



ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

2'2021

Матеріали друкуються
мовами оригіналів –
українською та англійською

Науково-виробничий
фаховий журнал
2021, № 2 (101)

**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», 2021



POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

2'2021

Materials are published in original
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production
professional journal**
2021, № 2 (101)

**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, 2021

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

Виходить чотири рази на рік.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова Редакційної ради

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

Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

Заступники голови Редакційної ради

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

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

Заступник головного редактора

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

Редакційна колегія з галузі «Сільське господарство»:

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

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

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

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

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

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

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

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

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

М. РАЙФУР, док. габ (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

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

А. М. ШОСТЯ, к. с.-г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»:

А. А. АНТІПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

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

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

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

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

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

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

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

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

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Технічні науки»:

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

Члени Ради почесних членів:

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

Журнал рекомендовано до друку за рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 23 від 01.06.2021 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), 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. 23 of 01.06.2021).

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), 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>Польовий В. М., Яценко Л. А., Ровна Г. Ф., Гук Б. В.</i> Винесення та повернення основних елементів живлення з продукцією ячменю (<i>Hordium vulgare</i> L.) на провапнованому дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся.....	13
<i>Короткова І. В., Горобець М. В., Чайка Т. О.</i> Вплив стимуляторів росту на продуктивність сортів ячменю ярого	20
<i>Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Доронін С. М., Полежак Є. Ю.</i> Вплив попередників і строків сівби пшениці озимої на зимостійкість та ураженість фітопатогенами	31
<i>Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А.</i> Вплив погодних умов на формування продуктивності конюшини лучної на Правобережжі Лісостепу України	38
<i>Гангур В. В., Кочерга А. А., Пипко О. С., Лень О. І.</i> Ефективність мікродобрив за обробки насіння та листового підживлення посівів пшениці озимої	46
<i>Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С.</i> Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи	52
<i>Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Тимошук Т. М., Маренич М. М.</i> Формування фонду вітаміну С у плодах черешні під впливом погодних чинників	59
<i>Білявська Л. Г., Білявський Ю. В.</i> Сучасний стан насінництва жита озимого в Україні	67
<i>Марініч Л. Г., Бараболя О. В., Кавалір Л. В.</i> Порівняльна оцінка ефектів загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого методом полікросу та діалельного аналізу за елементами кормової та насінневої продуктивності	74
<i>Іщенко В. А.</i> Вплив застосування регуляторів росту на урожайність та формування елементів продуктивності рослин ячменю ярого в умовах степової зони України	81
<i>Єрашова М. В.</i> Формування елементів структури врожайності різних сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування.....	86
<i>Крамарьов С. М., Бандура Л. П., Артеменко С. Ф., Крамарьов О. С., Писаренко П. В.</i> Зміни агрофізичних властивостей чорнозему звичайного за довготривалого землекористування та економічне стимулювання їх відновлення	93
<i>Ярчук І. І., Мельник Т. В., Черних С. А.</i> Технологічні якості та урожайність зерна пшениці твердої озимої залежно від застосування біологічно активних препаратів	106
<i>Рожко І. І., Дьомін Д. Г., Кулик М. І.</i> Вплив біометричних показників рослин на врожайність біомаси інтродукованих малопоширених енергетичних культур.....	114

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Тараненко А. О., Цьова Ю. А., Приставський М. М.</i> Наукові засади формування регіональної адаптивної стратегії управління гідросистемою (на прикладі р. Ворскли в межах Полтавської області)	124
--	-----

<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Середа М. С., Корчагін О. П.</i> Удосконалення регулювання евтрофікації водних об'єктів за допомогою біологічних методів	135
---	-----

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

<i>Усенко С. О., Васильєва О. О., Кравченко О. І., Шаферівський Б. С., Карунна Т. І., Желізняк І. М., Карбан Ю. В.</i> Історичні аспекти та перспективи розвитку козівництва в Україні	145
<i>Халак В. І., Гутий Б. В., Ільченко М. О., Смыслов С. Ю.</i> Мінливість та асоціативний зв'язок деяких біохімічних показників сироватки крові і фізико-хімічних властивостей м'язової тканини молодняку свиней великої білої породи	152
<i>Шостя А. М., Павлова І. В., Усенко О. О., Мороз О. Г., Слинько В. Г., Краснощок О. О., Літвінов П. Ю.</i> Вплив кормової добавки «Гумілід» на відтворювальну здатність свиноматок	158
<i>Усачова В. Є., Мироненко О. І., Поліщук А. А., Слинько В. Г., Волощук М. В.</i> Градація адаптаційних здатностей свиней різних генотипів залежно від технологічних умов	165
<i>Крамаренко О. С., Крамаренко С. С.</i> Неінфекційні фактори, що впливають на смертність поросят до відлучення.....	172
<i>Шостя А. М., Сябро А. С., Ковальчук І. І., Краснощок О. О., Чухліб Є. В., Березницький В. І.</i> Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників під час вживання різних кормових добавок.....	181
<i>Безпалий І. Ф., Постосенко В. О., Поліщук А. А.</i> Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару	188

