кромки, кут леза, що забезпечує їх найменший знос і належну якість посіву зернових культур. Наведено результати зміни товщини диска і зносу його по діаметру під час стендових досліджень нових дисків і відновлених приварюванням сегментів зі сталі 45 з автоматичним наплавленням сормайтом і вібраційним зміцненням. Проведено експлуатаційні дослідження зазначених варіантів зернових сіялок з метою перевірки експлуатаційної надійності відновлених і зміцнених вібраційним способом дисків сошників. Встановлено, що найбільше значення напруження мала сіялка з дисками сошників, відновлених приварюванням сегментів зі сталі 45 з наступним автоматичним наплавленням сормайтом і зміцнених вібраційним деформуванням.

Ключові слова: пластичне деформування, робочий орган, зміцнена структура, товщина диска, ступінь зміцнення, залишкові напруження.

Вступ

Втрата працездатності деталей машин зазвичай пов'язана з руйнуванням їх поверхневого шару. Тому в технологічних процесах все більше уваги приділяється операціям поверхневого зміцнення, що забезпечують необхідні параметри якості поверхневого шару на рівні, відповідному максимальному підвищенню необхідних експлуатаційних властивостей.

Встановлено [1–3], що в низці випадків для підвищення експлуатаційних властивостей деталей машин необхідне створення поверхневого шару із зміцненою структурою.

Відновлення деталей – технічно обґрунтоване [4–6] і економічно виправданий захід [7–8].

Економічна сторона доцільності проведення робіт з відновлення деталей полягає у зниженні собівартості ремонту деталей машин через зменшення витрат на нові запасні частини, а також у скороченні виробничих витрат при їхній експлуатації.

Одним з найбільш простих і ефективних способів зміцнюючої обробки є способи поверхневого пластичного деформування [9–12]. В результаті обробки поверхневим пластичним деформуванням [ППД] може формуватися зміцнений шар з показниками якості поверхневого шару, що змінюються в широкому діапазоні: глибина зміцнення 0,1...15 мм, твердість зміцненого шару може бути підвищена на 20...150 %, досягаються, стискаючи залишкові напруження на рівні 200...1400 мПа [13, 14].

Однак можливість створення поверхневого шару з необхідною рівномірністю зміцнення, а також точне деформування способами ППД твердості і залишкових напружень залишається досі не повністю реалізованим, що часто є перешкодою для їх ефективного застосування для цілої низки деталей машин.

Особливий інтерес представляють робочі органи ґрунтообробних машин, технічний стан яких значно впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Як правило, вони схильні до інтенсивного абразивного зношування ґрунтом [15, 16].

Зважаючи на це, особливої актуальності набули питання проведення досліджень з виявлення

зв'язків технологічних параметрів в умовах вібраційної обробки, а також визначення оптимальних параметрів робочих органів ґрунтообробних машин при їх відновленні, спрямованих на підвищення надійності і довговічності.

Тому дослідження, спрямовані на створення технології зміцнення таких деталей з використанням механічних коливань, можуть бути віднесені до числа важливих і актуальних.

Метою цієї роботи є забезпечення показників якості зміцненого поверхневого шару матеріалу за рахунок обробки поверхневим пластичним деформуванням.

Матеріали і методи досліджень

Для відновлення деталей поверхневим пластичним деформуванням на кафедрі була створена установка, що дає змогу проводити зміцнення поверхонь різних деталей з необхідними параметрами обробки: обурююча сила, амплітуда і частота коливань, швидкість руху обробного інструменту.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки технологічного процесу відновлення дискових робочих органів методом вібраційного їх зміцнення.

Тому дослідження, спрямовані на розробку технології їх відновлення вібраційним зміцненням, можуть бути віднесені до числа актуальних [17–19].

Унаслідок зношування ріжучих елементів ґрунтообробних машин виникає необхідність їхнього відновлення, зважаючи на застосування ефективних технологій зносостійких матеріалів.

До технологій підвищення довговічності вказаних деталей може бути віднесена: хіміко-термічна обробка, метод зміцнення тертям.

Варто відмітити, що вказані способи відрізняються високою вартістю, вимагають спеціального дорогого обладнання і поки не знайшли широкого застосування в ремонтному виробництві.

У машинобудуванні застосовується метод алмазного вигладжування для поверхневого зміцнення деталей, що виготовляються [20].

У літературі [21] описаний метод відновлення диска сошника приварюванням до нього секторів вольфрамовим електродом у середовищі аргону магніторегулюємою дугою. Проте з огляду складності цей метод не знайшов поки належного застосування в ремонтному виробництві.

Є дані відновлення диска по діаметру способом зварювання в напуск [22]. Цей технологічний спосіб відрізняється складністю і не забезпечує гарантії від можливості втомного руйнування при експлуатації дисків сошників.

Результати досліджень та їх обговорення

Для оцінки надійності дисків сошників використовували математичні залежності, прийняті в теорії ймовірностей. При розробці технології їх відновлення проводили вибір оптимальних параметрів обробки, що знижують величину зносу різального елемента дисків сошників.

Лабораторні дослідження з відновлення робочих органів – дисків сошників методом вібраційного деформування – проводили на виготовленій установці з необхідними параметрами: швидкість руху обробного інструменту, амплітуда і частота коливань.

Відновлення робочої поверхні диска проводили приварюванням сегментів до його зовнішнього діаметру, виготовлених зі сталі 45 товщиною $2,5 \pm 0,1$ мм і шириною $15 \pm 0,2$ мм на сорокатонному пресі. Сегменти приварювалися дротом $\varnothing 2$ мм зі сталі 08ГС з наступним наплавленням сормайтотом.

У праці [23] автори вказують, що застосування вібраційних коливань, підвищує ефективність відновлення деталей, але вони не наводять оптимальних режимів при вібраційному зміцненні.

Проведені дослідження дозволили встановити оптимальні режими вібраційного зміцнення: частота коливань робочого органу $n=1400$ хв⁻¹; амплітуда робочого органу $A=0,5$ мм; час зміцнення $t=20$ с.

Експериментально встановлено, що максимальне збільшення діаметру диска сошника 3,62 мм мало місце при його відновленні приварюванням сегментів зі сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом, а найбільше зменшення товщини ріжучої кромки леза диска 0,29 мм спостерігалось у дисках, відновлених приварюванням сегментів зі сталі 65Г.

У результаті досліджень виявлено ідентичність приросту діаметра диска і зменшення товщини його леза при вібраційному зміцненні.

З'ясовано, що при тривалості зміцнення $t=20$ с найбільше значення інтенсивності збільшення діаметра 0,145 мм/с мали диски, відновлені приварюванням сегментів зі сталі 45 з наступним автоматичним наплавленням сормайтотом, а найменше 0,071 мм/с – диски відновлені приварюванням сегментів

зі сталі 65Г з наступним автоматичним наплавленням сормайтотом (рис. 1).

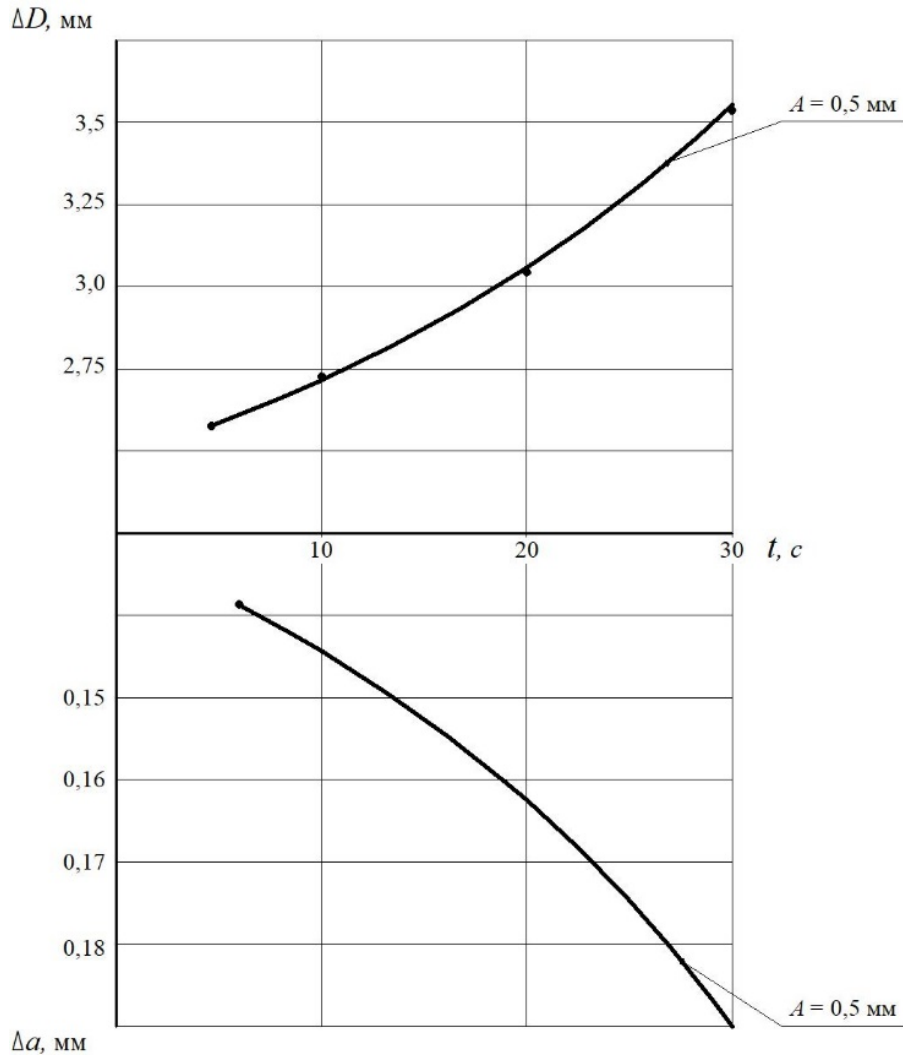


Рис. 1. Характер протікання деформації диска по діаметру ΔD і товщині Δa леза

Результати досліджень свідчать, що при відновленні зношеного диска наплавкою виникають залишкові напруження радіальні δ_r і окружні δ_θ .

Зважаючи на значення пластичного деформування, радіальні і окружні напруження матимуть вигляд:

$$\delta_r = \frac{E}{1-\mu^2} \left[\frac{dU}{dr} + \mu \frac{U}{r} - (\varepsilon_r^0 + \mu \varepsilon_\theta^0) \right], \quad (1)$$

$$\delta_\theta = \frac{E}{1-\mu^2} \left[\frac{U}{r} + \mu \frac{dU}{dr} - (\varepsilon_\theta^0 + \mu \varepsilon_r^0) \right], \quad (2)$$

де E – модуль Юнга; μ – коефіцієнт Пуансона; ε_r^0 і ε_θ^0 – умовні пластичні деформування; $U = U(r)$ – радіальні переміщення; r – координати в радіальному напрямку.

Отримані математичні залежності, враховуючи експериментальні дані, дозволяють визначити величину залишкових напружень у будь-якій точці диска, відновленого методом наплавки сегментних шин.

Отримані розрахунковим шляхом залишкові напруження приведені в табл. 1.

1. Значення залишкових напружень

Варіант диска сошника	Залишкові напруження, МПа	
	δ_T	δ_σ
1. Нові зі сталі 65Г	95–104	133–149
2. Відновлені приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавкою сормайт і вібраційним зміцненням	80–89	113–126

Зносостійкість деталей ґрунтообробної техніки під час вібраційної обробки багато в чому залежить від ступеня зміцнення матеріалу деталі. Робота [24] вказує, що рекомендації з визначення цих значень відсутні в літературі.

Під час проведення досліджень обґрунтовано використання залежності для визначення ступеня зміцнення η матеріалу ріжучої кромки відновлених дисків сошників:

$$\eta = \log_{\epsilon} \frac{\delta_s}{\delta_T} \quad (3)$$

де δ_s – напруження течії; δ_T – межа текучості; ϵ – логарифмічний ступінь деформації.

Розрахункові значення ступеня зміцнення, одержані по залежності (3), приведені в табл. 2.

Встановлено, що ступінь зміцнення матеріалу дисків сошників, відновлених приварюванням сегментів з наступною наплавкою сормайт при вібраційному деформуванні в 1,45...1,59 більше, ніж при звичайній обробці.

Збільшення товщини ріжучої кромки леза дисків у процесі стендових випробувань суттєво впливає на його зношування, що знижує якість технологічного процесу посіву.

2. Розрахункові значення ступеня зміцнення

Оброблюваний матеріал	Ступінь зміцнення, η	
	Звичайне деформування	Вібраційне деформування
1. Сталь 65Г	0,115	0,167
2. Сталі 45, сормайт	0,091	0,145

Під час випробувань на ґрунтовому каналі кожен диск вимірювали у трьох перерізах через кожні чотири години їх роботи протягом 24 год.

Методикою дослідження були передбачені такі варіанти дисків Ø350 мм: нові диски зі сталі 65Г; відновлені приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавкою сормайт і вібраційним зміцненням (табл. 3).

3. Характеристика параметрів дисків

Варіант диска	Параметри вимірювання		
	зовнішній діаметр D, мм	товщина ріжучої кромки а, мм	кут леза, ϕ°
1	350	2,47	20°15'
2	350	2,44	20°2'

Дані лабораторних вимірювань наведені в табл. 4.

4. Результати зносу дисків при стендових випробуваннях

Номер варіанту	Знос діаметра D		Знос товщини леза а	
	абсолютний знос, мм	відносний знос, мм	абсолютна зміна товщини, мм	відносна зміна товщини, мм
1	0,78	0,0023	0,52	0,207
2	0,29	0,0008	0,28	0,115

Результати експериментальних досліджень зміни зносу діаметра ΔD диска та зносу товщини Δa диска в стендових умовах випробувань наведено на рис. 2.

У результаті проведених стендових випробувань дисків і дослідження властивостей їх матеріалу запропонований варіант диска, відновленого приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавкою сормайт з наступним вібраційним зміцненням.

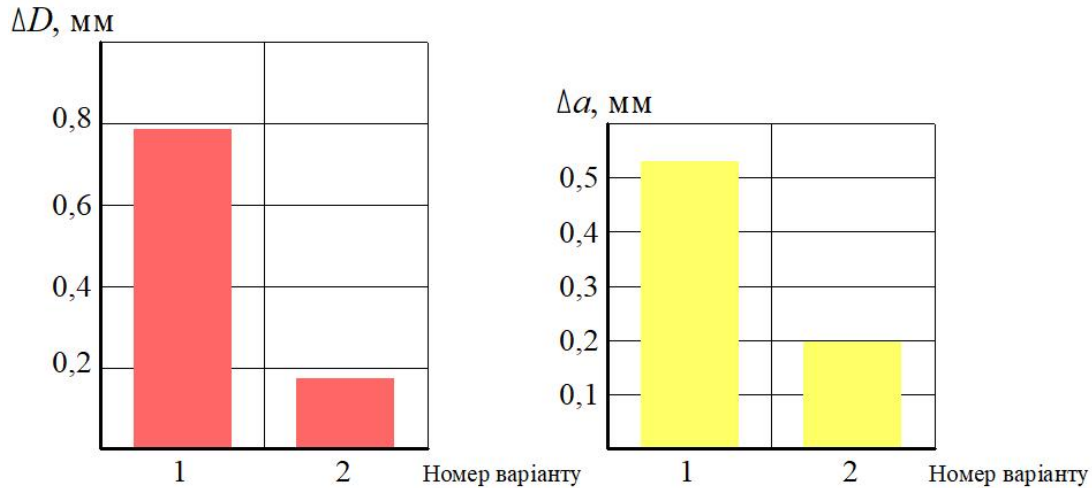


Рис. 2. Зміна діаметрального зносу ΔD дисків та їх товщини Δa леза при стендових випробуваннях: 1 – нові диски зі сталі 65Г; 2 – відновлені приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням

За отриманими даними рекомендується диск сошника діаметром 350 мм з приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і подальшим вібраційним зміцненням робочої поверхні. Товщина леза диска має становити $2,5 \pm 0,1$ мм.

Лабораторні дослідження показали, що поверхні дисків сошників функціонально відповідають умовам їх відновлення. Однак реальні умови роботи зернових сівалок відрізняються через велику кількість факторів, що впливають на диски сошників, врахувати які в лабораторних умовах не є можливим.

Тому для перевірки експлуатаційної стійкості відновлених і зміцнених вібраційним методом дисків сошників їх встановлювали на 24-й рядні сівалки СЗ-3,6.

В умовах польових випробувань швидкість руху сівалок становила 10...12 км/год.

Дані про напрацювання зернових сівалок із зазначеними варіантами дисків сошників наведені в табл. 5.

5. Результати зносу дисків при стендових випробуваннях

Варіанти диска сошника	Засіяна площа, га	Знос диска по діаметру, мм	Збільшення товщини леза ножа диска, мм
1. Нові диски зі сталі 65Г	196	1,42	1,00
2. Диски, відновлені приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом та зміцнені вібраційним деформуванням	265	0,83	0,56

Найбільше значення напрацювання 265 га мала сівалка з дисками сошників, відновленими приварюванням сегментів зі сталі 45 з наступним автоматичним наплавленням сормайтотом і зміцненням вібраційним деформуванням. Збільшення напрацювання порівняно з новими дисками становитиме 1,35 раза, зменшення зносу диска по діаметру в 1,71 раза, а збільшення товщини леза ножа диска в 1,78 раза.

Експлуатаційні дослідження зазначених варіантів дисків сошників показали повну відповідність стендовим випробуванням. Найбільшу зносостійкість в обох випадках випробувань показали диски сошників, відновлені приварюванням сегментів зі сталі 45 з автоматичним наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням.

Висновки

1. Виконаний аналіз експлуатаційної стійкості дисків сошників, встановлених на зернових сівалках.
2. Дослідження показали, що розроблений метод відновлення вібраційним деформуванням забезпечує підвищення зносостійкості дисків сошників: швидкість зношування його по діаметру знижується в 1,71 раза, зменшується затуплення лез в 1,78 раза порівняно з новими дисками.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на проведення випробувань з відновлення інших деталей ґрунтообробних машин, що працюють у різних умовах.

References

1. Balabukha, A. V. (2000). Yssledovanye yznashyvanyya lemekhov uprochnennykh duhovoy tochechnoy naplavkoy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Luts'koho Derzhavnoho Tekhnichnoho Universytetu*, 7, 9–11 [In Russian].
2. Boyko, A. Y., & Balabukha, A. V. (2000). Uprochnenye lezvyi, kak metod upravleniya ykh heometrycheskykh form pry yznashyvanyu. *Visnyk Kharkivskoho Tekhnichnoho Universytetu Silskoho Hospodarstva*, 4, 49–56 [In Russian].
3. Voytyuk, D. H., & Havrylyuk, R. H. (2018). *Silskohospodarski mashyny*. Kyiv: Karavela [In Ukrainian].
4. Bilousko, Ya. K., Burylo, A. V., & Halushko, V. O. (2007). *Problemy realizatsiyi tekhnichnoyi polityky v ahropromyslovomu kompleksi*. Kyiv: NNTS IAE [In Ukrainian].
5. Dudnikov, A., Dudnikov, I., Kelemesh, A., & Gorbenko, O. (2019). Improving the technology of part machining by surface plastic deformation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Engineering Technological Systems*, 1 (102), 26–32. doi: 10.15587/1729-4061.2019.183541.
6. Akhmetshyn, T. F. (2013). Povysheniye yznosostoykosti y dolhovechnosti pochvoobrabatyvayushchykh rabochykh orhanov. *Yzvestiya Orenburzhskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 41, 81–84 [In Russian].
7. Hudz, V. P., Lisovon, A. P., Andriyenko, V. O., & Rybak, M. F. (2007). *Zemlerobstvo z osnovy gruntoznavstva i ahrokhimiyi*. Kyiv: Tsentru uchbovoyi literatury [In Ukrainian].
8. Panchenko, A. N., & Shtepa, V. P. (1995). *Analytycheskiy metod opredeleniya tyahovykh soprotivleniy pochvoobrabatyvayushchykh mashyn y otsenka ykh effektivnosti dlya energhosberehayushchykh tekhnologiy*. Dnepropetrovsk: DHAU [In Russian].
9. Tenenbaum, M. M. (1985). *Soprotivleniye abrazyvnomu yznashyvanyu*. Moskva: Mashinostroyeniye [In Russian].
10. Korotkevich, V. A. (2002). *O vliyaniy skorosti dvizheniya na iznos klina v pochvennoy srede*. Moskva: Mashinostroyeniye [In Russian].
11. Tsimerman, M. Z. (1978). *Rabochiye organy pochvoobrabatyvayushchikh mashin*. Moskva: Mashinostroyeniye [In Russian].
12. Imamov, I. S. (1992). Mekhaniko-tekhnicheskiye osnovy teorii deformatsii pochvy rabochimi organami pochvoobrabatyvayushchikh i posevnykh mashin. *Extended abstract of candidate's thesis*. Nauchno-proizvodstvennoye ob'yedineniye po selskokhozyaystvennomu mashinostroyeniyu, Moskva [In Russian].
13. Tkachev, V. N. (1995). *Rabotosposobnost detaley mashyn v usloviyakh abrazyvnoho yznashyvanyya*. Moskva: Mashinostroyeniye [In Russian].
14. Kostetskiy, B. Y. (1970). *Soprotivleniye yznashyvanyu detaley mashyn*. Kyiv: Tekhnika [In Russian].
15. Tsarenko, O. M., Voytyuk, D. H., Shvayko, V. M., Dovzhyk, M. Y., & Yatsun, S. S. (2003). *Mekhaniko-tekhnologichni vlastyosti silskohospodarskykh materialiv*. Kyiv: Meta [In Ukrainian].
16. Anuryev, V. I. (1980). *Spravochnik konstruktora-mashinostroyitelya*. Moskva: Mashinostroyeniye [In Russian].
17. Dudnikov, A. A., Belovod, A. I., Dudnyk, V. V., Kanivets, A. V., & Kelemesh, A. A. (2011). Effect of part cutting type on stress state of material. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW: Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*, 58, 85–87.
18. Dudnikov, A. A., Belovod, A. I., Pasyuta, A. G., Goorbenko, A. V., & Kelemesh, A. A. (2015). Dynamics of wear of the cutting elements of tillers. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW: Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*, 65, 15–18.
19. And, H. S., & Tang, W. H. (1984). *Probability concepts in engineering planning and design*. New York: John Wiley and Sons.
20. Klyuyenko, V. N. (1998). Tochechnoye uprochneniye detaley pochvoobrabatyvayushchikh mashin s pomoshchyu gibkogo perenalazhivayemogo modulya. *Svarochnoye Proizvodstvo*, 1, 13–17.
21. Richard, D. D. (1998). *Corede Electrodes*. New York: Chemerton Corporation United States of America.

22. Augusti, G., Baratta, A., & Casciati, F. (1994). *Probabilistic methods in structural engineering*. London: Chapman and Hall.
23. Lou, Y., He, J., Chen, H., & Long, M. (2017). Effects of vibration amplitude and relative grain size on the rheological behavior of copper during ultrasonic-assisted microextrusion. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89 (5–8), 2421–2433. doi: 10.1007/s00170-016-9288-7.
24. Djema, M., Hamouda, K., Babichev, A., Saidi, D., & Halimi, D. (2013). The impact of mechanical vibration on the hardening of metallic surface. *Advanced Materials Research*, 626, 90–94. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.626.90.

Стаття надійшла до редакції 20.09.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Дудніков А. А., Дудник В. В., Бурлака О. А., Канівець О. В., Кривонос С. М. Відновлення деталей поверхневим пластичним деформуванням. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 251–258.

© Дудніков Анатолій Андрійович, Дудник Володимир Васильович, Бурлака Олексій Анатолійович,
Канівець Олександр Васильович, Кривонос Станіслав Михайлович, 2020

original article | UDC 631.3 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.33

SUBSTANTIATION OF OPERATION SERVICE MODES OF HOUSEHOLD WOOD WASTE CHOPPER

S. V. Lyashenko*

O. V. Sivtsov

Y. V. Zaporozhets

S. I. Koshkalda

V. V. Shevchenko

ORCID  [0000-0002-3227-3738](https://orcid.org/0000-0002-3227-3738)

ORCID  [0000-0001-7050-7411](https://orcid.org/0000-0001-7050-7411)

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

* Corresponding author

E-mail: sergii.liashenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Lyashenko, S. V., Sivtsov, O. V., Zaporozhets, Y. V., Koshkalda, S. I., & Shevchenko, V. V. (2020). Substantiation of operation service modes of household wood waste chopper. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 259–266. doi: 10.31210/visnyk2020.04.33

Leading countries of the world are replacing traditional energy resources with their alternatives, including those of plant origin. Ukraine is no exception, so using wood and its waste in thermal energy production is a topical issue today, especially for owners of private farms. As the raw material potential of firewood has been rapidly declining in recent years, the search for alternatives leads to using wood waste, namely branches. Wood and branch waste is a raw material that can be processed into fuel chips, which are a crisis-resistant fuel, especially for private farms. The efficiency of biomass processing into energy products is achieved only with rational operating parameters of machines and technological processes. Thus, the study of operating modes of household wood chipper is an important scientific and applied task today. The purpose of the work is to substantiate the operation service modes of household chopper of wood waste for the production of fuel on personal farms. The main objectives of this work were choosing optimal operating modes and design parameters for a small chopper of wood waste and improving the mathematical model of the influence of material density and cutting angle on energy consumption of the technological process of its grinding. Production tests of the chopper were conducted and technical and economic indicators of its operation were established. To improve the mathematical model, the methods of physical and mathematical modeling of a real chopper and methods of mathematical statistics were used in processing and analyzing experimental data. As a result of the work, it has been found that the range of chopper rational values, namely wood slope at feeding cutting wood waste is in the range of $30^{\circ}00' \dots 36^{\circ}38'$ and the density of grinding material – in the range of $440 \text{ kg/m}^3 \dots 530 \text{ kg/m}^3$. In this case, power consumption of the household chopper electric motor will be $W = 1.30 \dots 1.40 \text{ kW/h}$, which is the optimal value. Based on production research, it has been established that the obtained equation makes it possible to determine the limits of energy consumption depending on the density of the material and feeding slope during the technological process of grinding wood waste.

Key words: operation service mode, wood waste chopper, fuel material, wood chips.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПОБУТОВОГО ПОДРІБНЮВАЧА ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

С. В. Ляшенко, О. В. Сівцов, Ю. В. Запорожець, С. І. Кошкалда, В. В. Шевченко

Полтавська державна аграрна академія, м Полтава, Україна

Оскільки сировинний потенціал дров останніми роками стрімко зменшується, а пошук альтернатив призводить до освоєння відходів деревини, а саме: використання гілок, тому тріска як продукт подрібнення відноситься до кризо стійкого паливного матеріалу насамперед для особистих селянських господарств. Саме через це актуального значення набуває питання розробки технології та технічних засобів подрібнення відходів деревини на паливний матеріал. Завантаження матеріалу у приймальний бункер подрібнювача часто призводить до того, що порушується положення балансу (відповідно деревини). При такому завантаженні зміна кута між віссю нахилу деревини і віссю обертання диска призводить до рубання деревини з підвищеними енергозатратами. Це негативне явище призводить до затуплення різальних ножів машини і, як наслідок, підвищення споживання електроенергії. Для усунення цього недоліку використовуються завантажувальні лотки різної конструкції, за допомогою яких обмежують кут нахилу деревини при подачі до вісі обертання диска. Отже, дослідження експлуатаційних режимів роботи побутового подрібнювача відходів деревини є важливим науково-прикладним завданням сьогодення. Метою роботи є обґрунтувати експлуатаційні режими роботи побутового подрібнювача відходів деревини для виготовлення паливного матеріалу в умовах особистого селянського господарства. Основними завданнями цієї роботи є вибір оптимальних експлуатаційних режимів та конструктивних параметрів для подрібнювача відходів деревини. Для удосконалення математичної моделі були використані методи фізичного і математичного моделювання реального подрібнювача та методи математичної статистики при опрацюванні та аналізі експериментальних даних. У результаті проведеної роботи було з'ясовано, що область раціональних значень подрібнювача, а саме кута нахилу деревини при подачі перебуває в межах $30^{\circ}00' \dots 36^{\circ}38'$ а показник щільності матеріалу подрібнення в діапазоні $440 \text{ кг/м}^3 \dots 530 \text{ кг/м}^3$. До того ж споживання електроенергії електродвигуна побутового подрібнювача становитиме $W=1,30 \dots 1,40 \text{ кВт/год}$, що є оптимальним значенням. На основі проведених виробничих досліджень встановлено, що отримане рівняння дає можливість визначити межі енергоспоживання залежно від щільності матеріалу та кута нахилу подачі при проведенні технологічного процесу подрібнення відходів деревини.

Ключові слова: експлуатаційний режим роботи, подрібнювач відходів деревини, паливний матеріал, тріска.

Вступ

Одне з найбільш актуальних питань, що виникають після того, як ліс зрубаний – що робити з відходами? Останнім часом відбувається швидкий перехід до використання біомаси як палива. Тверде біопаливо відіграє істотну роль в енергозабезпеченні промислово розвинених країн: у США його частка становить близько 4 %, у Данії – 6 %, у Канаді – 7 %, в Австрії – 14 %, у Швеції – 16% від загального споживання первинних енергоресурсів [1, 2]. В Україні під час санітарного вирубування лісових насаджень, профілактичних розчищеннях дерев, що прилягають до транспортної інфраструктури, залишки не промислової деревини здебільшого спалюють прямо на місці проведення робіт. Відходи деревини, а це близько 46 % промислового дерева, включають: коріння; пеньки; гілки; сучки; листя; кора; відходи розкряжування; обпапи; відрізки пиломатеріалів та ін. В особистому селянському господарстві як паливний матеріал, окрім відходів деревини лісозаготівельної промисловості останнім часом широко використовують і відходи деревини після обрізування садків, розчищення ягідників, а також використовують вирощені енергетичні культури. Деревина та її відходи є сировиною, яку можна переробляти на паливну тріску. Тому тріска відноситься до кризостійкого паливного матеріалу.

Ефективність переробки біомаси в енергетичну продукцію досягається лише за раціональних параметрів технологічних процесів і машин, які її виконують. Науковці (Karwandy J., Campbell K., Yasenetskyi V., Krajnc M., Wegener J.) [3–7], що проводили дослідження технологічних процесів подрібнення відходів деревини, використовували, як правило, машини для подрібнення промислового виробництва.

Метою роботи є обґрунтувати експлуатаційні режими роботи побутового подрібнювача відходів деревини для виготовлення паливного матеріалу в умовах особистого селянського господарства.

Основними завданнями цієї роботи є вибір оптимальних експлуатаційних режимів та конструктивних

параметрів для подрібнювача відходів деревини, а також проаналізувати вплив кута нахилу деревини при подачі та її щільності на споживання електроенергії електродвигуна побутового подрібнювача.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження експлуатаційних режимів роботи проводили на спроектованому та запатентованому малогабаритному подрібнювачі відходів деревини для виготовлення паливного матеріалу, науковці кафедри Технології та засоби механізації аграрного виробництва інженерно-технологічного факультету Полтавської державної аграрної академії [8–10]. Під час проведення лабораторних досліджень використовували методику планування багатофакторного експерименту.

Загальний вигляд експериментального малогабаритного подрібнювача для подрібнення відходів деревини представлений на рисунку 1. [11].

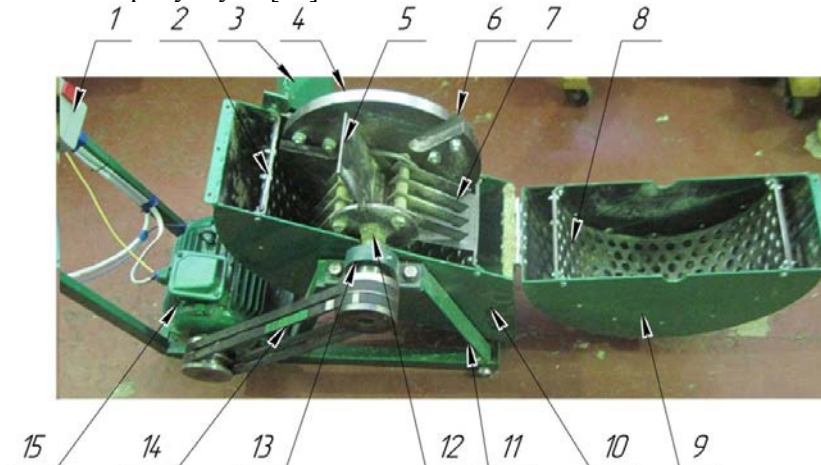


Рис. 1. Загальний вигляд малогабаритного подрібнювача відходів деревини:

- 1 – пульт керування; 2 – планка кріплення решета; 3 – завантажувальний бункер; 4 – диск кріплення ножів; 5 – лопаті вентилятора; 6 – різальний ніж; 7 – до подрібнюючі молотки; 8 – решето; 9 – верхній кожух; 10 – нижній кожух; 11 – рама; 12 – робочий вал; 13 – опорний підшипник; 14 – клинопосова передача; 15 – електродвигун

Аналіз теоретичних досліджень з обґрунтування експлуатаційних режимів роботи малогабаритних подрібнювачів показав, що кут нахилу деревини при подачі задається розміщенням завантажувального лотка по відношенню до різальних ножів диска (рис. 2).

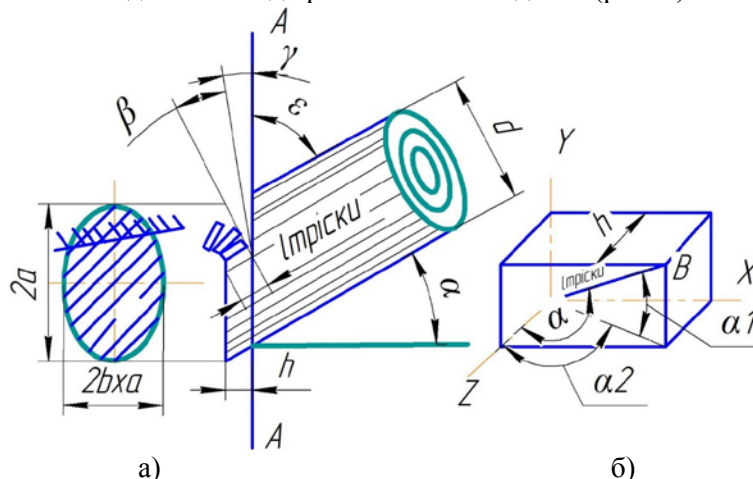


Рис. 2. Схема до визначення куті врізання:

- а) – кути подрібнення деревини б) – схема для визначення довжини тріски

На рис. 2 наведені основні параметри кутів загострення і кута встановлення ножа. Кут β – кут загострення ножа, утворений передньою і задньою гранями, γ – задній кут між задньою гранню ножа і площиною різання; δ – кут різання між передньою гранню і площиною різання ($\delta = \beta + \gamma$); ϵ – кут перетину

деревини та ножа. Величина кута загострення β вибирається з діапазону $30 \dots 40^\circ$. Менше значення кута β призводить до отримання більш товстої тріски і обмежується стійкістю різальних ножів [12].

Положення балансу (відповідно, деревини) характеризується кутами α_1 та α_2 в системі координат XYZ , у якій вісь OZ паралельна вісі обертання диска, а площина YOZ паралельна площині диска. Кут характеризує нахил деревини до горизонтальної площини, α_2 – кут нахилу деревини в горизонтальній площині, α – кут між віссю нахилу і віссю обертання диска.

Існує залежність:

$$\cos \alpha = \cos \alpha_1 + \cos \alpha_2, \quad (1)$$

де α_1 – кут нахилу деревини до горизонтальної площини;

α_2 – кут нахилу деревини в горизонтальній площині.

Використовуються різні варіанти орієнтації деревини (див. рис. 2 б):

1. З одним кутом нахилу α_1 до горизонтальної площини; кут $\alpha_2 = 0$. В такому випадку $\alpha_1 = \alpha_2$.
2. З кутом нахилу α_1 і з допоміжним кутом розвороту α_2 ;
3. З одним кутом нахилу α_1 в горизонтальній площині $\alpha_1 = 0$, та $\alpha_2 = \alpha$.

Перші два варіанти машини з похилою подачею. Кут α_1 вибирається із умови самоподачі деревини до диска під дією сили тяжіння і вибирається в діапазоні $\alpha_1 = 45 \dots 55^\circ$. Кут подачі приймається рівним $\alpha_2 = 10 \dots 30^\circ$, в деяких випадках $\alpha_2 = 0^\circ$ (варіант торцево-повздовжнього різання). Третій варіант – машина з горизонтальною подачею, кут подачі $\alpha_2 = 48 \dots 55^\circ$. [13]

Стосовно до умов роботи дискових подрібнювальних машин основні параметри різання деревини показані на рис. 2а. Для спрощення зображення показаний випадок, коли кут нахилу деревини $\alpha_1 = 0$, та $\alpha_2 = \alpha$.

Еліпс розрізу деревини. При рубанні деревини, нахиленої до площини диска, в розрізі деревини утворюється еліпс див. рис. 2а., який характеризується великою $2a$ та малою $2b$ осями, які визначаються відношеннями:

$$2b = d; 2a = \frac{d}{\cos \alpha} / (\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2) \quad (2)$$

де d – діаметр деревини.

Довжина тріски визначається кутами нахилу деревини і виступом ножів h Із рисунка 2б, де зображено процес формування тріски, слідує, що довжина тріски:

$$l_{\text{тріски}} = \frac{h}{\cos \alpha} = \frac{h}{(\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2)}, \quad (3)$$

Умова безперервності різання. На безперервність різання деревини впливає декілька факторів: діаметр деревини d , кут нахилу деревини, число різальних ножів z та радіус різання R_p див. рис. 3.

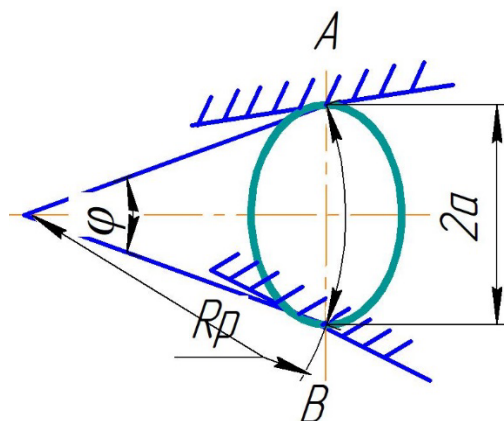


Рис. 3. Схема для визначення безперервності процесу різання

Безперервність різання з достатньою для практичних розрахунків точністю забезпечується при умові, що величина вісь еліпса 2α (при $\alpha_2 = 0$) повинна бути рівна або більше відстані AB між сусідніми ножами на коло різання.

$$2\alpha \geq AB; 2\alpha = \frac{d}{\cos \alpha_1} \geq \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right), \quad (4)$$

де $\varphi = \frac{2 \cdot \pi}{z}$ – кут між сусідніми ножами.

z – число ножів.

Отже, з аналізу теоретичних досліджень видно, що важливими факторами впливу на процес подрібнення деревини, а саме на довжину тріски є кут нахилу деревини при подачі і виступ ножів на величину h [14].

У результаті досліджень пошуку значень оптимальних параметрів (кута нахилу деревини при подачі та щільності деревини) та їхній вплив на споживання електроенергії, а також, опрацювавши експериментальні дані (табл. 1.), було отримано рівняння регресії в натуральних значеннях.

1. Статистичні дані споживання електроенергії

№ дослідів	Значення факторів				Значення параметрів		
	кут нахилу деревини при подачі, градусів		щільність деревини, кг/м ³		витрата електроенергії, кВт/год	середнє квадратичне відхилення	коефіцієнт варіації
	код	натуральне значення	код	натуральне значення	W	ε	ϑ
					експериментального	експериментального	експериментального
1	-1	30	-1	440	1,3	0,14	11,22
2	0	40	-1	440	1,38	0,12	9,09
3	+1	50	-1	440	1,65	0,13	9,42
4	-1	30	0	600	1,42	0,07	5,71
5	0	40	0	600	1,59	0,06	6,41
6	+1	50	0	600	1,95	0,1	8,11
7	-1	30	+1	760	2	0,06	5,01
8	0	40	+1	760	2,21	0,15	15,7
9	+1	50	+1	760	3	0,07	5,79

Для визначення витрат енергії електродвигуна малогабаритного подрібнювача отримали рівняння:

$$W = 7,2877 - 0,1576a - 0,0137P + 0,0016a^2 - 0,0001aP + 1,0547E - 5P^2,$$

де a – кут нахилу деревини при подачі (градусів);

P – P – щільність деревини кг/м³.

Отримані рівняння досліджувалися за допомогою програмного пакету Statistika [15]. Графічна інтерпретація та рівні регресії залежності кута нахилу деревини при подачі та щільності деревини від спожитої електроенергії малогабаритного подрібнювача на рисунку 4, 5.

График поверхности
 $W=7,2877-0,1576*a-0,0137*P+0,0016*a^2+0,0001*a*P+1,0547E-5*P^2 =$

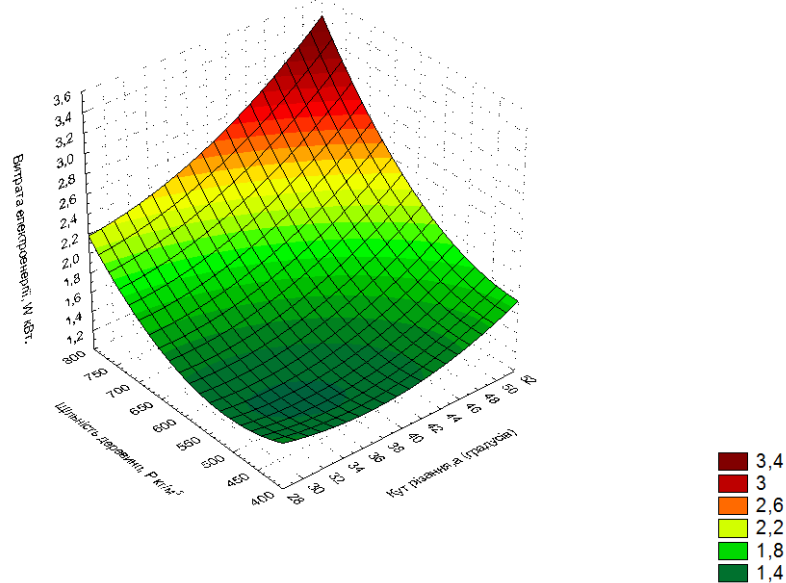


Рис. 4. Графічна інтерпретація залежності кута різання та щільності деревини від спожитої електроенергії малогабаритного подрібнювача

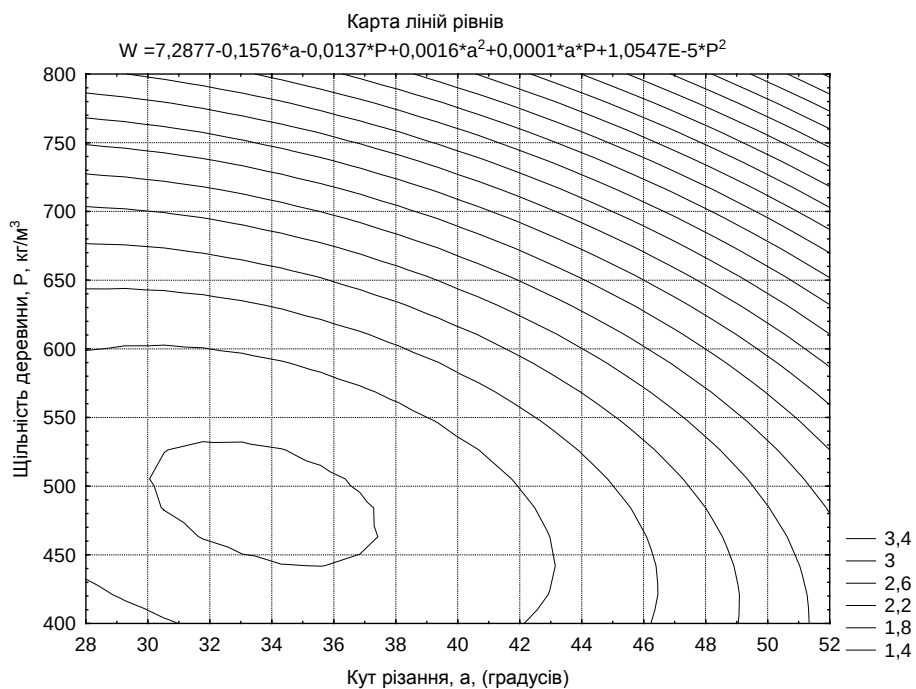


Рис. 5. Рівні регресії середньої витрати електроенергії

Як видно з рисунка 4, кут нахилу деревини при подачі (параметр а) та щільність деревини має значний вплив на споживання електроенергії при подрібненні відходів деревини на паливну тріску. Зважаючи на методику експериментальних досліджень та отримані результати випробувань, варто зазначити, що на зміну щільності деревини впливає її вологість. Дослідження з подрібнення деревини на паливний матеріал проводили з використанням деревини різної вологості в межах від 100 % (свіжоспиляна деревина) до 12 % (суха деревина) [16].

У результаті опрацювання графіка поверхні рівня регресії та карти ліній регресії отримали, що значення оптимального кута нахилу деревини при подачі перебуває в межах $30^{\circ}00' \dots 36^{\circ}38'$, а

показник щільності деревини матиме значення в діапазоні 440 кг/м³...530 кг/м³. При цьому споживання електроенергії електродвигуна малогабаритного подрібнювача становитиме $W=1,30...1,40$ кВт/год, що є оптимальним значенням.

Результати досліджень та їх обговорення

Якість роботи більшості подрібнювальних машин безпосередньо залежить від налаштування оптимальних експлуатаційних показників їх роботи. На основі аналізу існуючих технологій та технічних засобів для подрібнення відходів деревини з метою подальшого їх спалювання в котлах особистих селянських домогосподарств, необхідною умовою таких машин є мінімальне споживання електроенергії. Одним із перспективних напрямів розв'язання поставленої задачі є визначення оптимальних експлуатаційних режимів роботи подрібнювача та встановлення їх впливу на енергоспоживання у процесі подрібнення.

Для реалізації новітніх технологій енергоощадного подрібнення відходів деревини розробляються та впроваджуються відповідні машини нового покоління, що відрізняються від традиційних особливими конструкційними елементами та можливістю мінімізації енергоспоживання у процесі подрібнення відходів деревини [17].