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Кручиненко О. В.</i> Порівняння копроовоскопічних методів діагностики В. Н. Трача, МакМастера й Міні-Флотак у разі ураження курей <i>Ascaridia galli</i> та <i>Trichostrongylus tenuis</i>	194
<i>Михайлютенко С. М., Жулінська О. С.</i> Динаміка живої маси гусенят за амідостомозу в гусей	200
<i>Прийма О. Б.</i> Діагностична ефективність удосконаленого способу лабораторної діагностики стронгілятозів органів травлення кіз	206
<i>Киричко О. Б., Киричко Б. П., Титаренко О. В., Сидоренко В. В.</i> Застосування розчину Полтавського бішофіту для профілактики ентероінфекцій та формування колострального імунітету телят	213
<i>Люлін П. В., Богач М. В.</i> Структурна біорізноманітність паразитоценозів кишкового каналу індиків Східного регіону України.....	220
<i>Кулинич С. М., Дехнич І. С., Звенігородська Т. В.</i> Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій сечового міхура у дрібних тварин.....	229
<i>Касяненко О. І., Рисований В. І.</i> Клініко-епізоотичні особливості перебігу ектопаразитозів у великої рогатої худоби	236

<i>Стародуб Є. С.</i> Дезінвазійні властивості сучасних дезінфікуючих засобів відносно яєць нематод <i>Trichostrongylus tenuis</i>	242
<i>Нагорна Л. В.</i> Епізоотична ситуація щодо гельмінтозів водоплавної птиці в господарствах Сумської області	248
<i>Локес-Крупка Т. П., Канівець Н. С., Каришева Л. П., Соболєва О. Д., Обідний Я. Р.</i> Рентгенологічне дослідження собаки за наявності розширеного стравоходу (клінічний випадок)	254

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Самойленко Т. В., Арендаренко В. М., Антонець А. В., Кошова О. П.</i> Про ударну взаємодію падаючого зерна пшениці на жорстку бетонну основу силосу	259
<i>Іванов О. М., Сімонов К. В.</i> Теоретично-імовірнісний підхід до оцінки рівня травмування зерна при транспортуванні	266
<i>Костенко О. М., Лапенко Т. Г., Опара Н. М., Дудник В. В., Шпилька М. М., Дрожжана О. У.</i> Методика статистичного аналізу, короткострокового прогнозування травматизму та шляхів його профілактики в агроінженерії	273
<i>Дудніков А. А., Дудніков І. А., Дудник В. В., Бурлака О. А.</i> Способи відновлення деталей сільськогосподарських машин	280