Наукові дослідження доводять, що застосування доподрібнювальних елементів у конструкції подрібнювача дає змогу виконувати за одне завантаження декілька технологічних операцій, а саме: відрізання частини деревини та розбивання цієї частини на дрібніші елементи, без збільшення енергозатрат на таку технологічну операцію. Це дозволяє зменшити трудозатрати, автоматизувати систему керування та контролю за процесом, підвищити надійність машини в роботі та її економічність, особливо це важливо в умовах особистого селянського господарства.

За даними [18], до агрегатів для подрібнення відходів деревини невеликої потужності, що випускаються промисловістю України, можна віднести машини з приводом від 30 кВт. Аналіз проведених досліджень показав, що для особистих селянських господарств необхідно запропонувати подрібнювач з приводом потужністю до 5 кВт. (оптимальне співвідношення ціни та якості).

Найбільш перспективними подрібнювальними машинами вважаються подрібнювачі відходів деревини з джерелом живлення двигуна від мережі 220 В. Відповідні переваги таких подрібнювачів полягають у тому, що вони найбільш оптимально пристосовані до умов особистого селянського господарства, малогабаритні, мобільні, доступні за ціною [19, 20].

Висновки

Дослідження експлуатаційних режимів роботи подрібнювача відходів деревини можна провести без урахування щільності матеріалу подрібнення, оскільки вологість матеріалу безпосередньо впливає на зміну його щільності. На основі проведених теоретичних досліджень встановлено, що отримане рівняння для визначення споживання енергії електродвигуна малогабаритного подрібнювача дає можливість визначити межі кута нахилу деревини при подачі та щільності деревини в разі проведення технологічного процесу подрібнення відходів деревини. Зважаючи на великий розбіг зі щільності матеріалу подрібнення, що накопичується в особистому селянському господарстві, оптимальні межі їх значень дають можливість коригувати технологічний процес подрібнення в напрямку просушування матеріалу перед його подрібненням. Використання оптимальних значень параметрів налаштування машини для подрібнення призведе до сортування відходів за критерієм щільності. Такі дослідження будуть перспективними тому, що зростає попит на універсальні машини з можливістю їхнього налаштування під окремі види сировини для подрібнення, а їх експлуатація вимагає теоретичного підґрунтя.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на те, що удосконалення подрібнювачів не припиняється в жодному разі, теоретичні дослідження їх експлуатаційних параметрів будуть мати продовження. Машини для подрібнювання стають усе складнішими, у своїй роботі вони поєднують усе більше операцій (різання, подрібнення, сепарування і т. д.), тому вивчення їх можливостей до застосування в різних сферах господарювання і в домогосподарствах зокрема є складною практичною задачею, яка потребує нестандартних підходів і оригінальних рішень.

References

1. Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Washington: World Bank.

2. Hamelinck, C. N., Suurs, R. A. A., & Faaij, A. P. C. (2005). International bioenergy transport costs and energy balance. *Biomass and Bioenergy*, 29 (2), 114–134. doi: 10.1016/j.biombioe.2005.04.002.
3. Karwandy, J. (2007). Pellet production from sawmill residue: a Saskatchewan perspective. Forest Development Fund Project 2006-29. Retrived from: <https://inis.iaea.org/search/searchsinglerecord.aspx?recordsFor=SingleRecord&RN=39034546>.
4. Campbell, K. (2007). *A Feasibility Study Guide for an Agricultural Biomass Pellet Company*. Retrived from: <http://www.canadiancleanpowercoalition.com/files/6212/8330/1259/BM12%20-%202007-11%20Feasibility%20Pelleting.pdf>.
5. Yasenetskyi, V. (2017). Equipment for chopping of groundwood pulp. *Proposal*, 2, 178–180.
6. Krajnc, M., & Dolšak, B. (2014). The influence of drum chipper configuration on the quality of wood chips. *Biomass and Bioenergy*, 64, 133–139. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.03.011
7. Wegener, J. K., Frerichs, L., Kemper, S., & Sümening, F. (2015). Wood chipping with conical helical blades – Practical experiments concerning the impact of the infeed angle on the power requirement of a helical chipper. *Biomass and Bioenergy*, 80, 173–178. doi: 10.1016/j.biombioe.2015.04.037
8. Liashenko, S., Sakalo, V., Minkova, O., & Kalinichenko, A. (2019). Justification of Construction Parameters of the Screen in the Small-Sized Household Biomass Chopper. *2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*. doi:10.1109/mees.2019.8896664
9. Liashenko, S. V., & Poshyvailo, Yu. O. (2017). Vdoskonalennia mashyn dlia vyhotovlennia palyvnoho materialu neobkhidnoi fraktsii dlia pobutovoho vykorystannia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 106–109. doi: 10.31210/visnyk2017.04.25 [In Ukrainian].
10. Liashenko, S. V., Sakalo, V. M., Kalinichenko, A. V., Zaporozhets Yu. V., & Ivanov, O. M. (2019). *Patent Ukrainy № 135923*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti – Ukrpatent [In Ukrainian].
11. Liashenko, S. V., Bublyk, A. V., Poshyvailo, Yu. O., Ivanov, O. M., & Kalinichenko, V. M. (2018). *Patent Ukrainy № 125965*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti – Ukrpatent [In Ukrainian].
12. Glebov, I. T. (1975). *Rezanie drevesiny: uchebnoe posobie*. – Ekaterinburg: Uralskij gosudarstvennyj. Lesotekhnicheskij universitet [In Russian].
13. Reznik, N. E. (1975). *Teoriya rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushih preparatov*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
14. Facello, A., Cavallo, E., Magagnotti, N., Paletto, G., & Spinelli, R. (2013). The effect of chipper cut length on wood fuel processing performance. *Fuel Processing Technology*, 116, 228–233.
15. *Prikladnaya statistika. Pravila proverki soglasiya opitnogo raspredeleniya s teoreticheskim GOST-P. 606-74. Vveden 01.03.2080*. (1980). Moskva: Izdatelstvo standartov [In Russian].
16. Pichler, P., Springer, S., & Leitner, M. (2018). Evaluation of wood cutting forces in dry and wet conditions by small-scale chipping tests applying different analysis methods. *Wood Material Science & Engineering*, 14 (3), 185–190. doi: 10.1080/17480272.2018.1458749
17. Spinelli, R., Magagnotti, N., Paletto, G., & Preti, C. (2011). Determining the impact of some wood characteristics on the performance of a mobile chipper. *Silva Fennica*, 45 (1), 85–95. doi: 10.14214/sf.33.
18. Yasenetskyi, V. (2017). Obladnannia dlia podribnennia derevnoi masy. *Propozytsiia*, 2, 178–180 [In Ukrainian].
19. TOP 15: reitynh luchshykh yzmelchitelei vetok. *Internet-mahazyn s torhom*. Retrived from: <https://storgom.ua/novosti/top-15-luchshih-izmelchitelej-vetok.html> [In Russian].
20. Sadovye izmelchiteli. *Internet-magazin hotline*. Retrived from: https://hotline.ua/dacha_sad/sadovye-izmelchiteli/ [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 27.09.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко С. В., Сівцов О. В. Запорожець Ю. В., Кошкарда С. І., Шевченко В. В. Обґрунтування експлуатаційних режимів роботи побутового подрібнювача відходів деревини. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 259–266.

© Ляшенко Сергій Васильович, Сівцов Олександр Володимирович, Запорожець Юрій Васильович, Кошкарда Станіслав Іванович, Шевченко Віталій Володимирович, 2020

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF GRINDING WITH DIAMOND WHEELS MADE OF NICKEL-COATED DIAMOND POWDERS

H. O. Lapenko

O. V Horbenko

T. H. Lapenko

V. A. Kovtun*

ORCID  [0000-0003-1435-5307](https://orcid.org/0000-0003-1435-5307)

ORCID  [0000-0003-2473-0801](https://orcid.org/0000-0003-2473-0801)

ORCID  [0000-0001-8055-6698](https://orcid.org/0000-0001-8055-6698)

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

*Corresponding author

E-mail: vova.kovtun1@gmail.com

How to Cite

Lapenko, H. O., Horbenko, O. V., Lapenko, T. H., & Kovtun, V. A. (2020). Optimization of parameters of grinding with diamond wheels made of nickel-coated diamond powders. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 267–272. doi: 10.31210/visnyk2020.04.34

The creation of high-performance machines and equipment characterized by high reliability and durability is justified by using new tools, which ensure the necessary accuracy and quality of machines details and equipment at their manufacturing. Tools made of synthetic diamonds meet these requirements most of all. Simultaneously with introducing synthetic diamonds in the industry the question arises concerning their more rational using, first of all, increasing tool-life and the possibility of increasing the productivity of machine processing. Tool durability is mainly determined by the quality of diamond grains and the stability of their fixation. The firmness of retaining diamond content in operating layer can be increased by using adhesive-active bonds or by creating coatings on diamond powders, which have high adhesion to diamond surface and bonds. During the study, the process of grinding and grinding wheels of 12A2 – 45° shape with AC5C 125/100 powder without coating and with H12 nickel coating on BI-13 organic bond, produced by Private Joint-Stock Company “Poltava Artificial Diamond Tool” was investigated. The aim of the research was to optimize the parameters of grinding with nickel-coated diamond powder wheels to ensure high quality and accuracy of details’ machining. Experimental studies were conducted in the laboratories of Poltava State Agrarian Academy and Private Joint-Stock Company “Poltava Artificial Diamond Tool” on 3F71 universal flat-grinding machine. Surface roughness at grinding with nickel-coated and without coating diamond wheels at different modes was determined by using shop shape-meter of model 253. Cutting modes at grinding were chosen in such a way as to ensure high productivity and necessary roughness of the finished surface at the least cost. The wheel speed was chosen maximally permissible because, thus, the productivity increased and machined surface roughness decreased. Having analyzed the obtained data it is possible to make the following conclusions: 1. The conducted studies of grinding wheels of 12A2 – 45° shape with AC5C 125/100 powder with H12 nickel coating on BI-13 organic bond and wheels without nickel coating have shown that the highest grinding coefficient is achieved at 26 m/sec speed of wheel rotation. 2. Investigations were held concerning the effect of coating metallization degree of diamond powders on diamond specific consumption. It has been established that the durability of diamond wheels made with H12 nickel coating in BI - 13 bond is 1.4... 1.7 times higher in comparison with non-metallized diamond powder wheels. 3. Diamond specific consumption is decreased in nickel-coated diamond wheels with increasing metallization degree of the coating. 4. The cost of nickel-coated diamond powder wheels in comparison with uncoated wheels at grinding is decreased by 20 %. 5. The results of experimental studies have shown that nickel-coated diamond wheels manufactured in Private Joint-Stock Company “Poltava

Artificial Diamond Tool” ensure high productivity, durability, high grinding coefficient, and are also less expensive than similar wheels produced abroad.

Key words: synthetic diamonds, diamond grinding wheel, metallization, nickel coated diamond powders, grinding coefficient, specific diamond consumption.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ШЛІФУВАННЯ АЛМАЗНИМИ КРУГАМИ, ВИГОТОВЛЕНИМИ З АЛМАЗНИХ ПОРОШКІВ ІЗ НІКЕЛЕВИМ ПОКРИТТЯМ

Г. О. Лапенко, О. В. Горбенко, Т. Г. Лапенко, В. А. Ковтун

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Створення високопродуктивних машин і обладнання, що відрізняються високою надійністю і довговічністю, обґрунтоване використанням нових інструментів, які забезпечують необхідну точність та якість деталей машин і обладнання при їх виготовленні. Щонайбільше цим вимогам відповідають інструменти, виготовлені із синтетичних алмазів. Одночасно із впровадженням синтетичних алмазів у промисловості постає питання щодо більш раціонального їх використання, насамперед, це підвищення стійкості інструменту та можливості збільшення продуктивності обробки. Стійкість інструменту визначається головно якістю алмазних зерен і стійкістю їх закріплення. Стійкість утримання алмазів у робочому шарі можливо підвищити, використовуючи адгезійно-активні зв'язки або створюючи на порошках алмаза покриття, що мають високу адгезію до поверхні алмаза та зв'язки. Під час дослідження вивчали процес шліфування та шліфувальні круги форми 12A2 – 45⁰ з порошком AC5C 125/100 без покриття та з нікелевим покриттям H12 на органічній зв'язці VI-13 виробництва ПАТ «Полтавський алмазний інструмент», для оптимізації параметрів шліфування алмазними кругами з покриттям зерен алмазу нікелем для забезпечення високої якості і точності оброблюваних деталей. Експериментальні дослідження проводили в лабораторіях Полтавської державної аграрної академії та на ПАТ «Полтавський алмазний інструмент» на універсальному плоскошліфувальному верстаті 3Г71. Шорсткість поверхонь при шліфуванні алмазними кругами з покриттям нікелем та без покриття при різних режимах визначали з використанням профілометра цехового модель 253. Режими різання при шліфуванні підбирають так, щоб забезпечити високу продуктивність і задану шорсткість оброблюваної поверхні при найменшій собівартості. Швидкість круга вибирають максимально допустимою, оскільки при цьому збільшується продуктивність і зменшується шорсткість поверхні, що шліфується. Проаналізувавши отримані дані, можна зробити такі висновки: 1. Проведені дослідження шліфувальних кругів 12A2 – 45⁰ з порошком AC5C 125/100 з нікелевим покриттям H12 на органічній зв'язці VI-13 та кругів без нікелевого покриття показали, що найбільший коефіцієнт шліфування досягається при швидкості шліфування 26 м/сек. 2. Були проведені дослідження впливу ступеня металізації покриття алмазних порошків на питомі витрати алмазу. Встановлено, що стійкість алмазних кругів, виготовлених з нікелевим покриттям алмазу H12 в зв'язці з VI-13, в 1,4...1,7 раза вища порівняно з алмазними кругами, виготовленими з алмазних порошків без покриття. 3. Питомі витрати алмаза зменшуються в алмазних кругах з нікелевим покриттям при збільшенні ступеню металізації. 4. Затрати на круги з алмазних порошків з нікелевим покриттям порівняно з кругами з алмазних порошків без покриття при шліфуванні знижуються до 20 %. 5. Результати експериментальних досліджень показали, що алмазні круги з нікелевим покриттям алмазу виробництва ПАТ «Полтавський алмазний інструмент» забезпечують високу працездатність, стійкість та високий коефіцієнт шліфування і при цьому можуть запропонувати вартість, нижчу за імпортні аналоги.

Ключові слова: синтетичні алмази, алмазний шліфувальний круг, металізація, алмазні порошки з нікелевим покриттям, коефіцієнт шліфування, питомі витрати алмазу.

Вступ

Одним із прогресивних методів чистової обробки деталей є шліфування алмазними кругами [5]. Використання штучних алмазів для виготовлення шліфувальних кругів розширило можливості технологічного процесу шліфування, підвищило продуктивність процесу, забезпечуючи високу якість оброблюваної поверхні.

Ефективність експлуатації алмазно-абразивних кругів визначається витратами на інструмент, які залежать від інтенсивності зносу, а знос кругів безпосередньо впливає на вартість продукції та якість

оброблювальних деталей. Тому вивченню механізму зносу алмазних шліфувальних кругів і визначенню шляхів його зниження присвячені чисельні дослідження [1, 2–4 6–10], більшість з яких носить емпіричний характер і спрямовані на прагматичне розв'язання характерних технологічних завдань.

Одним із факторів підвищення стійкості алмазних шліфувальних кругів та їхньої продуктивності є надійне кріплення алмазного зерна у зв'язці. Ця можливість забезпечується створенням на алмазному зерні металічного покриття з високою адгезією до поверхні алмазу та зв'язки. Таке покриття може бути реалізовано вакуумним напиленням частинок на поверхню алмаза або нанесенням плівок хімічним чи електромагнітним методом [12, 14,15,16] .

Найбільш поширеним покриттям штучного алмазу є нікелеве покриття, яке наноситься хімічним безтоковим методом.

Найважливішими технологічними показниками експлуатаційних властивостей алмазного шліфувального круга є питомі витрати алмаза та коефіцієнт шліфування [17–19].

У цьому дослідженні розглянуто вплив режимів шліфування на експлуатаційні показники алмазних кругів без покриття та алмазних кругів з нікелевим покриттям.

Мета дослідження – оптимізація параметрів шліфування алмазними кругами з покриттям зерен алмазу нікелем для забезпечення високої якості і точності оброблюваних деталей.

Об'єктом дослідження є процес шліфування та шліфувальні круги форми 12A2 – 45° з порошком АС5С 125/100 без покриття та з нікелевим покриттям Н12 на органічній зв'язці ВІ-13 виробництва ПАТ «Полтавський алмазний інструмент».

Методи дослідження передбачають теоретичні та експериментальні дослідження з вибору шліфувального інструменту, обґрунтування режимів шліфування для забезпечення високої точності та високої якості оброблюваної деталі. Експериментальні дослідження проводили в лабораторіях Полтавської державної аграрної академії та на ПАТ «Полтавський алмазний інструмент».

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили в лабораторіях Полтавської державної аграрної академії та на ПАТ «Полтавський алмазний інструмент». Випробування шліфувальних кругів проводили на універсальному плоскошліфувальному верстаті 3Г71. Шорсткість поверхонь після шліфування алмазними кругами з покриттям нікелем та без покриття при різних режимах шліфування визначали профілометр цеховий з цифровим відліком і індуктивним перетворювачем, модель 253.

Під час дослідження були розглянуті основні особливості роботи металізованого алмазного зерна.

На рисунку відображено структуру алмазного зерна. На рис. 1 (а) показано як тримається неметалізоване зерно та при його руйнуванні, що залишається на його місці. А на рис. 1 (б) відображено металізоване зерно та те, що відбувається при руйнуванні.

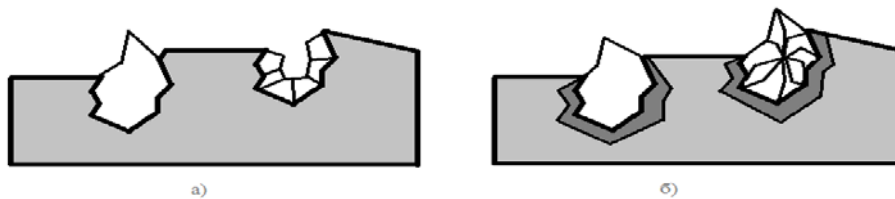


Рис 1. Структура неметалізованого (а) та металізованого (б) алмазного зерна

Для неметалізованого алмазного зерна в разі випадання його чи часткового дроблення і випадання зменшується робоздатність шліфувального круга.

Металізовані зерна краще утримуються в органічній зв'язці, вірогідність їх випадання значно зменшується і навіть у разі їхнього розколювання зерно утримується в металічній оболонці, виконуючи корисну роботу. За даними ІСМ [1, 11, 13], стійкість алмазних зерен, покритих нікелем, підвищується на 22 %.

Збільшення площі контакту алмазного зерна з нікелевим покриттям зі зв'язкою забезпечує збільшення мікроскопічної шорсткості і покращує взаємозв'язок між алмазом та зв'язкою. До того ж, незважаючи на незначне підвищення потужності шліфування, питомі витрати алмазу знижуються на 40 %, а якість обробленої поверхні зразків не погіршується [11, 19, 20].

Підвищення зносостійкості алмазних кругів з нікелевим покриттям забезпечується як підвищенням твердості покритих алмазних зерен, так і тим, що сили щеплення між металом і смолою вищі, ніж між алмазом і смолою.

Утворення фізико-хімічних зв'язків між матеріалом смоли і матеріалом покриття призводить до того, що випадання алмазних зерен зі зв'язки значно зменшуються.

У процесі шліфування алмазними кругами на органічних зв'язках тепло, яке надходить у неметалізоване зерно алмаза накопичується в ньому і концентрується на межі «зерно-зв'язка». Невисока теплопровідність органічних зв'язок, локальний характер контакту призводить до підвищення температури зв'язки в зоні контакту із зерном алмаза, в результаті чого зв'язка нагрівається до такої температури, при якій змінюються її фізико-механічні властивості і зерно випадає із круга. Нанесення нікелевого покриття на алмаз відводить частину тепла від кристала алмаза, зменшує як загальну температуру, так і температуру на межі покриття-зв'язка, що покращує стійкість шліфувального круга.

Результати досліджень та їх обговорення

Полтавський алмазний завод за участі співробітників кафедри технології та засоби механізації аграрного виробництва провели дослідження впливу покриття порошків на коефіцієнт шліфування та питомі витрати алмазу при шліфуванні. При дослідженні алмазні порошки відбиралися з однієї партії з метою виключення впливу факторів неоднорідності на роботоздатність кругів.

У центрі шліфування було проведено низку експериментів, направлених на вивчення залежності коефіцієнта шліфування від швидкості обертання круга.

Під час експерименту використовували круги зі штучних алмазів без покриття та з нікелевим покриттям на органічній зв'язці. Режим шліфування такий: глибина різання 0,0025 мкм, поперечна подача 1,5 мм, поздовжня подача 16 м/хв. Колова швидкість круга 20,24,28 і 32 м/с., оброблювальний матеріал Т15К16. Охолодження – водна емульсія, 3 літри/хв. Результати наведено на рис 2.

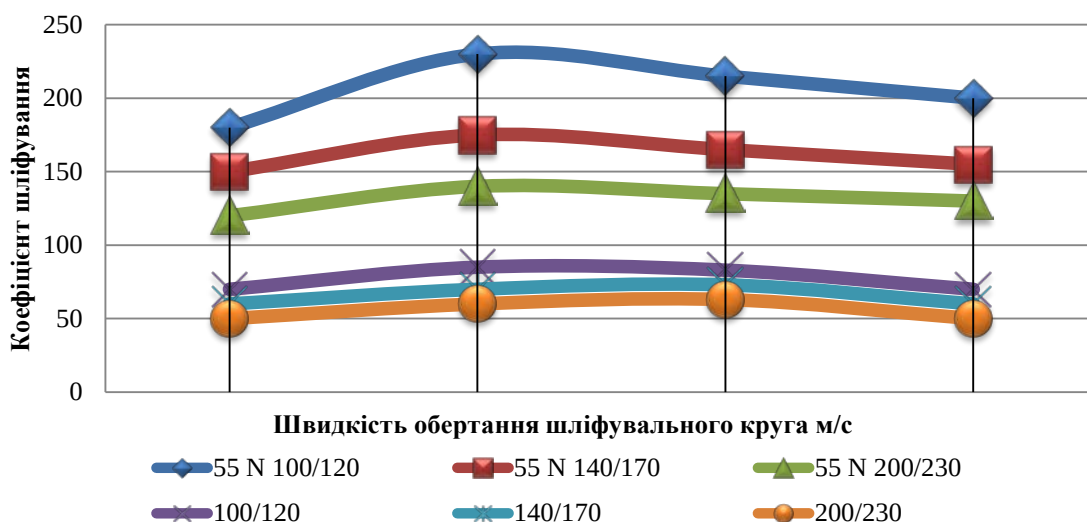


Рис. 2. Залежність коефіцієнта шліфування від швидкості обертання шліфувальних кругів з покритим та непокритим нікелем алмазним зерном

Найвищий коефіцієнт шліфування досягається у кругів з алмазних порошків з нікелевим покриттям, а найбільш ефективне швидкісне обертання круга є 26 м/с.