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

<i>Poliovyi V. M., Yashchenko L. A., Rovna H. F., Huk B. V.</i> Removal and return of main nutrient elements with barley (<i>Hordium vulgare</i> L.) products on limed sod-podzolic soil of Western Polissia	13
<i>Korotkova I. V., Gorobets M. V., Chaika T. O.</i> Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties	20
<i>Barabolia O. V., Liashenko V. V., Doronin S. M., Polezhak Ye. Yu.</i> Influence of precursors and sowing time of winter wheat on winter hardiness and infestation with phytopathogens	31
<i>Polevoy A. M., Bozhko L. E., Barsukova E. A.</i> The influence of weather conditions on the formation of meadow clover productivity on the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine	38
<i>Hanhur V. V., Kocherha A. A., Pypko O. S., Len O. I.</i> The effectiveness of microfertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops	46
<i>Len O. I., Totyskiy V. M., Hanhur V. V., Yermenko L. S.</i> The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids	52
<i>Ivanova I. Ye., Serdyuk M. Ye., Tymoshchuk T. M., Marenych M. M.</i> The formation of vitamin C fund in sweet cherry fruits under the effect of weather factors	59
<i>Biliavska L. H., Biliavskiy Yu. V.</i> Current state of winter rye seed production in Ukraine	67
<i>Marinich L. H., Barabolia O. V., Kavalir L. V.</i> Comparative assessment of total combining ability effects of smooth brome-grass samples using poly-cross method and diallel analysis by elements of feed and seed productivity	74
<i>Ishchenko V. A.</i> Effect of applying growth regulators on yield and formation of productivity elements of spring barley plants in the conditions of the Steppe zone of Ukraine	81
<i>Yerashova M. V.</i> Formation of yield structure elements in different varieties of winter wheat depending on growing conditions	86
<i>Kramarov S. M., Bandura L. P., Artemenko S. F., Kramarov O. S., Pysarenko P. V.</i> Changes in agro-physical properties of ordinary black soil with long-term land use and economic incentives for its recovery	93
<i>Yarchuk I. I., Melnyk T. V., Chernykh S. A.</i> Technological qualities and productivity of hard winter wheat grain depending on use of biologically active preparations	107
<i>Rozhko I., D'omin D., Kulyk M.</i> Influence of plant biometrics on biomass yield of introduced rare energy crops	114

AGRICULTURE. ECOLOGY

<i>Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Taranenko A. O., Ts'ova Yu. A., Prystav's'kyi M. M.</i> Scientific fundamentals of forming regional adaptive strategy of hydro-system management (on the example of the Vorskla river in Poltava region)	124
<i>Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dyachenko O. Yu., Sereda M. S., Korchahin O. P.</i> Improving eutrophication regulation of water bodies by using biological methods	135

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Usenko S. O., Vasiliva O. O., Kravchenko O. I., Shaferivskyi B. S., Karunna T. I., Zeliznyk I. M., Karban Y. V.</i> Historical aspects and prospects for development of goat breeding in Ukraine	145
<i>Khalak V. I., Gutyj B. V., Il'chenko M. O., Smyslov S. U.</i> Variability and associative relationship of some biochemical indicators of blood serum and physical-chemical properties of Large White breed stores' muscle tissue.....	152
<i>Shostya M., Pavlova I., Usenko O., Moroz O., Slynko V., Krasnoshchok O., Litvinov P.</i> Influence of the humilid feed additive on the reproductive ability of sows	158
<i>Usachova V. Ye., Myronenko O. I., Polishchuk A. A., Slynko V. G., Voloshchuk M. V.</i> Adaptability gradation of different genotype pigs depending on technological conditions	165
<i>Kramarenko A. S., Kramarenko S. S.</i> Non-infectious factors associated with pre-weaning mortality in piglets	172
<i>Shostya A. M., Siabro A. S., Kovalchuk I. I., Krasnoshchok O. O., Chukhlib Ye. V., Berezhnyskyi V. I.</i> Pro-oxidant-antioxidant homeostasis in boars' sperm under the influence of different feed additives	181
<i>Bezpalyy I. F., Postoienko V. O., Polishchuk A. A.</i> Biotechnological factors of bees' ethology during nectar collection	188

VETERINARY MEDICINE

<i>Kruchynenko O. V.</i> Comparison of coproovoscopic diagnostic methods of V. N. Trach, McMaster and Mini-Flotac for hens' infestation with <i>Ascaridia galli</i> and <i>Trichostrongylus tenuis</i>	194
<i>Mykhailiutenko S., Zhulinska O.</i> Dynamics of goslings' live weight at amidostomosis of geese.....	200
<i>Prima O. B.</i> Diagnostic effectiveness of the improved method of laboratory diagnostics of goat digestive organs' stongylatoses	206
<i>Kyrychko O. B., Kyrychko B. P., Titarenko O. V., Sydorenko V. V.</i> Poltava bischofite solution application for enteroinfections prevention and calves colostrum immunity formation	213
<i>Liulin P. V., Bogach M. V.</i> Structural biodiversity of turkey intestines' parasitocenoses in the Eastern region of Ukraine.....	220
<i>Kulynych S. M., Dehnych I. S., Zvenihorodska T. V.</i> Use of ultrasound examination as a method of diagnosing urinary bladder pathologies of small animals	229
<i>Kasianenko O. I., Risovanyi V. I.</i> Clinical and epizootic features of cattle external parasitoses' development.....	236
<i>Starodub Ye.</i> Disinfection properties of modern disinfectants against <i>Trichostrongylus tenuis</i> nematode eggs	242
<i>Nagorna L. V.</i> Epizootic situation regarding helminthiasis of waterfowl on farms of Sumy region.....	248
<i>Lokes-Krupka T. P., Kanivets N. S., Karysheva L. P., Soboleva O. D., Obidnyi Ya. R.</i> X-ray examination of dog for the esophagus dilatation (clinical case)	254