Для визначення впливу металізації та питомих витрат алмаза в ході дослідження використовувалися шліфувальні круги форми 12A2 – 45° з порошком AC5C 125/100 без покриття і з нікелевим покриттям H12 на органічній зв'язці BI-13, ступінь металізації покриття був вибраний 25, 50, 75 та 100 %. Режим шліфування був таким: кутова швидкість круга 25 м/с., поперечна подача 1 мм/под.хід., поздовжня подача 10 м/хв., глибина обробки 0,02 мм. Для охолодження використовувалася водна емульсія, 3 літри на хвилину. Матеріал для шліфування Т15К6 та швидкоріжуча сталь Р18. У процесі шліфування такі параметри: знос круга в міліграмах, маса шліфованого твердого сплаву у грамах, питомі витрати круга в міліграмах/см³, шорсткість поверхні Ra, мкм.

Залежність питомих витрат сплаву від ступеню металізації та оброблюваного матеріалу, представленого на рис 3, показує, що стійкість у зв'язці BI-13 з алмазним порошком з нікелевим покриттям H12 в 1,4...1,7 раза вище порівняно з кругами, виготовленими з алмазних порошків без покриття.

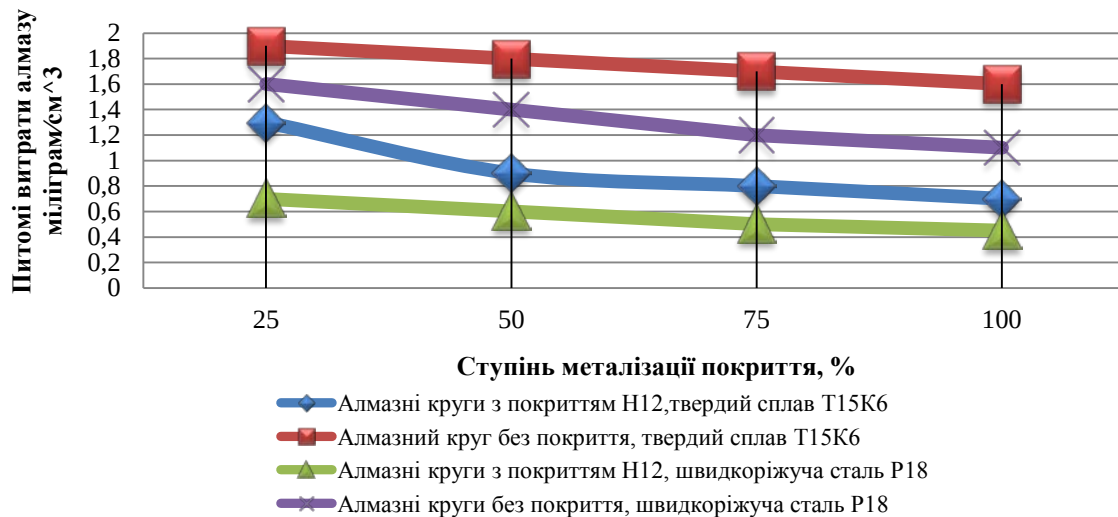


Рис 3. Залежність питомих витрат алмазу від ступеня металізації та оброблювального матеріалу

Результати дослідження показали, що затрати на круги з алмазних порошків з нікелевим покриттям порівняно з кругами із порошків без покриття при шліфуванні зменшуються до 20 %.

Висновки

1. Найвищий коефіцієнт шліфування досягається у кругів, виготовлених з алмазних порошків з нікелевим покриттям, а найбільш ефективне швидкісне обертання круга є 26 м/с.
2. Питомі витрати алмазу зменшуються в алмазних кругах з нікелевим покриттям при збільшенні ступеню металізації покриття.
3. Стійкість алмазних кругів виготовлених з нікелевим покриттям H12 у зв'язці ВІ – 13 в 1,4...1,7 раза вища порівняно з алмазними кругами виготовленими із порошків без покриття.
4. Спостерігається тенденція зниження затрат на круги із алмазних порошків з нікелевим покриттям в порівнянні з кругами без покриття.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо доцільним дослідити роботу шліфувальних кругів, виготовлених зі штучних алмазів із нікелевим покриттям для обробки різних видів металів, зокрема твердих сплавів для оптимізації параметрів шліфування та забезпечення роботоzдатності шліфувальних кругів.

References

1. Bugakov, V. I. (2005). Termostoykost' almaznykh materialov. *Tsvetnaya Metallurgiya*, 5, 25–28 [In Russian].
2. Boldyrev, I. S. (2013). Opredelenie prochnostnykh harakteristik abrazivnogo zerna v processah shlifovaniya. *Tehnologicheskoe obespechenie mashinostroitelnykh proizvodstv: sbornik trudov I Mezhdunarodnoj zaочноj nauchno-tehnicheskoy konferencii*. Chelyabinsk: Izdatelskiy centr YuUrGU [In Russian].
3. Kovtun, V. A., Pavlyk, O. H., & Lapenko, H. O. (2020). Vykorystannia shtuchnykh almaziv dlia obrobky metaliv i vykorystannia instrumentiv z shtuchnykh almaziv dlia obrobky detalei silskohospodarskykh mashyn. *Materialy studentskoi naukovoï konferentsii: Tom II 16–17 kvitnia 2020 rik* Poltava [In Ukrainian].
4. Lavrinenko, V. I., Leshuk, I. V., Smokvina, V. V., Solod, V. Yu., Muzychka, D. G., & Orlenko, S. A. (2012). Osobennosti formirovaniya sherohovatosti obrabotannoy poverhnosti pri mnogoprohodnomi glubinnom torcovom shlifovanii krugami iz STM s ispolzovaniem opornykh elementov v vide kompaktoy iz KNB. *Sovremennye problemy proizvodstva i remonta v promyshlennosti i na transporte: Materialy 12-go Mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo seminara (20–24 fevralya 2012 g., Svalyava)*. Kiev: ATM Ukrainy [In Ukrainian].

5. Lapenko, H. O., Lapenko, T. H., & Kovtun, V. A. (2020). Pidvyshchennia stiikosti ta produktyvnosti almaznykh shlifovalnykh kruhiv. *Zbirnyk materialiv konferentsii. V Vseukrainska naukovo-praktychna internet-konferentsiia* [In Ukrainian].
6. Lapenko, H. O., Lapenko, T. H., & Kuzmenko, O. I. (2019). Optimizaciya tehnologichnogo procesu honinguvannya blokiv cilindriv, avtotraktornih dviguniv almaznimi bruskami. *Visnik Harkivskogo Nacionalnogo Tehnichnogo Universitetu Silskogo Gospodarstva imeni Petra Vasilenka*, 99, 223–228 [In Ukrainian].
7. Lapenko, H. O., Lapenko, T. H., & Kovtun, V. A. (2020). Pidvyshchennia stiikosti ta produktyvnosti almaznykh shlifovalnykh kruhiv. *Zbirnyk materialiv konferentsii. V Vseukrainska naukovo-praktychna internet-konferentsiia*. Poltava [In Ukrainian].
8. Opalchuk, A. S. (Red.). (2013). *Materialoznavstvo i tekhnologii konstruktivnykh materialiv*. Nizhyn: PP Lysenko M. M. [In Ukrainian].
9. Pravdik, M. V. (2010). Problema povysheniya proizvoditelnosti pri shlifovanii i metody ee resheniya. *Instrument i Tehnologii*, 28 (2), 67–72 [In Russian].
10. Gubarev, Yu. M., & Kremen, Z. I. (2011). Sovremennoe oborudovanie, instrument i tehnologii abrazivnoj obrabotki. *Instrument i Tehnologii*, 33 (3), 15–21 72 [In Russian].
11. Mamalis, A. G. (2012). Principles of 3D modelling of the production and application of diamond composite materials. *Nanotechnology Perceptions*, 8 (2), 132–138. doi: 10.4024/n04ma12a.ntp.08.02
12. *Sverhtverdye materialy. Poluchenie i primenenie: monografiya v 6 tomah.* (2003–2007). Kiev: I PC «AL KON» NANU [In Ukrainian].
13. Harsiia, E., Meres, D., Pombo, I., Sanches, J.-A., & Dubar, L. (2014). Dodatkovy trybometry dlia analizu kontaktnykh yavlyshchu shlifuvanni. *Zhurnal Tekhnologii Obrobky Materialiv*, 214, 1787–1797 [In Ukrainian].
14. Holeus, V. I., & Karasyk, O. V. (2016). *Matematychni modeliuvannia ta optymizatsiia obiektiv khimichnykh tekhnologii tuhoplavkykh nemetalevykh i sylikatnykh materialiv: navch. posibnyk*. Dnipropetrovsk: Litohraf [In Ukrainian].
15. Zhanha, Yu. L., Hea, P. K., Bia, V. B., Zhanha, L., Vanha, D. Kh., & Zhanha, Yu. (2013). 2D / 3D modeliuvannia topografii poverkhni z urakhuvanniam pereviazky ta efekty znoshuvannia v protsesi shlifuvannia. *Mizhnarodnyi Zhurnal Verstativ ta Vyrobnystva*, 74, 29–40 [In Ukrainian].
16. Grabchenko, A. I., Dobroskok, V. L., V., & Fedorovich, A. (2006). *3D modeliuvannia almazno-abrazivnykh instrumentov i processov shlifovaniya*. Harkiv: NTU «HPI» [In Ukrainian].
17. Mao, K., San, Yu., Blois, A., & Donh, Kh. (2010). Vplyv poverkhnevoho pokryttia na kontaktni napruhy ta znos: pidkhidproektuvannia ta modeliuvannia poverkhnevoi inzhenerii. *Poverkhnia Tekhnika*, 26 (1–2), 142–148 [In Ukrainian].
18. Rudrapati, R. P., & Bandopadkhiai, K. A. (2012). Modeliuvannia shorstkosti poverkhni pry tsylindrychnomu shlifuvanni. *Mizhnarodnyi Zhurnal Mekhanichnoi Obrobky ta Obrobliuvanist Materialiv*, 12, 28–36 [In Ukrainian].
19. Tanh, Dzh., Du, Dzh., & Chen, Yu. (2009). Modeliuvannia ta eksperymentalne vyvchennia zusyl shlifuvannia v poverkhni shlifuvannia. *Zhurnal Tekhnologii Obrobky Materialiv*, 209, 2847–2854 [In Ukrainian].
20. Li, X. (2010). Modeling and simulation of grinding processes based on a virtual wheel model and microscopic interaction analysis. *Candidate's thesis*. Worcester.

Стаття надійшла до редакції 01.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Лапенко Г. О., Горбенко О. В., Лапенко Т. Г., Ковтун В. А. Оптимізація параметрів шліфування алмазними кругами, виготовленими з алмазних порошків із нікелевим покриттям. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 267–272.

© Лапенко Григорій Олександрович, Горбенко Олександр Вікторович,
Лапенко Тарас Григорович, Ковтун Володимир Анатолійович, 2020

original article | 631.361:631.53.01 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.35

CALCULATION MODEL OF GRAIN GRAVITATION MOVEMENT IN SLOPING PASSAGE WITH DISCRETE VARIABLE INCLINATION ANGLE

V. M. Arendarenko

A. V. Antonets*

N. K. Savchenko

T. V. Samoilenko

O. M. Ivanov

ORCID  [0000-0003-0701-7983](https://orcid.org/0000-0003-0701-7983)

ORCID  [0000-0002-2332-6711](https://orcid.org/0000-0002-2332-6711)

ORCID  [0000-0002-0917-7553](https://orcid.org/0000-0002-0917-7553)

ORCID  [0000-0003-4756-6223](https://orcid.org/0000-0003-4756-6223)

ORCID  [0000-0002-1761-9913](https://orcid.org/0000-0002-1761-9913)

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

*Corresponding author

E-mail: anatoliyantons1@gmail.com

How to Cite

Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., Savchenko, N. K., Samoilenko, T. V., & Ivanov, O. M. (2020). Calculation model of grain gravitation movement in sloping passage with discrete variable inclination angle. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 273–282. doi: 10.31210/visnyk2020.04.35

The wholeness of grain loaded into the silo depends on the method of its delivery to the concrete bottom of this structure. Special devices are used for this purpose. They can operate on the principle of emptying, rain, and with the use of braking devices. Peripheral open screw passages slow down the movement of grain, but it is unknown how the angle of brake section depends on the angle of acceleration section of the device. The purpose of this work is to investigate theoretically the movement of grain flow in an installation with discretely variable inclination angles of acceleration and brake trays. The main task was to substantiate the dependence of inclination angle of the brake tray on inclination angle of the acceleration tray. To study the movement of grain on sloping areas and reduce its injury, a gravitation installation consisting of acceleration and brake trays (open trays) has been proposed in this article. Grain flow accelerates its speed to $V_{\max}$ on acceleration tray passing the way l_1 along the acceleration tray, which is located at an angle α to the horizon. This occurs as a result of the transition of part of grain potential energy $E_{n1} = mgl_1 \sin \alpha$ to kinetic energy due to the inclination of the acceleration tray at an angle of α . In the second section, the grain slows down. That is, it begins to move without acceleration. The speed of grain pouring in the storage hopper becomes close to the initial speed of grain material on the acceleration tray. For the normal grain flow movement along the entire length of the acceleration and brake trays, it is necessary that the angles α and β are bigger than the angle of the natural slope ζ . Grain flow movement along the brake tray having the length l_2 placed at an angle β to the horizon, is due to the previously acquired maximum kinetic energy and grain potential energy $E_{n2} = mgl_2 \sin \beta$. Thus, using the installation with discretely variable angles of acceleration and brake trays, it is possible to conduct experiments to study the speed of different types of grain material movement in the final stage of loading cylindrical tanks.

Key words: grain material movement, acceleration and brake trays, inclination angle.

РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ГРАВІТАЦІЙНОГО РУХУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ В ПОХИЛОМУ КАНАЛІ З ДИСКРЕТНО ЗМІННИМ КУТОМ НАХИЛУ

В. М. Арендаренко, А. В. Антонець, Н. К. Савченко, Т. В. Самойленко, О. М. Іванов

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Цілісність зерна, що завантажуються в силос, залежить від способу доставки його на бетонне дно цієї споруди. Для цього використовуються спеціальні пристрої. Вони можуть працювати за принципом пересипання, дощу, та з використанням гальмівних пристроїв. Периферійні відкриті гвинтові канали сповільнюють рух зернового матеріалу, але невідомо, як залежить кут гальмівної ділянки від кута розгінної ділянки пристрою. Метою цієї роботи є теоретичне дослідження руху зернового потоку в установці із дискретно змінними кутами нахилу розгінного і гальмівного жолобів. Основне завдання: обґрунтувати залежність кута нахилу гальмівного жолоба від кута нахилу розгінного жолоба. Для дослідження руху зернового матеріалу по похилих площинах та зменшення його травмування в цій статті запропонована гравітаційна установка, котра складається з розгінного і гальмівного жолобів (відкритих лотків). На розгінному жолобі зерновий потік прискорює свою швидкість до $V_{\max}$, проходячи шлях l_1 по розгінному жолобу, який розташований під кутом α до горизонту.

Це відбувається в результаті переходу частини потенціальної енергії зерна $E_{n1} = mgl_1 \sin \alpha$ в кінетичну за рахунок нахилу розгінного жолоба під кутом α . На другій ділянці зерновий матеріал сповільнює свій рух. Тобто він починає рухатись без прискорення. Швидкість сходу зерна в накопичувальний бункер набуває значення, близького до початкової швидкості руху зернового матеріалу по розгінному лотку. Для нормального руху зернового потоку по всій довжині розгінного і гальмівного лотків необхідно, щоб кути α і β були більшими від кута природного відкосу ζ . Рух зернового потоку по гальмівному жолобу довжиною l_2 , розміщеного під кутом β до горизонту, відбувається за рахунок попередньо набутої максимальної кінетичної енергії та потенційної енергії зерна $E_{n2} = mgl_2 \sin \beta$. Отже, використовуючи установку з дискретно змінними кутами розгінного і гальмівного жолобів, можна проводити дослід з вивчення швидкості руху різного виду зернового матеріалу у завершальній стадії завантаження циліндричних ємностей.

Ключові слова: рух зернового матеріалу, розгінний та гальмівний жолоб, кут нахилу.

Вступ

У сільському господарстві багато технологічних процесів транспортування, сепарації, класифікації сипучих матеріалів та завантаження різних ємностей зерном виконуються в режимі стрімкого гравітаційного руху. Як правило, такий рух супроводжується енергійною взаємодією частинок зернового матеріалу між собою. Внаслідок цього з'являються технологічно значущі ефекти, пов'язані як із розділенням, так і зі змішуванням цих частинок [1–8]. Іншою характеристикою зернових потоків є наявність у них умови швидкого зсуву зернівок [9, 10]. Зсув призводить до того, що зерновий матеріал, рухаючись у потенційному полі Землі, набуває чималої швидкості хаотичного переміщення. Особливо ці явища проявляються під час завантаження ємностей зерном з використанням відкритих гвинтових каналів [11–14].

Питанню теоретичного обґрунтування закономірностей швидких гравітаційних рухів зернових матеріалів по похилій поверхні присвячена значна кількість наукових праць [8, 15–18]. Їхній аналіз вказує на те, що всі роботи присвячені дослідженню руху сипких матеріалів на похилих площинах з одним кутом їх нахилу до горизонту, але не проводилися дослідження з вивчення реакції сипкого матеріалу на установках зі змінними кутами нахилу двох лотків.

Заповнення циліндричних ємностей (силосів) зерном або іншим сипким матеріалом на елеваторах є початковою ланкою всієї транспортної системи підприємства [19]. Як відомо, процес функціонування силосних сховищ включає такі технологічні етапи: завантаження, зберігання зернового матеріалу протягом певного часу і його розвантаження. Завантаження силосів зерном здійснюється за допомогою різних транспортних машин. Робочі органи транспортних машин при взаємодії із зерновим матеріалом можуть зіпсувати деяку частину зерна. Для зменшення кількості травмованого зерна, осо-

бливо при завантаженні високих ємностей, необхідно використовувати пристрої [11, 12], котрі не пошкоджують зернівки зернового вантажу. На кафедрі технології та обладнання переробних і харчових виробництв Полтавської державної аграрної академії був розроблений завантажувальний пристрій для завантаження силосів зерном. На цей пристрій був отриманий патент на корисну модель [12]. Робочим органом цього пристрою є периферійний відкритий гвинтовий канал (ПВГК) зі змінними кутами нахилу гвинтової лінії. Для дослідження руху сипкого зернового середовища, у якому присутні безліч зернівок, а простір між ними заповнений повітрям, необхідно мати гравітаційну лабораторну установку, у якій робочі лотки (жолоби) мали би змінні кути нахилу до горизонту. Такі дослідження дозволять отримати необхідні кути нахилу при розгоні і гальмуванні зернових потоків у ПВГК.

Метою цієї роботи є теоретичне дослідження руху зернового потоку в установці із дискретно змінними кутами нахилу розгінного і гальмівного жолобів.

Матеріали і методи досліджень

Гравітаційна установка (рис. 1) з дослідження руху зернового матеріалу складається із бункера для зберігання зернового матеріалу 1, шиберної заслінки 2, розгінної ділянки 3 каналу спуску, рухомого циліндричного шарніра 4, гальмівної ділянки 5 каналу спуску, нерухомої 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.

Ділянки каналу виготовлені з листової сталі довжиною $l_1 = l_2 = 1,5$ м. Профіль ділянок каналу мають форму напівциліндра і повернуті відкритою стороною нагору. Внутрішня робоча поверхня каналу має поверхню з певним рівнем шорсткості, що обумовлюється якістю конструктивного листового матеріалу. Канал пофарбований у темно-коричневий відтінок.

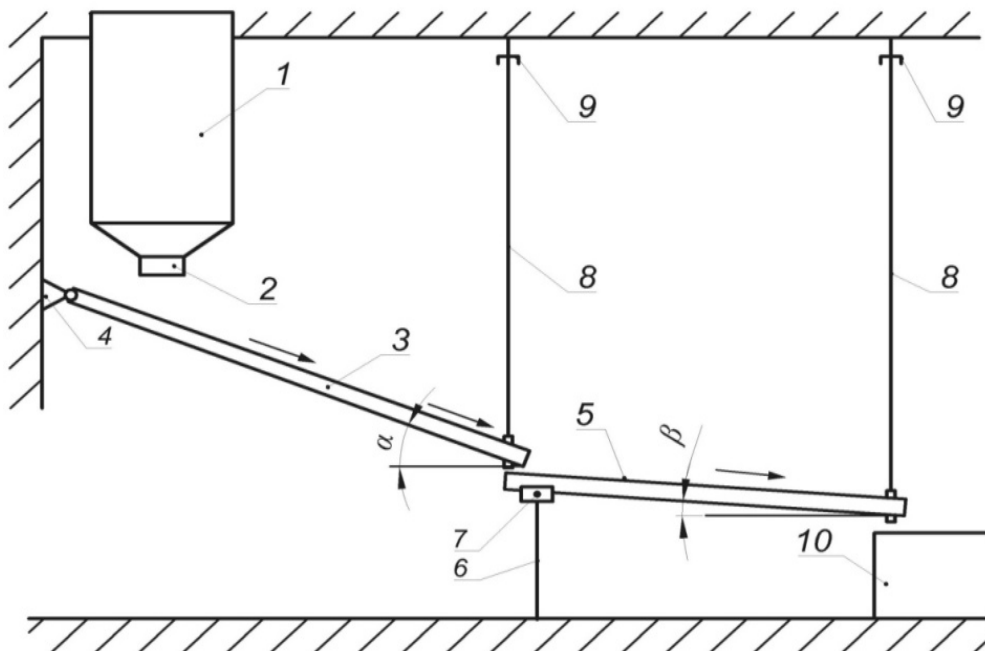


Рис. 1. Лабораторна установка для дослідження руху зернового матеріалу на розгінному і гальмівному лотках

Дві ділянки каналу розташовуються у просторі за допомогою еластичних тяг 8, які кріпляться на протилежних кінцях ділянок каналу та мають можливість змінювати свою довжину завдяки використанню регулюючих тяг 9. При цьому корегування довжин тяг може здійснюватися незалежно одна від одної, що дає змогу змінювати кут нахилу ділянок каналу у вертикальній площині відносно горизонту, тим самим змінюючи умови гравітаційного руху зернової маси в окреслених ділянках.

Як правило, розгінна ділянка встановлюється під кутом α , а гальмівна – під кутом β . Причому $\alpha > \beta$. Розгінна ділянка біля бункера 1 кріпиться до нерухомої стінки за допомогою обертової кінематичної

пари п'ятого класу 4. Гальмівна ділянка каналу з однієї сторони встановлюється на каретку 7, яка може переміщатись уздовж нерухомої стійки 6 вгору або вниз. Плавний перехід від кута α до кута β здійснюється за рахунок геометрії розгінної і гальмівної ділянки каналу в місці їхнього з'єднання.

Лабораторна установка функціонує таким чином. У ємність 1 засипається певний об'єм зерна (наприклад, пшениці) вагою G . Після відкриття шиберної заслінки зернова маса з фіксованої висоти падає на верхню частину розгінної ділянки спускного каналу. На цій ділянці зерновий матеріал рухається в режимі швидкого гравітаційного руху. Такий режим руху зернового матеріалу характеризується хаотичним переміщенням окремих зернівок по всій довжині розгінної ділянки каналу, з активною взаємодією зернівок одна з одною.

У механіці швидкого зсувного руху сипучих матеріалів використовується термін «температура зернового середовища», яка характеризує енергію взаємного переміщення зернівок уздовж розгінної і гальмівної ділянки спускного каналу. Із вищенаведеного випливає, що ступінь активності взаємних переміщень зернових частинок двофазного суцільного середовища залежить від кутів установки розгінної і гальмівної ділянки каналу.

На другій ділянці зерновий матеріал сповільнює свій рух. Тобто він починає рухатись без прискорення. Швидкість сходу зерна в накопичувальний бункер 10 набуває значення, близького до початкової швидкості руху зернового матеріалу по розгінній ділянці каналу. Для нормального руху зернового потоку по всій довжині розгінної і гальмівної ділянки необхідно, щоб кути α і β були більшими від кута природного відкосу ζ [20–25].

Результати досліджень та їх обговорення

Будемо розглядати рух зерна по розгінній і гальмівній ділянці як певну ламінарну течію з різними швидкостями руху шарів. Зокрема, при русі зерна виникає внутрішнє тертя всередині зернового потоку і зовнішнє тертя, яке виникає між каналом і зовнішнім шаром маси зерна. Будемо вважати, що потік зерна висипається з бункера рівномірно та з однаковою швидкістю, тобто маємо стаціонарний потік. З рівняння нерозривності течії $V \cdot S = \text{const}$, врахувавши однакові поперечні перерізи обох жолобів, отримаємо умову забезпечення стаціонарності потоку на обох ділянках. А саме, необхідно, щоб кінцева швидкість зерна на кінці гальмівної ділянки була не менша, ніж початкова швидкість потоку на початку розгінної ділянки, тобто $V_{\text{поч}} \leq V_{\text{кін}}$. Ця умова забезпечить проходження зерна без його згруження на певній гальмівній ділянці. Для спрощення подальших розрахунків будемо вважати, що ці швидкості рівні між собою $V_{\text{поч}} = V_{\text{кін}} = V_0$.

Початкову швидкість V_0 зерно набуває в результаті падіння з отвору бункера, що розміщений на висоті h_0 від краю каналу на розгінній ділянці. В момент падіння маси з отвору бункера на початковий край каналу відбувається перехід її потенційної енергії в кінетичну, в результаті чого зерно набу-

ває швидкості V_0 . Використовуючи закон збереження енергії, маємо $mgh_0 = \frac{mV_0^2}{2}$. З цієї форму-

ли можна легко визначити початкову швидкість зерна $V_0 = \sqrt{2gh_0}$.

Продовжуючи рух, зерновий потік прискорює свою швидкість до V_{max} , проходячи шлях l_1 по розгінній ділянці, що розташована під кутом α до горизонту. Це відбувається в результаті переходу частини потенційної енергії зерна $E_{n1} = mgl_1 \sin \alpha$ в кінетичну за рахунок кута α нахилу розгінної ділянки. Необхідно також врахувати силу тертя між шаром зерна та поверхнею каналу з коефіцієнтом тертя μ , яка чинить спротив розгону зернової маси. Використавши закон збереження енергії, а також, врахувавши роботу сили тертя $A_1 = \mu mgl_1 \cos \alpha$, маємо спрощене рівняння, що описує перетворення енергії зернового потоку на розгінній ділянці

$$\frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha = \frac{mV_{\text{max}}^2}{2}.$$

Рух зернового потоку по гальмівній ділянці довжиною l_2 , розміщеної під кутом β до горизонту, відбувається за рахунок попередньо набутої максимальної кінетичної енергії та потенційної енергії зерна $E_{n2} = mgl_2 \sin \beta$. Водночас цьому процесу протидіє робота сили тертя $A_2 = \mu mgl_2 \cos \beta$, яка за рахунок меншого кута нахилу гальмівного жолобу β ($\beta \leq \alpha$) є вже значно більшою і спричиняє зменшення швидкості руху зернового потоку з $V_{\max}$ до V_0 . Із закону збереження енергії маємо спрощене рівняння для гальмівної ділянки:

$$\frac{mV_{\max}^2}{2} + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = \frac{mV_0^2}{2}.$$

Для знаходження співвідношення, що визначатиме математичну залежність між кутами нахилу розгінної та гальмівної ділянки α і β розв'яжемо таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} mgh_0 = \frac{mV_0^2}{2} \\ \frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha = \frac{mV_{\max}^2}{2} \\ \frac{mV_{\max}^2}{2} + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = \frac{mV_0^2}{2} \end{cases} \quad (1)$$

Прирівнявши друге і третє рівняння системи (1) та спростивши вираз отримаємо:

$$\frac{mV_0^2}{2} + mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = \frac{mV_0^2}{2} \quad (2)$$

$$mgl_1 \sin \alpha - \mu mgl_1 \cos \alpha + mgl_2 \sin \beta - \mu mgl_2 \cos \beta = 0$$

$$l_1 \sin \alpha + l_2 \sin \beta = \mu l_1 \cos \alpha + \mu l_2 \cos \beta \quad (3)$$

Рознесемо кути α і β по різні сторони рівняння (3):

$$l_2 \sin \beta - \mu l_2 \cos \beta = \mu l_1 \cos \alpha - l_1 \sin \alpha$$

$$\sin \beta - \mu \cos \beta = \frac{l_1}{l_2} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (4)$$

При заданому куті α для розгінної ділянки права сторона рівняння (4) буде сталою. Позначивши праву частину рівняння (4) через b , отримаємо тригонометричне рівняння виду $\sin \beta - \mu \cos \beta = b$. Розв'яжемо це рівняння за допомогою переходу до половинного кута:

$$2 \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\beta}{2} - \mu \cos^2 \frac{\beta}{2} + \mu \sin^2 \frac{\beta}{2} = b \sin^2 \frac{\beta}{2} + b \cos^2 \frac{\beta}{2}$$

$$(\mu - b) \sin^2 \frac{\beta}{2} - (\mu + b) \cos^2 \frac{\beta}{2} + 2 \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\beta}{2} = 0$$

$$(\mu - b) \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} + 2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} - (\mu + b) = 0$$

Уведемо заміну $y = tg \frac{\beta}{2}$ і розв'яжемо отримане рівняння:

$$(\mu - b)y^2 + 2y - (\mu + b) = 0$$

$$D = 4 + 4(\mu^2 - b^2)$$

$$y = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + (\mu^2 - b^2)}}{\mu - b}$$

Повернувшись до заміни маємо:

$$tg \frac{\beta}{2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + (\mu^2 - b^2)}}{\mu - b}$$

$$\frac{\beta}{2} = \arctg \left(\frac{-1 \pm \sqrt{1 + (\mu^2 - b^2)}}{\mu - b} \right) + \pi k$$

$$\beta = 2 \arctg \left(\frac{-1 \pm \sqrt{1 + (\mu^2 - b^2)}}{\mu - b} \right) + 2\pi k$$

$$\beta = 2 \arctg \left(\frac{-1 \pm \sqrt{1 + (\mu^2 - \left(\frac{l_1}{l_2} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \right)^2)}}{\mu - \frac{l_1}{l_2} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)} \right) + 2\pi k$$

Беремо до уваги, що кути нахилу α і β завжди будуть лежати в межах від 0 до $\frac{\pi}{2}$, тоді остаточно отримаємо рівняння, що описує залежність між кутами α і β :

$$\beta = 2 \arctg \left(\frac{-1 + \sqrt{1 + (\mu^2 - \left(\frac{l_1}{l_2} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \right)^2)}}{\mu - \frac{l_1}{l_2} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)} \right) + 2\pi k \quad (5)$$

Отримане співвідношення можна значно спростити, якщо розглянути окремо випадок $l_1 = l_2 = l$, тобто прийняти довжини гальмівної та розгінної ділянки однаковими. Тоді з рівняння (3) маємо:

$$\begin{aligned} \sin \alpha + \sin \beta &= \mu \cos \alpha + \mu \cos \beta \\ 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} &= 2\mu \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \end{aligned}$$

$$\sin \frac{\alpha + \beta}{2} = \mu \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha + \beta}{2} = \mu$$

$$\beta = 2 \arctg \mu - \alpha$$

Беручи до уваги кінцеве рівняння (5), проведемо аналіз характеру зміни кута нахилу гальмівного каналу при варіативній зміні визначальних факторів, що формують його величину.

Так, при аналізі бралися до уваги три фактори, а саме: кут нахилу розгінної ділянки каналу α , коефіцієнт тертя зерна об поверхню каналу μ та величина співвідношення довжини каналів з різним характером впливу на швидкість переміщення зернового потоку. Останній фактор враховується у залежності (5) шляхом застосування такої заміни:

$$n = \frac{\ell_1}{\ell_2}.$$

Під час проведення аналізу зважали на такі діапазони зміни факторів впливу: $\alpha = 28^\circ \dots 54^\circ$, $\mu = 0,3 \dots 0,65$, $n = 0,1 \dots 1$. За нижню межу діапазону зміни кута нахилу розгінної ділянки було вибране таке кутове положення, що відповідає куту природного відкосу для пшениці, при якому зерновий потік унаслідок значного внутрішнього тертя не має можливості переміщуватися по каналу під впливом сили тяжіння. Межі варіювання коефіцієнту тертя μ були вибрані з тієї метою, щоб покрити увесь діапазон зміни цього показника при статичному положенні зернової маси та динамічному русі зернового потоку усередині каналу. Величину коефіцієнту n вибирали в області ймовірних значень від адекватно мінімальної величини до значення, що визначає однаковість довжин ділянок спускного каналу.

Графічне відображення результатів аналітичного аналізу характеру зміни кута нахилу β гальмівної ділянки каналу представлено у вигляді серії просторових поверхонь відгуку на рисунку 2.

Усі наведені поверхні характеризують лінійну монотонну зміну кута β в усьому діапазоні зміни факторів впливу, що дає змогу віднести дані поверхні до категорії поверхонь першого роду.

Узагальненою характеристикою усіх поверхонь є яскраво виражена тенденція до зменшення кута β зі зростанням кута нахилу α розгінної ділянки каналу та зменшенні коефіцієнту тертя μ . Найбільші значення кут β набуває при симбіозі граничних значень кута $\alpha = 28^\circ$ та коефіцієнту тертя $\mu = 0,65$. Так, при коефіцієнті $n = 0,1$ куту нахилу β відповідає значення $33,5^\circ$, при $n = 0,4$ – кут $\beta = 35^\circ$, при $n = 0,7$ – кут $\beta = 36,5^\circ$, при $n = 1$ – кут $\beta = 38^\circ$.

По мірі пересування в межах зміни кута α та коефіцієнту тертя μ у взаємообернених напрямках їх зміни – збільшення кута α на фоні зменшення коефіцієнту тертя μ – відбувається поступове відхилення від окресленого максимуму кута β у бік його зменшення до досягнення мінімальних величин. Зокрема, при коефіцієнті $n = 0,1$ кут β зменшується до $13,2^\circ$, при $n = 0,4$ кут β становить $2,67^\circ$, для значень $n = 0,7$ та $n = 1,0$ кут β приймає навіть від'ємні значення $-8,4^\circ$ та $-20,6^\circ$ відповідно. При цьому в останніх двох випадках досягається нульове значення кута β , тобто гальмівна ділянка каналу розташована строго паралельно до горизонту. Таке положення може бути досягнуто при певних поєднаннях значень кута α та коефіцієнту тертя μ в проміжках їх зміни: при $n = 0,7$ – $41^\circ \leq \alpha \leq 54^\circ$ та $0,3 \leq \mu \leq 0,4$; при $n = 1,0$ – $33,4^\circ \leq \alpha \leq 54^\circ$ та $0,3 \leq \mu \leq 0,51$. Визначення комбінації кута α та коефіцієнту μ , при якому може бути досягнуто горизонтальне розташування частини каналу, зводиться до виводу в аналітичний спосіб псевдо залежності $\alpha = f(\mu)$, що визначається лінією перетину відповідної поверхні відгуку з координатною площиною $\alpha - \mu$.

Приведеному опису характеру зміни кута нахилу гальмівної ділянки спускного каналу може бути надане таке пояснення.

Зі зростанням кута спуску зернового потоку по розгінній ділянці відбувається зростання швидкості руху зернової маси, тому виникає потреба у створенні пропорційного зворотного впливу на потік зерна під час його руху по гальмівній ділянці жолобу. Це дасть змогу отримати оптимальну швидкість сходу зерна із гравітаційної установки, яка відповідає початковій швидкості потоку при завантаженні зерна в канал. Для цього необхідно зменшувати кут нахилу гальмівної ділянки, досягаючи

зміщення балансу між рушійною силою та силою тертя зернового потоку в сторону останньої, що і досягається коректуванням кутового розташування гальмівної ділянки каналу у відповідній реакції до зростання кута α .

Крім того, підвищення гальмівного впливу на зерновий потік можна досягти і за рахунок втрати енергії руху на переміщення внаслідок збільшення коефіцієнту тертя μ , що може бути реалізовано зміною якості та шорсткості стану поверхні гальмівного каналу.

Якщо аналізувати вплив на формування кута нахилу гальмівного каналу іншого фактору впливу – коефіцієнту співвідношення n довжин каналів руху, то характер формування кута β від даного показника, при однакових умовах зміни інших двох факторів, є тотожним до принципу впливу кута α . Тобто зі зростанням коефіцієнту n кут β необхідно зменшувати. Цього можна досягти такими шляхами (на прикладі двох варіантів). У першому варіанті відбувається подовження розгінного каналу при незмінній довжині іншого каналу, при даних умовах зменшення кута β обумовлено потребою компенсувати за рахунок більш пологого спуску та зростаючої сили тертя, збільшення швидкості зернового потоку, набутого при більш тривалому розгоні на подовженій ділянці розгінного каналу.

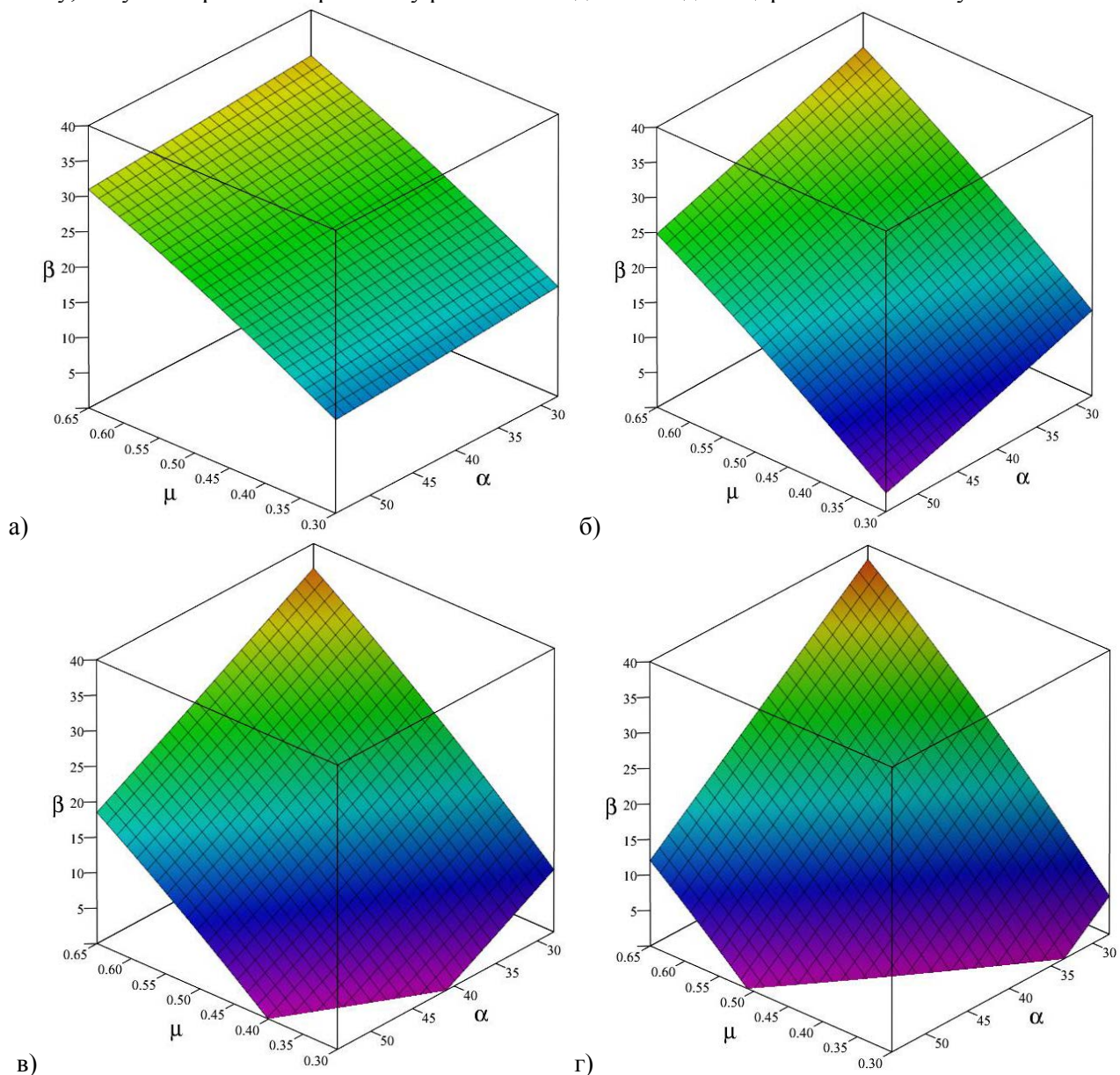


Рис. 2. Характер зміни кута нахилу гальмівного каналу β при варіюванні коефіцієнтом тертя μ , кутом нахилу розгінного каналу α та співвідношенням n довжини каналів:

а) $n=0,1$; б) $n=0,4$; в) $n=0,7$; г) $n=1,0$.

В іншому варіанті, коли відбувається зменшення довжини гальмівного каналу при сталій довжині розгінної ділянки, зменшення кута β спричинене потребою нівелювати скорочення гальмівного шляху переміщення зерна за рахунок більш пологого розташування гальмівного каналу у просторі, тим самим сприяючи виникненню значної сили тертя та зменшенню швидкості руху зернового потоку.

Висновки

Розроблена лабораторна установка дає змогу досліджувати ламінарний рух зернового матеріалу у спускному каналі, який складається із розгінної і гальмівної ділянок. Причому кут установки розгінної ділянки каналу більший від кута установки іншої ділянки. На підставі теоретичних викладок було встановлено зв'язок між кутами розташування ключових ділянок спускного каналу з наведенням функціональної залежності між ними. Згідно з отриманою залежністю та орієнтуючись на результати теоретичних досліджень, для виконання умови ідентичності швидкостей потоку зерна на сході зі спускного каналу та при русі зерна під час його завантаження в канал потрібно встановлювати гальмівну ділянку під меншим кутом, ніж розгінну частину каналу. На це впливає кілька ключових факторів: кут нахилу розгінної ділянки каналу, коефіцієнт тертя та співвідношення довжин обох ділянок каналу. Окресленні фактори мають протилежний характер впливу на формування кута нахилу гальмівної ділянки. Зокрема, для компенсації зростання швидкості руху зернового потоку при збільшенні кута нахилу розгінної ділянки необхідно зменшувати кут гальмівної ділянки або підвищувати коефіцієнт тертя зерна по поверхні каналу, що досягається зміною якості та шорсткості цієї поверхні. Крім того, формування кута нахилу гальмівного лотка залежить від співвідношення довжин розгінної та гальмівної ділянок каналу, тобто кут нахилу гальмівного жолобу повинен зменшуватися залежно від зростання величини співвідношення довжин даних ділянок.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть направлені на дослідження профілів швидкостей руху зернового матеріалу вниз по відкритому гвинтовому каналу з метою зменшення травмування зерна під час завантаження його в силоси.

References

1. 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.
2. Borshchev, V. Ya., & Dolgunin, V. N. (2006). Kharakteristiki sdvigovogo potoka zernovoy n sredy i rekomendatsii po organizatsii tekhnologicheskikh protsessov. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 12, 401–623 [In Russian].
3. Dolgunin, V. N., & Borshchev, V. Ya. (2005). *Bystrye gravitatsionnye techeniya zernistyykh materialov. Tekhnika izmereniya zakonornosti, tekhnologicheskoe primeneniye*. Moskva: Isdatelstvo Mashinostroenie-1 [In Russian].
4. Ivanets, V. N. (2011). Sravnitelnyiy analiz shem dvizheniya materialnykh potokov v smesepriготовitelnom aggregate. *Tekhnika i Tekhnologiya Pischevykh Proizvodstv*, 4, 86–91 [In Russian].
5. Sevidzh, S. (1985). Gravitatsionnoye techeniye nesvyazannykh granulirovannykh materialov. *Mekhanika granulirovannykh sred: Teoriya bystrykh dvizheniy* (pp. 86–146). Moskva: Mir [In Russian].
6. Sokolovskiy, V. V. (1990). *Statika syipuchey sredy*. Moskva: Nauka [In Russian].
7. Tverdokhlib, I. V. (2017). Dynamika rukhu chastynky v sypkomu zernovomu seredovysshi. *Vibracija v Tekhnici ta Tekhnologijakh*, 3 (86), 128–135 [In Ukrainian].
8. Zenkov, R. L. (1964). *Mekhanika nasyipnykh gruzov*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
9. Borshchev, V. Ya., Dolgunin, V. N., & Dronova, M. Yu. (2005). Kaskadnaya gravitatsionnaya separatsiya zernistyykh materialov: Osobennosti tekhnologii i modelirovaniye. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 11 (4), 903–909 [In Russian].
10. Borshchev, V. Ya., & Dolgunin, V. N. (2006). Sdvigovogo potoka zernistoy sredy i rekomendatsii organizatsii po kharakteristikam tekhnologicheskikh protsessov. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 12 (2A), 401–408 [In Russian].
11. Fadyeyev, L. V. (2013). *Patent UA 81377*. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
12. Samojienko, T. V., Ivanov, O. M., Melnyk, V. I., & Arendarenko, V. M. (2018). *Patent UA 129364*. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
13. Samoylenko, T. V., Arendarenko, V. M., & Melnyk, V. I. (2019). *Teoretychne modelyuvannya*

protseu hravitatsiynoho zavantazhennya sylosu zernom po vidkrytomu hvyntovomu kanali. *Inzheneriya Pryrodokorystuvannya*, 2 (12), 73–78 [In Ukrainian].

14. Samoylenko, T. V., Arendarenko, V. M., & Antonets, A. V. (2020). Kinematyka rukhu zerna za spiral'nym prystroyem zi zminenym kutovym spuskom. *Visnyk Poltav's'koyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 267–274. doi: 10.31210/visnyk2020.01.31 [In Ukrainian].

15. Zaika, P. M. (1998). *Vibratsionnoe peremeshchenie tverdykh i sypuchikh tel v selskokhozvyaystvennykh mashinakh. Prakticheskoe posobie*. Kiev: Izdatel'stvo USKhA [In Russian].

16. Dolgunin, V. N., Ukolov, A. A., & Klassen, P. V. (1992). Model' mekhanizma segregatsii pri bystrom gravitatsionnom dvizhenii chastits. *Teoreticheskiye Osnovy Khimicheskoy Tekhnologii*, 26 (5), 100–109 [In Russian].

17. Shatskiy, V. P., Orobinskiy, V. I., & Popov, A. Ye. (2015). Modelirovaniye dvizheniya zernovogo potoka v gravitatsionnom separatore. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 4 (47), 72–79 [In Russian].