TECHNICAL SCIENCES

<i>Samoilenko T. V., Arendarenko V. M., Antonets A. V., Koshova O. P.</i> On impact interaction of falling wheat grain on rigid concrete silo base.....	259
<i>Ivanov O. M., Simonov K. V.</i> Theoretical and probability approach to the assessment of the level of grain damage during transportation.....	266
<i>Kostenko O. M., Lapenko T. G., Opara N. M., Dudnyk V. V., Shpylka M. M., Drozhchana O. U.</i> Methodology of statistical analysis, short-term forecasting of industrial injuries and ways of their prevention in agro-engineering	273
<i>Dudnikov A. A., Dudnikov I. A., Dudnyk V. V., Burlaka O. A.</i> Methods of restoring parts of agricultural machines	280



original article | UDC 633.15:631.81,033: 631.445.21(447.81) | doi: 10.31210/visnyk2021.02.01

REMOVAL AND RETURN OF MAIN NUTRIENT ELEMENTS WITH BARLEY (*HORDIUM VULGARE* L.) PRODUCTS ON LIMED SOD-PODZOLIC SOIL OF WESTERN POLISSIA

V. M. Poliovyi*

L. A. Yashchenko

H. F. Rovna

B. V. Huk

ORCID  [0000-0002-3133-9803](https://orcid.org/0000-0002-3133-9803)ORCID  [0000-0003-1407-0133](https://orcid.org/0000-0003-1407-0133)ORCID  [0000-0002-7599-5650](https://orcid.org/0000-0002-7599-5650)ORCID  [0000-0002-8666-2667](https://orcid.org/0000-0002-8666-2667)

Institute of Agriculture of Western Polissia of the National Academy of Agrarian Sciences, village of Shubkiv, Rivne region, 35325, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: rivne_apv@ukr.net

How to Cite

Poliovyi, V. M., Yashchenko, L. A., Rovna, H. F., & Huk, B. V. (2021). Removal and return of main nutrient elements with barley (*Hordium vulgare* L.) products on limed sod-podzolic soil of Western Polissia. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 13–19. doi: 10.31210/visnyk2021.02.01

The nutrient elements' removal is determined by the amount of their accumulation in the harvested part of the product. The aim of research was to determine the level of removal and return part of the main elements with spring barley straw in the soil, and the relative amount of removal per 1 ton of grain and straw. Different doses and types of lime materials (0.5–1.5 Ha of dolomite and 1.0 Ha of limestone), and recommended rate of fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{90}$) under spring barley with addition of sulfur S_{40} and microelements (ME) in the form of Nutrivant Plus grain micro-fertilizer were studied while conducting chemical reclamation of sod-podzolic soil. Liming and fertilizing had a positive effect on the grain and straw yield and changing the structure of barley plants. A wider ratio between grain and straw such as 1: 1.09 and 1: 1.04 in the variants of control and at application of $N_{90}P_{90}K_{90}$ indicated the increased development of by-products (straw). Decreasing grain: straw ratio to 0.83–0.96 on the limed variants affected the amount of nitrogen, phosphorus and potassium removal more than the dynamics of elements' content depending on the yield of grain and straw. The higher NPK content in the dry matter was observed in variants with the addition of sulfur (S_{40}) and Nutrivant Plus grain micro-fertilizer (2 kg/ha) in foliar application. Different levels of NPK removal were registered at changing the content of elements and yield of barley grain and straw. In grain, the highest amount of removal was noted for nitrogen (38.4–66.3 kg/ha) and phosphorus (18.1–31.7 kg/ha), while in straw potassium prevailed (36.5–45.8 kg/ha). Nutrients return with straw to the soil depended on fertilizing and liming and was at the level of 34.1–38.7 % for nitrogen, 19.2–30.9 % for phosphorus, 63.9–73.4 % for potassium of the total removal by plants. Thus, potassium return was by 2.0–2.7 times higher than that of nitrogen and phosphorus. The removal by 1 ton of straw on average according to the results of the research (without control) was 8.5 kg/t of nitrogen, 2.5 kg/t of phosphorus and 11.0 kg/t of potassium. These indicators can be used for developing nutrition system of the next crop depending on by-product amount and returning it at adding barley residues to the soil.