18. Mukhanov, N. V., Marchenko, S. A., Baranov, D. V., Ryabinin, V. V., & Abalikhin, A. M. (2017). Uravneniye dvizheniya zernovogo sloya v aktivnoy zone retsirkulyatsionnoy zernosushilki bunkernogo tipa. *Agrarnyy Vestnik Verkhnevolzh'ya*, 4 (21), 88–96 [In Russian].

19. Trisvyatskiy, L. A. (1985). *Khraneniyezerna*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].

20. Flehantov, L. O., & Antonets, A. V. (2017). Komp'yuterne modelyuvannya mekhanichnoho rukhu tila zasobamy MATHCAD. *Informatsiyni Tekhnolohiyi v Osviti*, 30, 97–109. doi: 10.14308/ite000622 [In Ukrainian].

21. Boyko, D. I. (2015). Matematyehne modelyuvannya shvydkoho hravitatsiynoho rukhu inhrediyentiv kombikormiv pry yikh zmishuvanni. *Naukovyy Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Tekhnika ta Enerhetyka APK*, 241, 213–219 [In Ukrainian].

22. Boyko, D. I. (2015). Rivnyannya dynamiky sypkoho materialu v robochij zoni zmishuvacha ta yoho rishennya. *Tekhnichnyy Servis Ahropromyslovoho, Lisovoho ta Transportnoho Kompleksiv*, 3, 75–84 [In Ukrainian].

23. Cheng, X., Gao, M., Hu, M., & Du, X. (2019). The Simulation of static stress distribution of wheat piles in silos by the modified Cam-clay model. *International Agrophysics*, 33 (1), 11–19. doi: 10.31545/intagr/103749.

24. 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

25. Sedov, L. I. (1970). *Mekhanika sploshnyih sred*. Moskva: Nauka [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 09.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Арендаренко В. М., Антонець А. В., Савченко Н. К., Самойленко Т. В., Іванов О. М. Розрахункова модель гравітаційного руху зернового матеріалу в похилому каналі з дискретно змінним кутом нахилу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 273–282.

© Арендаренко Володимир Миколайович, Антонець Анатолій Вікторович,
Савченко Назарій Костянтинівич, Самойленко Тетяна Володимирівна,
Іванов Олег Миколайович, 2020



review article | 621.9.48 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.36

STUDYING RENOVATION METHODS OF WORN DETAILS OF AGRICULTURAL MACHINERY

O. V. Ivankova^{1*}

O. V. Garashchuk²

V. I. Kutsenko³

V. V. Shcherbyna¹

D. V. Chyzhevs'kyi¹

Ya. V. Babych¹

M. O. Tykhonov¹

ORCID  [0000-0003-1825-0262](https://orcid.org/0000-0003-1825-0262)

ORCID  [0000-0001-5572-5357](https://orcid.org/0000-0001-5572-5357)

ORCID  [0000-0003-3102-0744](https://orcid.org/0000-0003-3102-0744)

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

² State Service of Education Quality of Ukraine, 18, Isaakiana str., Kyiv, 01135, Ukraine

³ Public Institution "Institute of Environmental Economics and Sustainable Development of the National Academy of Sciences of Ukraine", 60, Shevchenko Av., Kyiv, 01032, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: olena.ivankova@pdaa.edu.ua

How to Cite

Ivankova, O. V., Garashchuk, O. V., Kutsenko, V. I., Shcherbyna, V. V., Chyzhevs'kyi, D. V., Babych, Ya. V., & Tykhonov, M. O. (2020). Studying renovation methods of worn details of agricultural machinery. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 283–292. doi: 10.31210/visnyk2020.04.36

An important direction of technical service industry is the development of rational technologies for the restoration of worn parts of agricultural machinery. The modern branch of technical service requires the development of new technologies for strengthening the surfaces of machine parts to improve their performance. The purpose of the work is to identify the optimal method for renovating worn parts of agricultural machinery, forming a wear-resistant surface structure, having a low process temperature and practically eliminating the formation of thermal impact zone. It must have high economic and environmental parameters of the technological process. During the research we analyzed data from literature sources, the experience of leading technical service enterprises, described and compared the characteristics of technological processes of details' renovation; generalized the results of analysis and comparison of characteristics and developed conclusions as to the optimal method of restoration of machine worn parts. Based on the results of analyzing literature sources and the experience of advanced technical service enterprises, the advantages and disadvantages of the method of electric spark alloy were revealed. The possibilities of using it to restore worn surfaces of agricultural machinery parts have been clarified. It has been found that the method of electrical spark alloying is optimal for the repair of details. It provides high strength of adhesion of the applied layer; does not have a thermal effect on the detail; provides an opportunity of applying local strengthening of separate detail parts without dismantling the machine unit. Electrical spark alloying is characterized by: low energy consumption, small and mobile technological equipment, the process is environmentally friendly. It outperforms most traditional methods of restoring parts. The trends in the development of electric spark alloying technologies involve the replacement of expensive refractory components of electrode materials with new, cheaper, but effective. This makes it promising and quite attractive for research and application in production to strengthen and restore worn machine parts. Taking

into account the simplicity of the equipment used for electric spark finishing, this method of renovation can be recommended for use in technical service workshops.

Key words: restoration (renovation), method, technology, strengthening, electrical spark alloying, reliability.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

О. В. Іванкова¹, О. В. Гаращук², В. І. Куценко³, В. В. Щербина¹, Д. В. Чижевський, Я. В. Бабич¹, М. О. Тіхонов¹

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Державна служба якості освіти України, м. Київ, Україна

³ Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», м. Київ, Україна

Актуальним напрямом у розвитку галузі технічного сервісу є розробка раціональних технологій відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки. Мета роботи – виявити оптимальний метод для відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки, який формує зносостійку поверхневу структуру, практично виключає утворення зони термічного впливу. До того ж має високі економічні та екологічні параметри технологічного процесу. Для досягнення мети проведено аналіз даних літературних джерел, досвіду підприємств технічного сервісу, порівняння характеристик технологічних процесів; узагальнення результатів аналізу та порівняння методів, а також пропозиції щодо оптимального методу відновлення зношених деталей машин. Ґрунтуючись на результатах проведених досліджень, виявили переваги та недоліки методу електроіскрового легування. З'ясували можливості використання його для відновлення зношених поверхонь деталей машин. Виявлено, що метод електроіскрового легування є оптимальним для ремонту деталей. Він забезпечує високу міцність зчеплення нанесеного шару; не чинить термічного впливу на деталь; забезпечує можливість застосування місцевого зміцнення окремих ділянок деталі без розбирання агрегату, машини. Електроіскровому легуванню притаманні такі властивості: низька енергоємність, малогабаритне і мобільне технологічне обладнання, процес є екологічно чистим. Цей метод є найдоцільнішим з усіх традиційних методів відновлення деталей. Тенденції розвитку технологій електроіскрового легування передбачають заміну дорогих тугоплавких компонентів електродних матеріалів більш дешевими, але ефективними. Це робить його перспективним і досить привабливим для досліджень та застосування у виробництві для зміцнення та відновлення зношених деталей машин. Зважаючи на простоту використовуюваного для електроіскрової обробки обладнання, цей спосіб відновлення може бути рекомендований для застосування в майстернях технічного сервісу.

Ключові слова: відновлення, метод, технологія, зміцнення, електроіскрове легування, надійність.

Актуальність проблеми обумовлена необхідністю виконання досліджень з метою розв'язання проблем підвищення надійності сільськогосподарської техніки.

Експлуатація сільськогосподарської техніки потребує високого рівня надійності деталей та спряжень [1, 2]. У процесі експлуатації машин, по мірі зношування деталей, їхні властивості погіршуються: має місце зниження фізико-механічних характеристик, твердості. Одночасно можуть виникати та розвиватися механічні пошкодження: мікротріщини, пори та інші [6, 9].

Економічні умови розвитку аграрного виробництва і технічного сервісу, нові стандарти суттєво підвищують вимоги до економічних та екологічних параметрів технологічних процесів поверхневого зміцнення деталей машин [3, 4]. Основні вимоги: забезпечення високої стійкості до спрацювання і довговічності відновлених поверхонь при незначних виробничих затратах на організацію технологічного процесу і використання недорогих матеріалів [5, 10].

Розглядаючи питання виготовлення, обробки та відновлення деталей машин, відзначимо, що поряд із застосуванням механічних методів (різання, обробка тиском), використовуються також сучасні наукомісткі методи електрофізичної обробки матеріалів. До таких методів відноситься електроіскрова, електроерозійна обробка деталей [4, 5]. Електроіскрові технології використовують для розв'язання

завдань щодо обробки різних деталей та інструментів, відновленню розмірів зношених деталей, нанесення покриттів зі спеціальними властивостями [7, 8].

Завдання підвищення надійності та довговічності сільськогосподарської техніки розв'язуються шляхом покращення експлуатаційних властивостей поверхневих шарів відновлених деталей, створенням нового рельєфу поверхонь, а також нанесенням покриттів необхідної товщини.

Аналізуючи літературні дані про дослідження і застосування методів електроіскрової обробки, зокрема і електроіскрового легування, зазначимо, що до сьогодні відсутня оцінка доцільності застосування електроіскрових технологій при відновленні зношених деталей машин. Тобто існує необхідність порівняння переваг і недоліків електроіскрового легування з іншими методами відновлення зношених деталей машин [8, 9].

Отже, дослідження з пошуку нових, сучасних методів відновлення та зміцнення деталей для виявлення оптимального методу з відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки, на наш погляд, є найбільш актуальними і представляють практичний інтерес.

Електролітичний метод відновлення зношених поверхонь

Одне з провідних місць у зміцненні поверхонь при відновленні зношених деталей машин, підвищенні їх зносостійкості, займає електролітичний метод. При використанні електролітичних методів, нанесенні різних видів гальванічних покриттів створюються зносостійкі, корозійностійкі, антифрикційні поверхневі покриття деталей машин [13].

Для ремонту деталей сільськогосподарської техніки найчастіше застосовують: хромування, нікелювання, цинкування, кадмування.

Електролітичне хромування займає особливе місце [10, 14]. Застосування хромування забезпечує: відновлення розмірів зношених деталей (причому, товщина покриття досягає до 0,3 мм); підвищення зносостійкості поверхні; забезпечує мікротвердість поверхні HV 1000–1100 МПа. Електролітичний хром не змінює властивостей при підвищеній температурі, стійкий проти корозії. Твердість гальванічних покриттів деталей машин хромонікелевими (Cr–Ni) сплавами з домішками Si та V сягає 30–65 HRC, а зносостійкість їх у 20 разів перевищує зносостійкість сталі такої самої твердості.

Але електролітичний метод відновлення має недоліки [13,14]:

- гальванічні покриття досить значно знижують міцність деталей від утомленості: втрати міцності сягають 45 % від вихідного значення;
- товсті хромові покриття (незважаючи на високу адгезійну міцність), мають підвищену крихкість і схильні відшаровуватися при знакозмінних навантаженнях деталей;
- гальванічні покриття можуть відшаровуватися при великих швидкостях роботи деталей, навіть при невисоких напруженнях ($P=0,5$ МПа);
- перед нанесенням гальванічних покриттів обов'язкова попередня підготовка, а після – фінішна обробка поверхні;
- забруднення води та велика її витрата;
- висока потреба у електроенергії: перевищує витрати при електроіскровому нарощуванні (легуванні) понад 120–150 разів.

Методи газотермічного напилення при відновленні зношених деталей машин

Одним із прогресивних методів відновлення зношених деталей машин із поверхневим зміцненням є газотермічне напилення [11, 12].

Особливістю технологічних процесів газотермічного напилення є одночасний вплив на розплавлений метал високої температури газового струменя і кінетичної енергії швидкості цього струменя. При цьому температура оброблюваної поверхні деталі не перевищує 300 °С. Це дає змогу зберегти вихідну внутрішню будову і властивості основного матеріалу деталі.

Усі види газотермічного напилення є високотехнологічними процесами завдяки таким загальним позитивним характеристикам процесів: відсутність термічної деформації і металургійних змін поверхонь відновлених деталей; широкий інтервал товщини покриття (від сотих часток міліметрів до кількох міліметрів) при високій продуктивності виробничого процесу. Однак мікротвердість газоплазмового покриття становить 3000–5000 МПа, це у 1,5–2 рази нижче від твердості покриттів, отриманих електроіскровим легуванням [15].

Порівняння позитивних і негативних характеристик видів газотермічного методу та їх технологічних особливостей приведені в табл. 1 [11, 12].

1. Переваги і недоліки основних видів газотермічної обробки

Переваги	Недоліки	Джерело
Плазмово-дугове напилення		
- можливість отримати покриття матеріалів із суттєвою різницею температури плавлення; - можливість регулювати в широких межах властивості струменя плазми; - можливість гнучкого регулювання режимів роботи плазмотрона.	- невисокий коефіцієнт корисного використання енергії струменя; - невисока міцність зчеплення покриття з основою (15–50 МПа); - високий рівень шуму і світловипромінювання; - висока вартість обладнання	11, 12
Газополуменеве напилення		
- можливість отримання покриттів з матеріалів, які плавляться без розкладання; - відносно низький рівень світлового випромінювання і шуму; - невисока вартість і мобільність, простота обслуговування устаткування; - можливість напилення без демонтажу машини.	- обмеження по температурі плавлення (3000°C) матеріалів для напилювання; - доволі низька міцність зчеплення покриттів з основою; - невисокий коефіцієнт (2–12%) використання енергії струменя на нагрів порошкового матеріалу	15
Електродугове напилення (металізація)		
- висока продуктивність процесу; - високий коефіцієнт (70–90%) корисного використання енергії дуги на нагрів; - можливість отримання покриття з міцністю (60–80 МПа) зчеплення; - порівняно низька вартість обладнання.	- інтенсивна взаємодія часток металу з активною газовою фазою; - можливість використання для напилення тільки дроту; - високий (110–130 ДБ) рівень шуму технологічного процесу	11, 12

Як видно, практично усі види газотермічної обробки мають крім безперечних переваг доволі суттєві недоліки, основні з яких: невисока міцність зчеплення покриття з основою, невисокий коефіцієнт використання енергії струменя на нагрів матеріалу, високий рівень шуму і світлового випромінювання; доволі висока вартість технологічного обладнання.

Лазерне наплавлення при відновленні зношених поверхонь деталей

Використання лазерного наплавлення дає змогу створювати на робочих поверхнях відновлених деталей структури, що мають оптимальні експлуатаційні властивості [9, 16].

Лазерне наплавлення має низку позитивних властивостей [15, 17]:

- можливість створення на поверхні деталі шару металу із заданими властивостями (висока твердість, корозійна стійкість) шляхом введення легуючих елементів;
- можливість створення заданої шорсткості поверхні;
- висока мобільність лазерного променя, який можна направити на важкодоступні ділянки виробу;
- незначне нагрівання поверхні деталі, що практично не утворюється зона термічного впливу;
- автоматизація процесу обробки.

Завдяки параметрам технологічного процесу лазерного наплавлення, а саме: високим температурам (близько 1500 °C), високим швидкостям нагрівання й охолодження (10^3 – 10^4 °C/с), дуже короткому часу релаксації металу (10–11 с), а також великим значенням питомого навантаження енергії утворюються значні температурні градієнти (теплові потоки), що призводить до утворення метастабільних структур [16].

Основними недоліками лазерного способу відновлення деталей є [17]:

- значна складність установок для лазерної обробки, а також потреба у висококваліфікованих фахівцях;
- обладнання для лазерного відновлення значно дорожче від обладнання для електроіскрового легування (нарошування);

– має місце зниження товщини зміцненого шару при малих швидкостях лазерного променя внаслідок екрануючої дії плазми;

– здійснення технологічного процесу потребує постійного контролю параметрів режиму.

Незважаючи на вищенаведені недоліки, усі ці методи відновлення зношених деталей зі зміцненням поверхневого шару успішно застосовуються в галузі технічного сервісу.

Використання концентрованих потоків енергії для відновлення зношених деталей

Широке застосування у практиці підприємств технічного сервісу для відновлення і зміцнення зношених поверхонь знайшли методи, що ґрунтуються на використанні концентрованих потоків енергії з високою (понад 100 Вт/мм²) питомою потужністю в зоні нагріву. Судячи з результатів аналізу характеристик методів відновлення зношених деталей машин, найбільшу концентрацію енергії в зоні нагріву має електроіскрова обробка [18, 19].

Електроіскрове нарощування (легування)

Одним із відомих методів поверхневої обробки деталей машин концентрованими потоками енергії є електроіскрове легування (нарощування).

Суть процесу електроіскрового легування полягає в такому [21, 22]. При досить великому проміжку між кінцями вібруючого електрода (2) і поверхнею деталі (1) електричний ланцюг розмикається і в ньому накопичується енергія (рис. 1). При зменшенні міжелектродного проміжку напруженість електричного поля зростає і стає достатньою для утворення між деталлю і електродом іскрового електричного розряду. Через канал, який утворився, миттєво проходить вся енергія, яка накопичилася у системі. Потік електронів, що рухається з дуже високою швидкістю, вдарається в поверхню анода (електрода). Це миттєво нагріває частину його поверхні до дуже високої температури. Під дією температури цей невеликий об'єм анода плавиться, закипає і вибухає. Під час вибуху частинки розплавленого металу анода викидаються і, досягаючи поверхні деталі (катода), осідають на ньому [25].

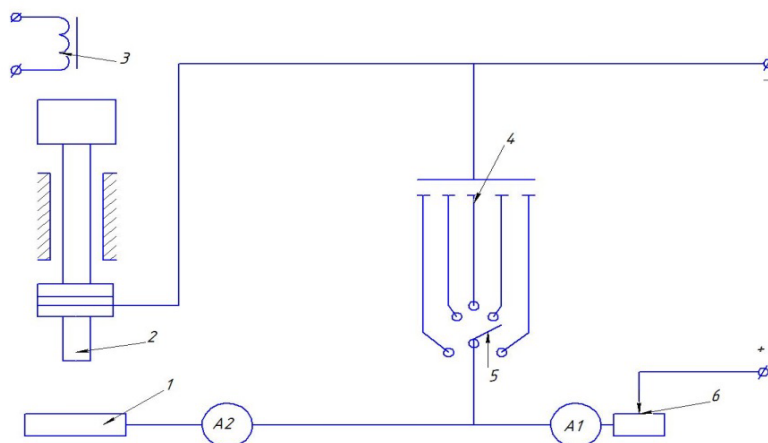


Рис. 1. Схема електроіскрової установки [27]:

1 – оброблювана деталь; 2 – електрод (анод); 3 – вібратор; 4 – конденсатор; 5 – перемикач; 6 – реостат; A₁ – амперметр мережі живлення; A₂ – амперметр розрядного ланцюга

Розглянемо коротко історію розвитку та галузі використання електроіскрової обробки металів.

Першими дослідниками електричних розрядів і ефектів, що їх супроводжують, були всесвітньо відомі вчені: Роберт Бойль (1694 р.), Бенджамін Франклін (1751 р.), Джозеф Прістлі (1766 р.), Ліхтенберг Георг Крістіан (1777р.). 1938 року Л. О. Юткін показав, що серія електроіскрових розрядів створює формоутворюючі гідралічні удари. Це започаткувало розвиток електроіскрового штампування металів [23].

У квітні 1943 року співробітники електротехнічного інституту, подружжя Борис та Наталія Лазаренки отримали авторське свідоцтво № 70010 на винахід «Способ обработки металлов и других токопроводящих материалов». Вони запропонували використати для формоутворення електроерозійні властивості розрядів у повітряному проміжку. Це і стало початком промислового використання електроіскрової обробки [24].

Після відкриття електроіскрового методу обробки стало можливим не тільки здійснювати формоу-

творення матеріалів незалежно від їх твердості, міцності та крихкості, а також змінювати структуру, фазовий, хімічний склад поверхні деталей з різних матеріалів.

Фундаментальні дослідження природи електричної ерозії металів стали основою теорії та методів розрахунку параметрів технологічних процесів. Стали реальністю нові можливості, а також розв'язання завдання автоматизації технологічного процесу і створення гнучких технологічних процесів. Ґрунтовні та детальні науково-дослідні роботи були проведені Н. І. Лазаренко, яка запропонувала фізичну модель процесу, дослідила масоперенос матеріалу анода на катод, механізм утворення покриттів, а також вплив на ці процеси енергетичних параметрів. На основі цих досліджень розроблені технології формування різних видів покриттів деталей машин, що можуть забезпечувати підвищення зносо-, жаро- і корозійної стійкості значної кількості деталей та інструменту [23].

З моменту відкриття електроерозійного методу обробки металів декілька наукових шкіл інтенсивно і дуже успішно працювали над розвитком цього напрямку. Наукові пошуки провадилися як у напрямі наукового поглиблення теорії процесів, так і в напрямі розробки технологій, що використовують імпульсні електричні розряди, зокрема, електроіскрове легування. Науковці Росії, України, Білорусі, Молдови, Чехії, Китаю та інших країн внесли свій вклад у розвиток галузі. Зокрема, Б. Н. Золотих, А. Е. Гитлевич, В. В. Михайлов, Н. Я. Парканский, В. Н. Ткаченко, В. М. Ревуцкий, А. Д. Верхотуров, А. И. Михайлюк, П. А. Топала, А. П. Абрамчук, Т. В. Глабец, В. І. Іванов та багато інших талановитих науковців [24, 25]. Було розроблено велику кількість технологічного обладнання для електроіскрової обробки металів. Деякі серії з них: «Разряд», «Плоскость», «Серебро», «Программа», «Антик», ЭФИ-87, «Элитрон» (рис. 2), зокрема, «Элитрон-354», «Элитрон-180», «Элитрон-ТСП», «Элитрон-50 і 52» та інші. На рисунку 2 представлений зовнішній вигляд установки для електроіскрової обробки металів «Елітрон – 24А».

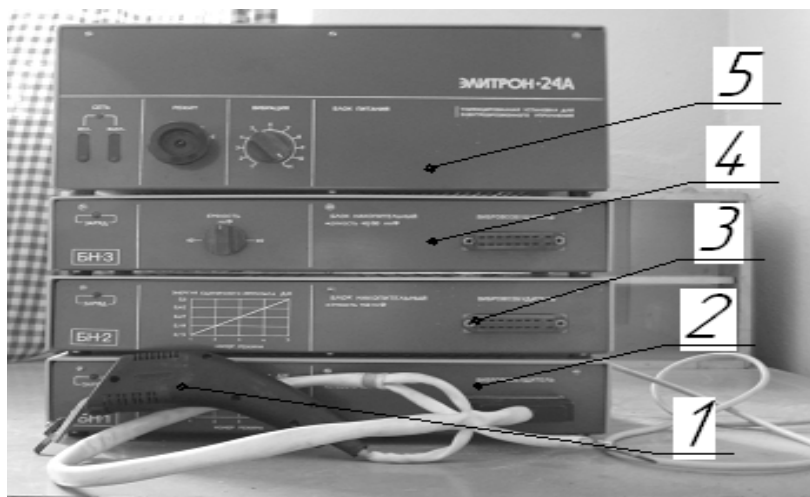


Рис. 2. Загальний вигляд установки «Елітрон – 24А» [29]:
1 – збудник вібрації, 2–4 – накопичувальні блоки, 5 – блок живлення

Розроблена технологія електроіскрового легування порошковими матеріалами, використання якої дозволяє керувати структурою та властивостями сформованого шару. Це позитивно впливає на якість покриття. При формуванні покриття з Cu, Ni, WC+6 % Co на поверхні деталі зі сталі 45 міцність зчеплення покриття у 2–2,5 раза вище, ніж при газополуменовому і плазмовому напиленні. Покриття з WC, Cr підвищують зносостійкість деталей порівняно з гартованою сталлю майже в 10 разів. Також доведено можливість створення ефективних жаро- і корозійностійких покриттів з алюмінію та його сплавів. Шляхом змін параметрів енергетичного режиму процесу, витратою порошка, можливе утворення як щільного покриття, так і покриття з капілярно-пористою структурою [25, 26]. Практична цінність явища електроіскрової обробки полягає у тому, що попередня дія на поверхню деталі імпульсних розрядів дає змогу суттєво інтенсифікувати процеси дифузії. Якщо змінювати параметри імпульсів, то можливо змінювати глибину дифузії елементів на поверхні деталі.

Необхідно відмітити, що метод електроіскрового легування є одним з найбільш універсальних ме-

тодів. Використання електроіскрового легування дає можливість моделювати практично усі методи покриттів з порошкових матеріалів: від газополумених до детонаційних. Прискорення і переміщення матеріалів здійснюється через газодинамічні та електродинамічні сили, тому не потребує транспортування газів. А їх нагрівання імпульсною плазмою забезпечує широкий діапазон температур частинок матеріалу – від плавлення до кипіння. Імпульсні плазмові потоки з частинками матеріалу дозволяють створювати шар покриття практично з будь-яких металевих та керамічних матеріалів.

Відновлення із застосуванням методів електроіскрової обробки нині використовують для: підвищення твердості та зносостійкості поверхні деталей машин, що працюють в умовах високих швидкостей обертання та великого навантаження, при підвищених температурах, в інертних газах; підвищення корозійної стійкості поверхні відновлених деталей; зміни властивостей інструментальних сталей та поверхонь виробів з кольорових металів [27, 28]. Застосування електроіскрового зміцнення робочих поверхонь валків прокатних станів гарячої прокатки, лопаток турбін, ножів землерийних машин, лопаток і крильчаток роторів, дробоструминних апаратів, корпусів роликів підшипників, підвищує їхню зносостійкість та корозійну стійкість удвічі-утричі. Як електроди (аноди) знаходять застосування легкоплавкі метали, полі-, монокристали металів, їх з'єднання з бором, вуглецем, азотом, а також стандартні тверді сплави.

Розроблена і використовується технологія відновлення плунжерних пар методом електроіскрового зміцнення. За допомогою електроіскрової обробки відновлюють деталі з чавуну, зокрема, вилки переключення передач коробки зміни швидкостей (коробка ZF). Успішно реалізуються технології відновлення блоку і головки циліндрів дизельного двигуна DXi 11 вантажного автомобілів «Вольво» з використанням установки «БІГ-4», як електроди застосовуються прутки з ніхрому X20 N80 діаметром 2 мм [25].

Електроіскрові покриття ефективно застосовуються також при відновленні таких дефектів блоків циліндрів: знос корінних опор, знос гільз циліндрів [30, 32]. Технологія відновлення гільз передбачає після електроіскрового покриття операцію хонінгування на номінальний розмір.

Актуальність відновлення електроіскровим нарощуванням зростає для дизельних двигунів закордонної техніки, які конструктивно не мають змінних гільз, наприклад, у блоках Caterpillar (моделі 3116, 3126), у блоках МАН D 0836 (моделі LOH 55, 65) та інших, де гільза відлита суцільно з блоком. До нашої країни не поставляють ні ремонтні поршні, ні ремонтні поршневі кільця для цих моделей, що унеможливує їхнє відновлення розточуванням на ремонтний розмір [25, 31].

Отже, зважаючи на вищевикладене, можна зробити такий висновок. Ефективним методом поверхневого зміцнення при відновленні зношених деталей машин (виготовлених із конструкційних сталей) є методи електроіскрової обробки, а саме, електроіскрового легування. Це дає змогу отримувати покриття, яке міцно зчеплене з матеріалом основи і має високі експлуатаційні характеристики.

Науковці виконали велику кількість ґрунтовних теоретичних та практичних розробок, які з успіхом використовуються у промисловості при виготовленні та при відновленні деталей машин різноманітного призначення: від ракет- і літакобудування до сільського господарства [32]. Значна кількість наукових досліджень присвячена вивченню структури та властивостей покриттів, отриманих у процесі електроіскрового легування.

Закономірності процесу електроіскрового легування залежать від матеріалу деталі та легуючого електрода, а також від режимів обробки, а саме: глибина і твердість зміцненого шару залежать від потужності режиму зміцнення. Зносостійкість і міцність від утомленості залежать від режимів технологічного процесу зміцнення і матеріалу електрода [26, 34].

Ефект зміцнення при електроіскровому легуванні забезпечується завдяки [30, 31]:

- утворенню твердих розчинів, хімічних з'єднань (оксидів, нітридів) у результаті взаємодії осажденного матеріалу з поверхнею деталі;
- подрібнюванню структури й утворенню нових фаз у результаті імпульсного впливу температури і тиску;
- високим фізико-механічними властивостями матеріалу анода.

Порівняно із вищезазначеними методами відновлення та поверхневого зміцнення деталей машин електроіскрове легування має такі переваги:

- висока міцність зчеплення матеріалу нанесеного шару з матеріалом деталі (основи) через механічне перемішування матеріалу і дифузійне проникнення легуючих матеріалів;
- деталь не нагрівається у процесі обробки, не відбуваються зміни фізико-механічних властиво-

стей поверхні та її геометричних параметрів;

- є можливість застосування місцевого зміцнення окремих ділянок деталі (без розбирання агрегату);
- використовується малогабаритне і транспортабельне технологічне обладнання;
- електроіскрове легування відноситься до енергозберігаючих методів, оскільки енергоємність процесу у 100 разів нижча, ніж плазмового напилення (споживана потужність установок для електроіскрового легування 0,5–3,5кВт) [32];
- технологічний процес електроіскрового легування екологічно чистий;
- можлива фінішна обробка нанесених покриттів методами поверхнево-пластичного деформування [31];
- забезпечується можливість відновлення зношених деталей по мірі їхнього зносу змінної суцільності та товщини покриття;
- попередня підготовка оброблюваної поверхні до нанесення покриття не потрібна.

Висновки

У результаті виконаного нами порівняльного аналізу методів відновлення зношених деталей машин зі зміцненням поверхневого шару ми виявили, що електроіскровий метод (метод електроіскрового легування) може вважатися одним з оптимальних методів. Грунтуючись на результатах аналізу літературних джерел та досвіді підприємств технічного сервісу, виявили переваги та недоліки методу електроіскрового легування та з'ясували можливості використання його для відновлення зношених поверхонь деталей сільськогосподарської техніки з метою підвищення надійності. Отже, можемо узагальнити результати.

Метод електроіскрового легування (нарощування) може бути альтернативним до традиційних технологій відновлення деталей з поверхневим зміцненням. За деякими ознаками, зокрема низька енергоємність, малогабаритне і мобільне технологічне обладнання, процес є екологічно чистим, він переважає більшість традиційних методів.

Тенденції розвитку технологій електроіскрового легування передбачають заміну дорогих тугоплавких компонентів електродних матеріалів новими, більш дешевими, але ефективними. Це робить його перспективним і досить привабливим для наукових досліджень та застосування у виробництві для відновлення зношених деталей машин.

Зважаючи на простоту використовуваного для електроіскрової обробки обладнання, цей метод відновлення може бути рекомендований для застосування в майстернях технічного сервісу.

Отже, ми виявили оптимальний метод для відновлення зношених деталей техніки, який формує зносостійку поверхневу структуру, має низьку температуру процесу, що виключає утворення зони термічного впливу.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на вищенаведені дані, актуальною задачею є розробка технології відновлення конкретних зношених деталей сільськогосподарської техніки методом електроіскрового легування і вимагає проведення досліджень зі впливу електродних матеріалів та параметрів режиму процесу на властивості поверхонь відновлених деталей.

References

1. Dudnikov, A. A., Dudnik, V. V., Ivankova, O. V., & Burlaka, O. A. (2019). Substantiation of parameters for the technological process of restoring machine parts by the method of plastic deformation. *Eastern-European journal of enterprise technologies*, 1/1 (97), 75–80. doi: 10.15587/1729-4061.2019.156779
2. Afanas'yev, I. A., & Kalhankov, Ye. V. (2016). Shlyakhy pidvyshchennya pislyaremontnoyi nadiynosti turbokompresoriv avtotraktornykh dvyhuniv. *Zbior artykułow naukowych. Konferencji Miedzyn arodowej Naukowo Praktycznej* [In Ukrainian].
3. Khanra, A. K., Pathak, L. C., & Godkhindi, M. M. (2009). Application of new tool material for electrical discharge machining (EDM). *Bulletin of Materials Science*, 32(4), 401–405. doi: 10.1007/s12034-009-0058-0
4. Rao, R. V., & Pawar, P. J. (2009). Modelling and optimization of process parameters of wire electrical discharge machining. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 223 (11), 1431–1440. doi: 10.1243/09544054jem1559
5. Kalyon, A. (2020). Optimization of machining parameters in sinking electrical discharge machine of caldie plastic mold tool steel. *Sādhanā*, 45 (1). doi:10.1007/s12046-020-1305-8

6. Ivankova, O. V. & Bartosh, V. Yu. (2019). Doslidzhennya vplyvu zmitsnyuyuchykh tekhnolohiy vidnovlennya detaley na resurs mashyn. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 199, 54–61 [In Ukrainian].
7. Ho, K., & Newman, S. (2003). State of the art electrical discharge machining (EDM). *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43 (13), 1287–1300. doi: 10.1016/s0890-6955(03)00162-7
8. Prakash, V., Kumar, P., Singkh, P. K., Khuseyn, M., Das, A. K., & Chattopadkh'yaya, S. (2019). Micro-electrical discharge machining of difficult-to-machine materials: A review. *Journal of Engineering Manufacture*, 233 (2), 339–370. doi: 10.1177%2F0954405417718591
9. Lyashenko, B. A., Solovykh, Ye. K., & Mirnenko, V. I. (2010). *Optimizatsiya tekhnologii naneseniya pokrytiy po kriteriyam prochnosti i iznosostoykosti*. Kiyev: IPP NAN Ukrainy [In Russian].
10. Skoblo, T. S., Goncharenko, A. A., Firsova, N. V., & Legkoby, A. N. (2019). Vosstanovleniye detaley elektrodugovoy naplavkoy s ispol'zovaniyem vtorichnogo syr'ya v usloviyakh sovremennykh agrarnykh klasterov. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i magistrantov BGATU* [In Russian].
11. Student, M. M., Hvozdet'skyi, V. M., Stupnytskyi, T. R., & Dzioba, Y. V. (2017). Development of Electrometallic Equipment and Newest Consumables for Applying Protective and Reductive Coatings to Parts of Machinery Used in Mining, Transport, and Food Processing Industries. *Science and Innovation*, 13 (6), 34–38. doi: 10.15407/scine13.06.034
12. Gvozdecki, V. M. (2018). Electric arc restorative and protective coatings from cored wires. *Visnik Nacional'noi' Akademii' Nauk Ukraini*, 03, 79–84. doi: 10.15407/visn2018.03.079
13. Karakurkchi, A. V. (2015). Functional properties of multicomponent galvanic alloys of iron with molybdenum and tungsten. *Functional Materials*, 22 (2), 181–187. doi: 10.15407/fm22.02.181
14. Yar-Mukhamedova, G. S., Sakhnenko, N. D., Ved', M. V., Yermolenko, I. Y., & Zyubanova, S. I. (2017). Surface analysis of Fe-Co-Mo electrolytic coatings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 213, 012019. doi: 10.1088/1757-899x/213/1/012019
15. Skoblo, T. S., Rybalko, N. N., Tykhonov, A. V., & Martynenko, A. D. (2019). Analiz sposobov yz'hotovleniyya, uprochneniyya y vosstanovleniyya lap kul'tyvatora. *Tekhnichnyy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta Transportnoho Kompleksiv*, 15, 60–85 [In Ukrainian].
16. Carcel, B., Sampedro, J., Ruescas, A., & Toneu, X. (2011). Corrosion and wear resistance improvement of magnesium alloys by laser cladding with Al-Si. *Physics Procedia*, 12, 353–363. doi: 10.1016/j.phpro.2011.03.045
17. Guzanova, A., Džupon, M., Draganovská, D., Brezinová, J., Viňáš, J., Čmurej, D., Janoško, E., & Maruschak, P. (2020). The corrosion and wear resistance of laser and mag weld deposits. *Acta Metallurgica Slovaca*, 26 (2), 37–41. doi: 10.36547/ams.26.2.557
18. Lapenko, T. H. & Prasolov, Ye. Ya., (2011) Vidnovlennya detaley sil's'kohospodars'kykh mashyn. *Visnyk Poltavs'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*, 2, 140–144 [In Ukrainian].
19. Kryshchyna, S. I., Petryna, D. Y., Bogatchuk, I. M., Prun'ko, I. B., & Mel'nyk, V. M. (2017). Surface Hardening of 40KH Steel by Electric-Spark Alloying. *Materials Science*, 53 (3), 351–358. doi: 10.1007/s11003-017-0082-y
20. Singh, S., Maheshwari, S., & Pandey, P. C. (2004). Some investigations into the electric discharge machining of hardened tool steel using different electrode materials. *Journal of Materials Processing Technology*, 149 (1-3), 272–277. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2003.11.046
21. Sydorenko, S. I., Ivashchenko, Ye. V., Lobachova, H. H., & Franchik, N. V. (2014). Wearproof of Fe-alloys surface zones after electric-spark alloying and laser treatment in complex composition saturating environments. *Problems of Friction and Wear*, 03(64), 105–109. doi: 10.18372/0370-2197.3(64).8608
22. Skoblo, T. S., Martynenko, A. D., Khar'yakov, A. V., Tykhonov, A. V., & Kylymnyk, A. N. (2004). Povyssheniye kachestva pokrytyy nanesennykh élektroyskrovyim metodom. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. P. Vasylenka. Tekhnichnyy servis APK, tekhnika ta tekhnolohiyi u sil's'kohospodars'komu mashynobuduvanni*, 23, 191–198 [In Ukrainian].
23. Verkhoturov, A. D., Gitlevich, A. Ye., & Mikhaylov, V. V. (2011). Boris Romanovich Lazarenko – avtor vydayushchikhsya otkrytiy v tekhnike XX veka. Uchenyy i organizator nauki. (K 100-letiyu so dnya rozhdeniya). *Elektronnaya obrabotka materialov*, 47 (1), 116–147 [In Russian].
24. Senetskiy, L. (2003). Vospominaniya slovatskikh mashinostroiteley k 60-letiyu elektroerozionnykh tekhnologiy. *Elektronnaya Obrabotka Materialov*, 2, 86–94 [In Russian].

25. Burumkulov, F. Kh., Lezin, P. P., Senin, P. V., Ivanov, V. I., Velichko, S. A., & Ionov, P. A. (2003). *Elektroiskrovyie tekhnologii vosstanovleniya i uprochneniya detaley mashin i instrumentov (teoriya i praktika)*. Saransk: Krasnyy Oktyabr' [In Russian].
26. Ivankova, O. V., Velit, I. A., Bartosh, V. Yu., & Yakimenko, D. I. (2020). Study of the influence of electrode materials on the properties surface of parts during recovery by the method of electro spark. *Journal Modern Scientific Researches*, 13, 34–41. doi: 10.30889/2523-4692.2020-13-01-027
27. Bohatchuk, I. M., & Prun'ko, I. B. (2015). Restavratsiya poverkhon' shypiv khrestovyn kardannykh valiv avtomobiliv za dopomohoyu elektroiskrovoho naroshchuvannya. *Visnyk Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu «KHPI»: Avtomobile- ta traktorobuduvannya*, 8 (1117), 36–41 [In Ukrainian].
28. Smolina, I., Franchik, N., & Lobachova, G. (2011). The influence condition of electro-spark alloying by Al and sequent laser treatment on surface layer of steel GradeB A284. *Journal "Challenges of modern technology"*, 2 (3), 25–28 [In Ukrainian].
29. Bohatchuk, I. M., & Prun'ko, I. B. (2016). Restavratsiya robochykh poverkhon' shtovkhachiv klapaniv dvyhunyiv elektroiskrovym lehuванням z zastosuvannya midnykh elektrodів. *Problemy Trybolohiyi*, 3, 69–72 [In Ukrainian].
30. Kryshchyn, S. I., Petryna, D. Yu., Bohatchuk, I. M., Prun'ko, I. B., & Mel'nyk, V. M. (2017). Pov-erkhneve zmitsnennya stali 40KH elektroiskrovym lehuванням. *Fizyko-Khimichna Mekhanika Materialiv*, 53, (3), 56–62 [In Ukrainian].
31. Martynenko, A. D., Skoblo, T. S., Sidashenko, A. I., Naumenko, A. A., & Khar'yakov, A. V. (2003). Obpabotka PPD povepkhnosti pokpytyi, nanesennykh metodom EIO. *Fizicheskiye i komp'yutepnyye tekhnologii v napodnom khozyaystve: tpudy 8 Mezhdunapodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [In Ukrainian].
32. Prun'ko, I. B., Bohatchuk, Yu. I., & Student, M. M. (2009). Struktura ta zalyshkove napruzhennya u poverkhnevomu shari stolytsi 45 pislya elektroiskrovoho vyhotovlennya elektrodів iz splaviv T15K6 ta VK8. *Mizhvuzivs'kyi Zbirnyk Naukovi Notatky*, 26, 255–260 [In Ukrainian].
33. Sarzhanov, B. A. (2019). Novyy sposib pidvyshchennya yakosti pokryttiv pry vidnovlenni detaley metodom elektroeroziynoho lehuвання. *Mizhvuzivs'kyi Zbirnyk Naukovi Notatky*, 68, 96–102 [In Ukrainian].
34. Bohdanov, A. A., Protsyv, V. V., Patsera, S. T., & Derbaba, V. A. (2020). Alhorytm vybora élektroda pry élektroiskrovom lehyrovanny detaley. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Avtomobil'no-Dorozhn'oho Universytetu*, 88 (1), 113–118. doi: 10.30977/BUL.2219-5548.2020.88.1.113 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 11.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Іванкова О. В., Гаращук О. В., Куценко В. І., Щербина В. В., Чижевський Д. В., Бабич Я. В., Тіхонов М. О. Дослідження методів відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 283–292.

© Іванкова Олена Володимирівна, Гаращук Олена Василівна, Куценко Віра Іванівна, Щербина Владислав Вікторович, Чижевський Дмитро Володимирович, Бабич Ярослав Володимирович, Тіхонов Максим Олександрович, 2020

original article | 631.331.85 | doi: 10.31210/visnyk2020.04.37

EXPERIMENTAL STUDIES OF HYDRO-PNEUMATIC SEEDING MECHANISM OPERATION

Ye. Ya. Prasolov

T. Yu. Ryzhkova*

K. S. Velychko

ORCID  [0000-0002-3378-1224](https://orcid.org/0000-0002-3378-1224)

ORCID  [0000-0002-2403-6396](https://orcid.org/0000-0002-2403-6396)

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

*Corresponding author

E-mail: tetiana.ryzhkova@pdaa.edu.ua

How to Cite

Prasolov, Ye. Ya., Ryzhkova, T. Yu., & Velychko, K. S. (2020). Experimental studies of hydro-pneumatic seeding mechanism operation. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 293–299. doi: 10.31210/visnyk2020.04.37

Well-known constructions of hydraulic and pneumatic seeding mechanisms lead to the injury of seeds and their sprouts during sowing. It is proposed to construct devices for the improvement of seeding quality in a modernized hydro-pneumatic seed drill. Large and sound seeds of cucumber and marrow varieties, which are resistant to drought, were chosen for the research. It includes a system for seed disinfection, a device for seed treatment with ultra-high frequency radiation, a device for counting the number of leaves of a germinated crop and counting the number of seeds. The design of openers which provide the uniformity of sowing germinated seeds by a hydro-pneumatic way was modernized. The physical and mechanical properties of vegetable seeds were studied. It has been determined that the coefficient of seeds friction with the working surface of a spoon and the walls of a seed box and other auxiliary elements affects the quality of sowing, the number of omissions and damage to sprouts during sowing. It has been found out that the least friction of seeds with working surfaces is in polyvinylchloride or fluoroplastic materials. Significant reduction of the friction coefficient is observed when using germinated seeds as sowing material, then the improvement of sowing quality of germinated seeds in comparison with non-germinated is on average 48 %. The use of the proposed water-seed solution, which moistens seeds during sowing, improves the quality of gripping seeds with a spoon. This makes it possible to reorient seeds in a spoon and ensure their secure fixation. The optimal parameters of a hydro-pneumatic seed drill have been determined according to three factors. Analysis of the results showed that seed omission was 2.55 % at the determining parameters within: the frequency of shaft rotation – 18.42... 19.17 sec⁻¹, the spring stiffness of a holder – 541... 547 N/m, the air flow rate towards the seed box – 5.78...6.15 m/s. The proposed technology enables to avoid seed omission and damage to sprouts during sowing vegetables by a hydro-pneumatic seeding mechanism, which provides saving as well as obtaining early yield.

Key words: hydro-pneumatic method, seeding mechanism, germinated seeds, water-seed solution, adhesion force.

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГІДРО-ПНЕВМАТИЧНОГО
ВИСІВНОГО АПАРАТУ****Є. Я. Прасолов, Т. Ю. Рижкова, К. С. Величко**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Відомі конструкції гідравлічних та пневматичних висівних апаратів травмують насіння та їхні ростки під час висіву. Для покращення якості висіву насіння гідро-пневматичну сівалку пропонується модернізувати шляхом вбудованих системи для знезараження насіння, пристрою для обробки насіння надвисочастотним випромінюванням, пристрою для підрахунку кількості листочків пророщеної культури та підрахунку кількості насінин. Також модернізовано конструкцію сошників, які повинні забезпечувати рівномірність висіву пророщеного насіння гідро-пневматичним способом. Для експериментального дослідження відбиралося крупне та неушкоджене насіння сортів огірків і кабаків, які є стійкими до засухи. Вивчалися фізико-механічні властивості насіння овочевих культур та визначався коефіцієнт тертя насіння з матеріалами робочої поверхні ложки, стінками насінневого ящика та іншими допоміжними органами пристрою. Визначено, що найменше тертя насіння з робочими поверхнями у матеріалів ПВХ або фторопласт. При використанні пророщеного насіння у якості висівного матеріалу відбувається значне зниження коефіцієнту тертя, що поліпшує якість висіву пророщеного насіння порівняно з непророщеним на 48 %. Запропоновано використовувати водо-насіннєву рідину для змочення насіння овочів під час висіву, яке шляхом переорієнтації насіння в ложці забезпечує надійну його фіксацію. За трьома факторами визначені оптимальні параметри роботи гідро-пневматичної сівалки. Аналіз експериментальних досліджень показав, що пропуск насіння склав 2,55 % за таких визначальних параметрів: частота обертання вала 18,42...19,17 с⁻¹, жорсткість пружини державки 541...547 Н/м, швидкість потоку повітря у насінневому ящику 5,78...6,15 м/с. Запропонована технологія забезпечує уникнення пропусків насіння та пошкодження ростків під час посіву овочів гідро-пневматичним висівним апаратом, що забезпечує економію й отримання ранньої продукції.