Key words: barley, nitrogen, phosphorus, potassium, grain, straw, total uptake, return, removal.

ВИНЕСЕННЯ ТА ПОВЕРНЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ З ПРОДУКЦІЄЮ ЯЧМЕНЮ (*HORDIUM VULGARE* L.) НА ПРОВАПНОВАНОМУ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ**В. М. Польовий, Л. А. Яценко, Г. Ф. Ровна, Б. В. Гук**

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН, с. Шубків, Рівненська область, Україна

Винесення елементів живлення визначається кількістю їх накопичення в зібраній частині продукції. Мета досліджень – визначити рівень господарського винесення та повернення частини елементів із соломою ячменю ярого, величину виносу на 1 т зерна і соломи. Дослідження проводили за умови хімічної меліорації дерново-підзолистого ґрунту різними дозами, визначеними за показником гідролітичної кислотності ґрунту (H_2), і видами вапнякових матеріалів (0,5–1,5 H_2 доломітового і 1,0 H_2 вапнякового борошна), систематичного внесення рекомендованої норми добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$) під ячмінь ярий із додаванням сірки S_{40} і мікроелементів (МЕ) у формі мікродобрива Нутривант Плюс зерновий. Вапнування і удобрення мало позитивний вплив на урожайність зерна і соломи ячменю, зміну структури рослин. У контролі та в разі внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ ширше відношення між зерном і соломою 1 : 1,09 і 1 : 1,04 вказує на посилений розвиток побічної продукції. Звуження співвідношення на провапнованих варіантах до 0,83–0,96 вплинуло на величину виносу азоту, фосфору і калію переважно через урожайність зерна і соломи, ніж динаміки вмісту елементів. Істотніші показники вмісту НРК у сухій речовині відзначено за умови додавання сірки (S_{40}) і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) позакоренево. За рахунок зміни вмісту елементів і урожайності в зерні і соломі спостерігаються різні рівні виносу НРК. У зерні найвища кількість винесення відзначена для азоту (38,4–66,3 кг/га) і фосфору (18,1–31,7 кг/га), тоді як у соломі переважав калій (36,5–45,8 кг/га). Тобто повернення азоту із соломою залежно від удобрення і вапнування перебувало на рівні 34,1–38,7 %, фосфору 19,2–30,9 %, калію 63,9–73,4 % від господарського виносу. Отже, повернення останнього у 2,0–2,7 рази перевищує азот і фосфор. Винесення на формування 1 т соломи в середньому за результатами досліджуваних варіантів (без контролю) становило 8,5 кг/т азоту, 2,5 фосфору і 11,0 кг/т калію. Цей показник є більш стабільною величиною, що дозволить корегувати систему живлення наступної культури залежно від кількості побічної продукції та повернення елементів при її зароблянні у ґрунт.

Ключові слова: ячмінь, азот, фосфор, калій, зерно, солома, господарське винесення, повернення, винос одиницею урожаю.

Вступ

Ярі зернові культури загалом позитивно реагують на агрохімічний фон і умови вирощування, тому реалізація продуктивних можливостей ячменю в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах значною мірою залежить від оптимізації цих факторів. Для умов Західного Полісся на ґрунтах із низькою природною родючістю проведення хімічної меліорації є визначальним чинником продуктивності культури поряд із оптимальною системою живлення, яка повинна розроблятися з урахуванням необхідних вимог культури до кількісного і якісного складу поживних речовин [1].

Величина виносу елементів живлення є базовою основою при визначенні норм добрив на плановану урожайність практично всіма балансово-розрахунковими методами та при вивченні питань балансу поживних елементів [2]. Накопичення поживних речовин культурою значною мірою залежить від біологічного урожаю та концентрації поживних речовин у рослині на клітинному рівні [3]. Динаміка вмісту елементів живлення в рослинному організмі зумовлена дією факторів, найбільш визначальними серед яких є використання добрив [4], чергування культур у сівозміні [5], реакції ґрунтового розчину [6].

Відчуження елементів живлення із ґрунту визначається кількістю їх накопичення у зібраній частині продукції. Вилучення всієї надземної продукції зернових культур із полів має негативні наслідки впливу на властивості ґрунту та кругообіг поживних речовин. Видалення соломи збільшує швидкість виснаження поживних речовин порівняно із системами, де видаляється лише зерно [8]. Отже, потреба рослин у елементах живлення характеризується величиною виносу тієї їх частини, яка міститься в товарній продукції і вивозиться з поля під час збирання врожаю [9].

Потрібно зазначити, що загальний винос елементів залежить не тільки від рівня урожайності, але й низки факторів, які впливають на її формування, таких як ґрунтово-кліматичні умови, норми застосованих добрив, сортові особливості [10]. За даними [11] на формування 1 тони зерна та відповідної кількості побічної продукції ячмінь ярий виносить із ґрунту 14–27 кг азоту, 11–15 кг фосфору та 13–24 кг калію. Тоді як у дослідженнях [12] відносний винос азоту вимірювався в межах 18,0–22,3 кг, фосфору – 8,5–9,8 кг, калію – 16,7–28,0 кг. За багаторічними показниками [13] винос основних елементів на одиницю продукції коливався від 19 до 44 г/т по азоту, від 8 до 15 – по фосфору, від 15 до 44 кг/т по калію. Тому істотна варіабельність даних та недостатня інформативність для умов Західного Полісся потребують уточнення щодо відносного виносу поживних елементів продукцією ячменю ярого, що дозволить урахувати рівень їх повернення та обґрунтувати раціональні системи живлення культури для дерново-підзолистого ґрунту.

Мета досліджень встановити величину виношення азоту, фосфору і калію продукцією ячменю ярого, рівень можливого повернення елементів із соломою, а також показник їх відносного виносу залежно від удобрення і вапнування на дерново-підзолистому зв'язано-піщаному ґрунті Західного Полісся.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проведені у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Досліджувана культура – ячмінь ярий, який вирощувався 2017, 2019, 2020 рр. на дерново-підзолистому зв'язано-піщаному ґрунті в сівозміні: пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий. Площа посівної ділянки 99 м², облікової 50 м², повторність – триразова, розміщення – послідовне. Технологія вирощування загальноприйнята для зони Полісся [14].

Мінеральні добрива N₉₀P₉₀K₉₀ вносили в основне удобрення відповідно до схеми дослід у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Норму хімічних меліорантів визначено за величиною гідролітичної кислотності ґрунту (Нг) і внесено перед закладанням стаціонарного дослід. Для позакореневого підживлення мікроелементами (МЕ) використовували добриво Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) у фазу кущення і на початку виходу в трубку.

Аналіз рослинного матеріалу в повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за К'ельдаєм проводили методами: азот – із реактивом Несслера, фосфор фотометрично, калій методом полуменевої фотометрії.

Результати досліджень та їх обговорення

Урожайність є найбільш об'єктивною оцінкою тієї чи тієї системи удобрення і визначає рівень споживання елементів. Величина урожайності ячменю ярого досліджувалася за умови систематичного внесення рекомендованої норми добрив і проведення хімічної меліорації різними дозами і формами вапнякових матеріалів. Установлено, що поліпшення умов живлення культури лише за рахунок мінеральних добрив є недостатнім заходом для конкурентоспроможного вирощування ячменю ярого на дерново-підзолистому ґрунті, який зазвичай відносяться до кислих за реакцією ґрунтового розчину. Отриманий рівень урожайності зерна 2,23 т/га у варіанті N₉₀P₉₀K₉₀ був істотно нижчим порівняно з іншими. На провапнованому ґрунті урожайність збільшувалася пропорційно дозі доломітового борошна від 2,98 т/га за 0,5 Нг до 3,76 т/га за 1,5 Нг дози. Позитивний вплив вапнування на ріст і врожайність ячменю також відзначено низкою авторів [15, 16].

Для порівняння ефективності дії хімічних меліорантів у схему включено варіант із внесенням 1,0 Нг норми СаСО₃. Отримані дані показали на 5,80 % вищу врожайність зерна ячменю в разі застосування доломітового борошна, що, імовірно, пов'язано з наявністю в ньому крім кальцію також і магнію, який, як правило, є дефіцитним на легких ґрунтах.