Ключові слова: гідро-пневматичний спосіб, висівний апарат, пророщене насіння, водо-насіннєва рідина, сила адгезії.

Introduction

In Ukraine, vegetable seeds are sown in a row by mechanical seed drills produced in this country – STVT-4, SON-4-2, SOT-4/2 and pneumatic-mechanical ones – SUPO-8, KLEN and of foreign manufacture – Gaspardo-Olimpia, Gaspardo-Orietta, Colibra [24]. The known seed drills are used for sowing vegetable seeds at the operating speed of 5... 8 km / h, their disks and cells correspond to the seed size. Sowing occurs with a given number of seeds per hectare and the complete uniformity of placement in a row and only under favorable conditions that can provide the desired density of plants [21], [22]. Unfortunately, seed drills are not suitable for sowing germinated lightweight seeds.

The problem of the development of a mechanism for sowing germinated seeds is studied by the following scientists: Melnyk V. I., Pastukhov V. I., Bakuma M. V., Manchynskyi Yu. O., Boiko V. B., Bulhakov V. M., Pylypaka S. F., Cherkashchenko H. M., Olkhovskiy M. F., Klimchuk O. D., Trufliak Ye. V., Yarkina D. S., Deshko V. I., Konoval O. O., Kuzmenko L. I., Yashchuk D. A. and others [1, 5, 7, 10, 12, 13, 15–17, 19, 22].

There is a number of seeding mechanisms used in the agro-industrial complex for high-quality sowing of non-granular seeds, which have some disadvantages, primarily related to mechanical damage to seeds and sprouts, and the dependence of seeding rate on the speed of movement [2, 6]. One of the disadvantages of a pneumatic seeding mechanism is the absence of an insulated chamber, which leads to increased airflow. As a result, sowing takes place at a higher pressure than required, so the dosage of sowing may be less effective [1, 5, 7, 10, 12, 13, 15–17, 19, 22].

Research papers also indicate that the appropriate air turbulence could improve obviously the performance of seed loading and reduce a skip index of a seed-metering device where the optimum parameters are determined by the intensity of the secondary turbulence [21]. Previous experiments have shown that a device for precision sowing of seeds, located in a row spacing at a distance of 7.5 cm, is designed to replace a traditional external grooving-wheeled sowing device in order to improve the uniformity of wheat sowing [23]. According to previous studies the performance of a pneumatic air intake sowing device is mainly determined

by its two operating parameters by the quality of seeds – forward speed and under air pressure [20]. The conclusions have been drawn in a recent patent research: based on the low seeding rate of a single seed material, the high degree of seed damage and the low adaptation of seeds to traditional and mechanical precision seeding, a band type seeding device has been developed [18]. However, current studies have many problems, so it is necessary to create combined seed drills to reduce the time gap between the processes of seed treatment and sowing in the soil.

The literature review has shown that there is no universal device for sowing germinated lightweight seeds of vegetables with a given distance between them and the minimization of damage to seeds and their sprouts.

The aim of the study was to determine the possibilities for improving the quality of sowing lightweight seeds with the advanced development of a hydro-pneumatic mechanism.

To achieve this aim, *the following tasks were set*:

- to describe theoretically the proposed principle of seed treatment in a modernized hydro-pneumatic seed drill;
- to carry out a theoretical investigation of the influence of the main design and technological parameters of a hydro-pneumatic seed drill on the process of sowing and ensure high-quality sowing of seeds into the soil avoiding seed omission;
- to substantiate experimentally the value of the friction coefficients relative to germinated seeds and to study the physical and mechanical properties of the germinated vegetable seeds.

It is proposed to build devices for improving the quality of sowing germinated seeds in SPCh-6M pneumatic seed drill, namely: a technical system for seed disinfection, a device for seed treatment with ultra-high frequency radiation, a device for counting the number of leaves of a germinated crop and counting the number of seeds. It is also suggested to modernize the design of openers which provide the uniformity of sowing of germinated seeds by the hydro-pneumatic method [11].

Materials and methods of the research

The research was being done during sowing in LLC “Farming Enterprise “Pershe Travnia” in Novi Sanzhary district, Poltava region in the period of 2019-2020 according to the existing agro-technical requirements and methods of quality control of field work [4] and other standards and techniques by carrying out laboratory and field experiments [8].

Large, plum, sound seeds of cucumbers of Phoenix-640 and Dalnovostochnyi-27 varieties, marrows of Sadko F-1 variety, which are resistant to drought, were selected for the research [3]. Seed material (100 by 100 seeds of each variety) was soaked in a 3 percent solution of common salt, mixed and kept for 5–7 minutes. Heating was carried out with a heating body during a day in order to be close to production germination conditions, then the seeds were soaked in the water again and kept for 2...3 hours until full imbibition. The experiments were being made at a variable germination temperature of 25... 38 °C with fixation of the time of sprout development and its size.

During the experiments, the physical and mechanical properties of the germinated vegetable seeds were studied, namely: the determination of seed friction coefficients and adhesion to the working surface of the spoon and seed parameters [14]. During the operation of a hydro-pneumatic seeding mechanism friction occurs between the seeds and the walls of a seed box, the surfaces of working and auxiliary elements, as well as rest friction of the seeds on the inner surface of a spoon during their transportation to a sowing window. The indicators of friction change under the influence of the following factors: moisture content of the sample, the condition of a working surface. The materials of the experimental surfaces were the most common ones in seed drills: steel, rubber, polyvinyl chloride and fluoroplastic. The indicators of friction were determined on the device of Academician V. A. Zhelihovskiy [14].

Mathematical processing of the results of the experiment was carried out on the basis of a factorial experiment with the formation of a planning matrix, after the implementation of which a mathematical model of the process was developed [9]. The research was aimed at studying the factors influencing the sowing qualities of germinated vegetable seeds, sowing parameters and focused on yield increase.

Research results and their discussion

The analysis of the obtained data indicates that the coefficients of rest friction and sliding friction are within the acceptable values of theoretical coefficients for seeds of similar crops [14]. The coefficients of rest friction and sliding friction of germinated seeds obtained under laboratory conditions have the lowest values

for polyvinyl chloride material: for cucumber Dalnovostochnyi-27 – 0.29 and 0.13, respectively, cucumber Phoenix-640 – 0.39 and 0.19, respectively, marrow Sadko F-1 – 0.41 and 0.20, respectively. The material of fluoroplastic has higher values of coefficients of rest friction and sliding friction of the germinated seeds than polyvinyl chloride, but does not exceed a discrepancy of 15 %. Rubber and steel, which are often used for producing working bodies of a seed drill, have the lowest coefficients mentioned above.

The graphical dependences based on these studies have shown that the low adhesion of seeds to the surface of a spoon is best seen in polyvinyl chloride and fluoroplastic materials (Fig. 1). In addition, the seeds of cucumber Dalnovostochnyi-27 are left the least on these surfaces.

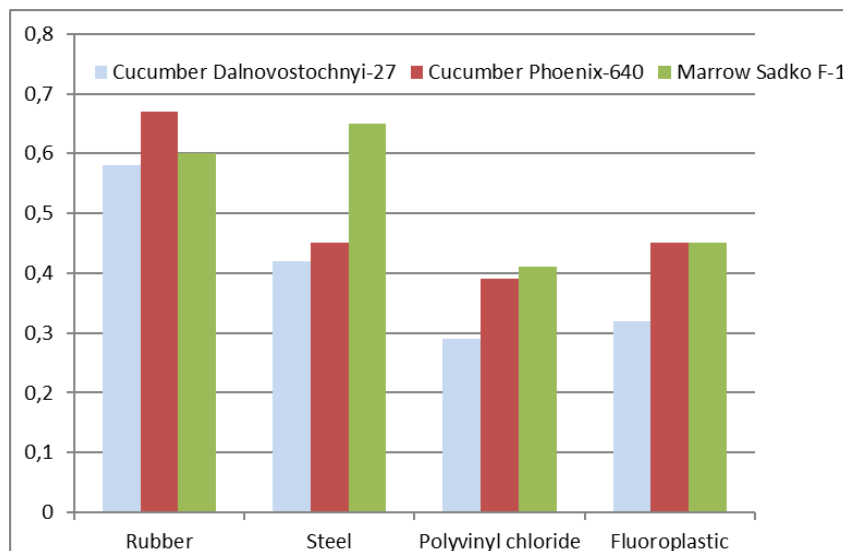


Fig. 1. The coefficients of rest friction for the experimental seeds

Taking into account the experimental studies of the friction coefficients relative to germinated seeds, it has been found that the coefficient of adhesion is lowest in the polyvinyl chloride surface, so it is proposed to use this material for the manufacture of working surfaces touched by seeds (Fig. 2). In addition, comparing the presented graphical dependences, significant reduction in the friction coefficient is observed when using germinated seeds as sowing material. In general, the efficiency of using germinated seeds for sowing only by the friction coefficient is high for polyvinyl chloride surfaces and fluoroplastics, which on average improves the quality of sowing by 2 times.

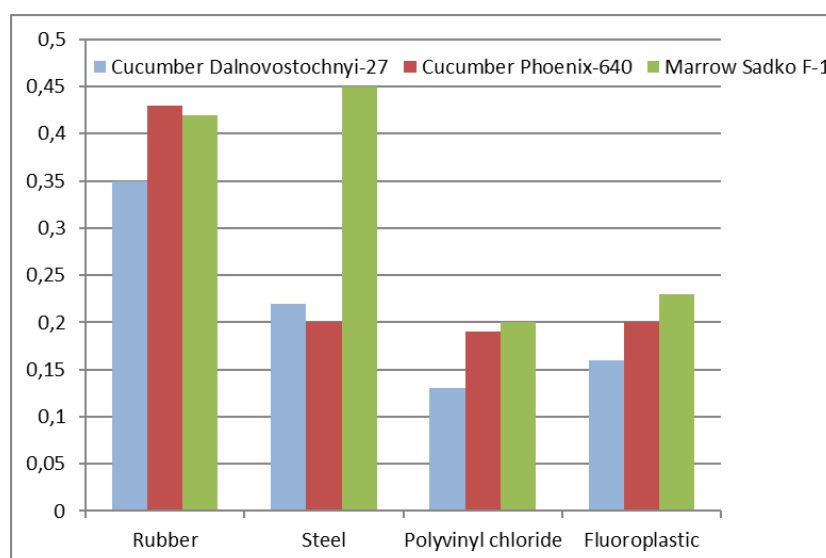


Fig. 2. The coefficients of sliding friction of the germinated experimental seeds

In studies of the physical and mechanical properties of the germinated vegetable seeds, the shape, size and weight which affect the process of filling the spoons of a mechanism with seeds and throwing the seeds into a sowing window were determined. The size was determined up to 0.05 mm, the weight was identified using electronic scales for dry seeds and as a result of their imbibition and germination.

According to the methods of determining the coefficient of seeds adhesion to the surface of a spoon, the adhesion force between two planes, one of which was with vegetable seeds stuck on it, and the other – with a cotton cloth pressed against it, was measured with an electronic dynamometer. A day later, under optimal germination conditions, the adhesion force was measured repeatedly and graphical dependences were determined. The presence of adhesion is also provided by water-seed solution, which is used to soak seeds during sowing. To determine the presence of starch in this solution, a 5 percent alcoholic solution of iodine is added to it. Blue color indicates the presence of starch in the solution. The viscosity of the water-seed solution was measured with a viscometer to determine the optimal adhesion to the seeds in a spoon.

For field studies, a hydro-pneumatic seeding mechanism was used, in the seed box of which a disk was inserted vertically, on which handles with spoons were fixed, where germinated vegetable seeds are loaded together with water. The device has a catcher, the lower part of which is a seeding window, where the air is injected by a compressor and is delivered to a seed box, which ensures the supply of water-seed solution in one direction. Initially, the spoon enters the water-seed solution, which helps to take the seeds and cover the hole. As a result, the pressure under the seeds decreases, which causes reorientation of the seeds in the spoon, and they are held securely. The inertial force has an effect on the spoon, which throws the seeds to the catcher with the help of a spring, then the seeds are sent to the seeding window at a certain interval, as a result, the seeds enter the furrow made by an opener through a seed line.

Matrix planning was used in the experiments; the three variables that have the greatest effect on sowing have been identified: x_1 – shaft speed, s^{-1} ; x_2 – stiffness of the holder spring, N / m ; x_3 – air flow rate towards the seed box, m / s . Seeds omission in percent was chosen as the initial indicator. As a result of mathematical transformations, the optimal values of the factors have been established: $x_1 = 17.97$, $x_2 = 553$, $x_3 = 6.12$. The adequacy of mathematical models was checked by Fisher's criterion. The graphic images of surfaces in the software product Statistica have been created (Fig. 3) according to the research results in compliance with regression equations. The analysis of the results have shown that the seeds omission is 2.55 % at the following values of the factors: $x_1 = 18.42 \dots 19.17 s^{-1}$, $x_2 = 541 \dots 547 N/m$, $x_3 = 5.78 \dots 6.15 m/s$.

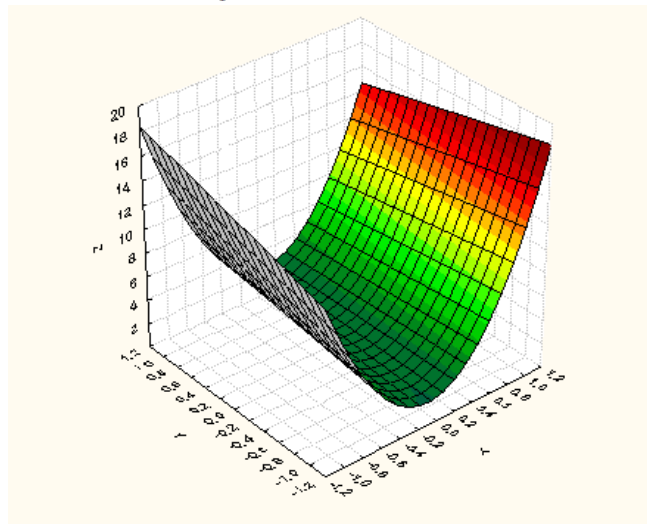


Fig. 3. Graphic presentation of the surface of variables interaction

The economic efficiency according to the standard methods has been calculated. The increase in net profit per 1 ha of crops is UAH 707.00 for the seeds of Dalnovostochnyi-27 cucumbers, UAH 4730.00 – Phoenix-640 cucumbers, UAH 4060.00 – Sadko F-1 marrows.

The research results were compared with research papers [1] and [5], which describe laboratory

investigations of crop seeds different from those considered in our work. A wider range of methods used by us for studying the physical and mechanical properties of germinated vegetable seeds with the simultaneous study of technical parameters of the working elements of a hydro-pneumatic seed drill improved by us expands the possibilities of their use in further research and practice. The proposed principle of seed treatment in an advanced hydro-pneumatic seed drill will ensure high-quality sowing of seeds in the soil avoiding seed omission. Due to covering a variety of laboratory and field methods of research, the clarifying values of the coefficients of rest friction of lightweight seeds and sliding friction of germinated seeds were obtained.

Conclusions

It has been found out that the existing seeding mechanisms in the process of sowing germinated lightweight vegetable seeds do not provide effective high-quality sowing due to the sticking of some seeds on the surfaces of working bodies. The proposed principle of seed treatment in a modernized hydro-pneumatic seed drill enables to optimize the process of sowing seeds and ensure high-quality sowing of seeds into the soil avoiding seed omission. To achieve this, the adhesion force is reduced by changing the air supply rate in the box, in particular, for germinated cucumber seeds, the air supply rate is 2.77–3.15 m/s, for marrows – 3.35 m/s. The results of the field studies showed that the germinated seeds, which were soaked in the water-seed solution, came from the sowing depth of 8 cm after 5 days with springing up of 98 %, and dry under-germinated ones – from the depth of 8 cm after 14 days with springing up of 50 %.

Prospects for future research. The advantage of the proposed technology is the avoidance of seed omissions and damage to sprouts in the process of sowing vegetables with a seeding mechanism, which ensures saving lightweight seeds and obtaining early yields. The results of the laboratory and field studies confirmed the theoretical justification for the practical use of an advanced hydro-pneumatic seed drill.

References

1. Abezin, V. G., & Tseplyaev, A. N. (2010). Vysewayushchie apparaty dlya tochnogo vyseva prorashchennyh semyan ovoshchnykh i bahchevykh kultur. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa : Nauka i Vysshee Professionalnoe Obrazovanie*, 4 (20), 149-157 [In Russian].
2. Vasilkovska K. V., & Vasilkovskij, O. M. (2014). Vplyv formy i tipu komirok visivnogo diska na yakist dozuvannya nasinnya. *Vostochno-Evropejskij Zhurnal Peredovykh Tehnologij*, 6–7 (72), 33–36. doi: 10.15587/1729-4061.2014.29272 [In Ukrainian].
3. Grekova, N. V., Lazaryeva, O. M., Lyubovich, O. A., Onopriyenko, D. M., & Shemavnov, V. I. (2010). *Ovochivnictvo vidkritogo gruntu*. Dnipropetrovsk: DDAU [In Ukrainian].
4. Dosphehov, B. A. (1985). *Metodika provedeniya polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
5. Lazarenko, Ya. S., & Tseplyaev, A. N. (2010). Sovershenstvovanie poseva prorosshimi semenami ovoshchnykh kultur. *Nauka i molodyozh: novye idei i resheniya : materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh issledovateley*. Volgograd: IPK FGBOU VPO Volgogradskij GAU «Ni-va» [In Ukrainian].
6. Mazorenko, D. I., Yashuk, A. I., Pastuhov, V. I., & Harchenko, S. O. (2010). *Mehanizovani tehnologiyi v ovochivnictvi, bashtannictvi ta nasinnictvi : kurs lekcij*. Harkiv: HNTUSG [In Ukrainian].
7. Melnik, V., Tsiganencko, M., Anikeev, A., & Syrovitskiy, K. (2015). Ekonomicheskaya effektivnost elementov sistemy tochnogo zemledeliya. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 17 (7), 61–66 [In Russian].
8. Bondarenko, G. L., & Yakovenko, K. I. (Eds.). (2001). *Metodika doslidnoyi spravi v ovochivnictvi i bashtannictvi*. Harkiv: Osnova [In Ukrainian].
9. Nechayev, V. P., Beridze, T. M., & Kononenko, V. V. (2005). *Teoriya planuvannya eksperimentu : navchalnij posibnik*. Kiyiv: Kondor [In Ukrainian].
10. Pastukhov, V. I. (2012). Perspektyvy rozvytku promyslovoho vyrobnytsva ovochiv v Kharkivskomu rehioni. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu Silskoho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 124 (1), 221–232 [In Ukrainian].
11. Prasolov, Ye. Ya., Ryzhkova, T. Yu., & Velychko, K. S. (2020). Udoskonalennia hidro-pnevmatychnoho vysivnogo aparatu. *Tekhnolohii i zasoby mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytsva : materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh, studentiv ta aspirantiv*,

Poltava: PDAA [In Ukrainian].

12. Sisolin, P. V., & Sviren, M. O. (2004). *Visivni aparati sivalok (evolyuciya konstrukcij, rozrahunki parametiv) : posibnik dlya studentiv visih navchalnih zakladiv iz specialnosti «Mashini ta obladnannya silskogospodarskogo virobnictva»*. Kirovograd: Kirovogradskij nacionalnij tehnicnij universitet [In Ukrainian].

13. Truflyak, E. V., Kurchenko, N. Yu., & Yarkin, D. S. (2014). Izuchenie gidroposeva ovoshnyh kultur s primeneniem elektroaktivirovannoj vody. *Politematicheskij Setevoj Elektronnyj Nauchnyj Zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 02 (096), 66–79 [In Russian].

14. Carenko, O. M., Vojtyuk, D. G., Shvajko, V. M., Dovzhik, M. Ya., & Yacun, S. S. (2003). *Mehaniko-tehnologichni vlastivosti silskogospodarskih materialiv : pidruchnik*. Kiyiv: Meta [In Ukrainian].

15. Tseplyaev, A. N., Shaprov, M. N., Martynov, I. S., & Abezin, D. A. (2009). Innovatsionnye tehnologii i sredstva mehanizatsii poseva semyan bahchevyh kultur. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa: Nauka i Vysshee Professionalnoe Obrazovanie*, 2, 88–94 [In Russian].

16. Yashchuk, D. A., Olkhovskiy, N. F., Bakum, M. V., & Manchynskiy, Yu. O. (2008). Do obhruntuvannia novoho sposobu sivby nasinnia ovochevykh kultur. *Visnik Harkivskij Nacionalnij Tehnicnij Universitet Silskogo Gospodarstva imeni Petra Vasilenka*, 75 (1), 174–178 [In Ukrainian].

17. Asagi, N., Ueno, H., Sekiya, H., & Ogiwara, H. (2008). Establishment of Rice Seedlings by Direct Sowing of Multiple Seed Pellets on Paddy Soil Covered with Legume Living Mulch. *Plant Production Science*, 11 (3), 361–365. doi: 10.1626/pp.s.11.361.

18. Geng, D. Y., Du, R. C., Zhang, D. L., & Dan, L. (2013). Experimental Research on Belt Type of Precision Seed-Metering Device. *Advanced Materials Research*, 712–715, 1339–1342. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.712-715.1339

19. Garrett, R. E., Shafii, S., & Upadhyaya, S. K. (1994). Encapsulation of Seeds in Gel by Impact. *Applied Engineering in Agriculture*, 10 (2), 183–188. doi: 10.13031/2013.25839

20. Jia Liu, Tao Cui, Dongxing Zhang, Li Yang, & Song Shi. (2012). Experimental study on the impacts of operating parameters to the performance of air-blowing seed-metering device. 2012 Dallas, Texas, July 29 – August 1, 2012. doi: 10.13031/2013.41934

21. Song, Shi., Dongxing, Zhang, Li, Yang, Tao, & Cui, Kehong, LI (2014). Effect of Air Disturbance on Seed-filling Performance of The Pneumatic Precision Seed-metering Device for Maize. Michigan: Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph., doi: 10.13031/aim.20141906809

22. Taylor, A. G., Eckenrode, C. J., & Straub, R. W. (2001). Seed Coating Technologies and Treatments for Onion: Challenges and Progress. *HortScience*, 36 (2), 199–205. doi: 10.21273/hortsci.36.2.199

23. Zhao, X., Du, X., Ma, Z., Yu, H., & Zhang, J. (2015). Design and Experiment of Swallow line Wheat Precision Seed-metering Device. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 8 (6), 411–416. doi: 10.19026/ajfst.8.1536

24. UAGRO zapchastini. Retrieved from: <https://ukragrozapchast.ua/ru/sejalki/> [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 16.10.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Прасолов, Є. Я., Рижкова Т. Ю., Величко К. С. Експериментальне дослідження роботи гідропневматичного висівного апарату. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 293–299.

© Прасолов Євгеній Якович, Рижкова Тетяна Юріївна, Величко Кирило Сергійович, 2020

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*
Літературні редактори: *Дедушно А. В.*
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*
Комп'ютерна верстка та дизайн: *Свєшнікова А. О.*
Під час створення макету було використано матеріали,
які знаходяться у вільному доступі мережі Інтернет.

Формат 60х90/8. Ум. друк. арк. 18,6. Тираж 300 пр. Зам. № 96.
Видавець і виготовлювач: Полтавська державна аграрна академія.
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Григорія Сковороди, 1/3.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2174 від 26.04.2005 р.