Інтегральним показником, який впливає на достовірність розрахунків щодо виношення поживних речовин, є вміст елементів у сухій речовині. Варто відзначити низьку реакцію ячменю ярого на зміну дози вапнякового матеріалу щодо вмісту азоту, фосфору і калію у варіантах дослід (табл. 1).

Більшою мірою на показники вмісту мало додавання сірки (S₄₀) і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий. Порівняно з контролем у зерні вміст азоту, фосфору і калію збільшився на 0,1–0,11 абсолютних %. Також у зерні всіх досліджуваних варіантів відзначено переважання азоту, що є причиною підвищеної його потреби для злакових культур.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Уміст елементів живлення в рослинах ячменю ярого, % на суху речовину (середнє за 2017, 2019, 2020 рр.)

Варіант	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив – контроль	1,70	0,75	0,56	0,92	0,24	1,29
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – фон	1,72	0,81	0,59	0,93	0,27	1,41
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (0,5 Нг)	1,74	0,79	0,60	0,95	0,32	1,31
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг)	1,77	0,80	0,61	0,97	0,30	1,35
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) + S ₄₀	1,79	0,84	0,64	1,11	0,33	1,43
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) + S ₄₀ +ME	1,80	0,86	0,67	1,15	0,35	1,45
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг)	1,76	0,77	0,62	1,10	0,29	1,32
Фон + CaCO ₃ (1,0 Нг)	1,75	0,87	0,61	1,08	0,24	1,34

Солома містить менше Р і N, ніж зерно, але більшу частку К [8]. Коли обидва зерно та солома вивозяться з полів, виснаження поживних речовин у ґрунті (особливо К) відбувається швидше порівняно зі збиранням урожаю тільки зерна [17].

Діапазон вмісту калію у соломі змінювався від 1,29 % на контролі до 1,45 % у найбільш інтенсивно удобрюваному варіанті. Певні зміни також відзначено для азоту і фосфору. У сухій речовині соломи їхній вміст був значно меншим, що може свідчити про їх переміщення під час формування врожаю з вегетативних у генеративні органи.

Винос елементів живлення врожаєм сільськогосподарських культур належить до найважливіших агроекологічних показників, насамперед тому, що є важливою статтею їх балансу і одним із критеріїв оцінки ступеня виснаження ними ґрунту [18]. Розрахунки показали, що найбільшим виносом азоту характеризується зерно, кількість якого залежно від досліджуваних умов збільшилося від 1,78 до 3,08 раз порівняно з варіантом без добрив (рис. 1). Тоді як винос соломною був на 7,9–31,9 кг/га меншим, ніж зерном. Така тенденція спостерігається і для фосфору з різницею між показниками 5,9–20,5 кг/га на користь зерна. Для калію відзначено переважання виносу соломною над зерном. При цьому у варіантах із ширшим відношенням побічної продукції винос калію соломною у 2,25–2,6 рази переважав винос зерном.

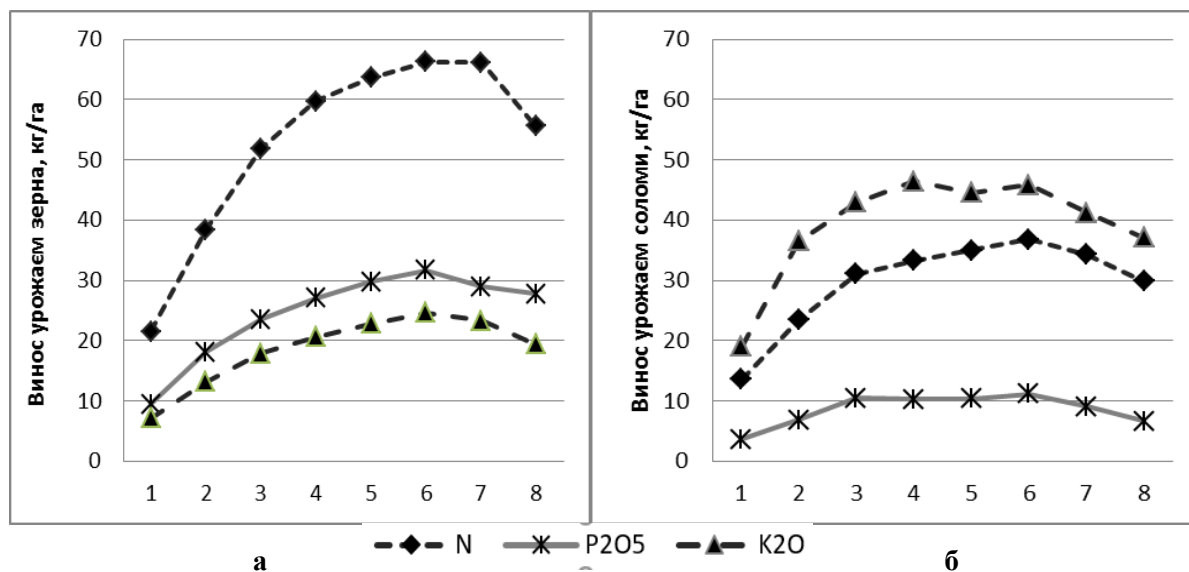


Рис. 1. Винесення елементів живлення урожаєм основної (а) і побічної (б) продукції в разі вапнування і удобрення, кг/га (середнє за 2017, 2019, 2020 рр.)

Примітки: Варіанти досліду: 1. – Без добрив (контроль); 2. – N₉₀P₉₀K₉₀ (фон); 3. – Фон + CaMg(CO₃)₂ (0,5 Нг); 4. – Фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Нг); 5. – Фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Нг) + S₄₀; 6. – Фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Нг) + S₄₀+ME; 7. – Фон + CaMg(CO₃)₂ (1,5 Нг); 8. – Фон + CaCO₃ (1,0 Нг)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

При цьому варто зазначити, що на провапнованому ґрунті додавання сірки (S_{40}) і мікроелементів у формі мікродобрива Нутривант Плюс зерновий до традиційних мінеральних добрив зумовило найвищі показники виносу за всіма досліджуваними елементами як у зерні, так і соломі. Отже, за умов посиленого мінерального живлення проведення вапнування кислого дерново-підзолистого ґрунту сприяє поліпшенню умов живлення і збільшенню виносу елементів: найінтенсивніше азоту і фосфору зерном, калію – соломою.

Отже, результати розрахунків показали, що елементи живлення містяться в основній і побічній продукції в різній кількості та співвідношенні, що вплинуло на загальний господарський винос урожаєм ячменю ярого у досліді. Залишена органічна речовина побічної продукції в полі дає змогу компенсувати частину винесених елементів на формування продуктивності культури. За результатами [19] заорювання соломи в зерновій сівоzmіні забезпечує надходження у ґрунт на кожен гектар сівоzmінної площі від 32,6 до 61,1 кг азоту, 12,4–24,5 кг фосфору та 46,4–90,9 кг калію. Зважаючи на показники винесення соломою рівень повернення залежно від варіантів досліді становив для азоту 34,1–38,7 %, фосфору 19,2–30,9 %, калію 63,9–73,4 % (табл. 2). Рівень повернення останнього у 2,0–2,7 раза перевищував попередні показники. Тобто, у ґрунт більшою мірою повертається калій порівняно з азотом і фосфором, основна частина яких виноситься із зерном. Такі ж тенденції отримані у зерно-бураковій сівоzmіні, де винос азоту на 1 га сівоzmінної площі у складі побічної продукції щодо загального виносу становив 21,8–25,1%, фосфору – 19,6–22,3, калію – 45,5–49,2 % [20].

2. Показник господарського виносу урожаєм ячменю ярого (середнє за 2017, 2019, 2020 рр.)

Варіант	Господарський винос, кг/га			Вклад соломи у господарський винос елементів, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив - контроль	35,1	13,1	26,1	38,7	27,5	72,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – фон	61,8	24,9	49,7	37,9	27,3	73,4
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (0,5 Hг)	83,0	34,0	60,8	37,5	30,9	70,6
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Hг)	93,0	37,3	67,0	35,8	27,6	69,3
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Hг) + S ₄₀	98,6	40,2	67,3	35,5	25,9	66,1
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Hг) + S ₄₀ +ME	103,1	42,9	70,4	35,7	26,1	65,1
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Hг)	100,5	38,0	64,5	34,1	23,7	63,9
Фон + CaCO ₃ (1,0 Hг)	85,5	34,3	56,5	35,0	19,2	65,7

3. Винесення елементів живлення на формування одиниці продукції ячменю ярого, кг/т (середнє за 2017, 2019, 2020 рр.)

Елемент живлення	Контроль – без добрив	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – фон	Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (0,5Hг)	Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Hг)	Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Hг) + S ₄₀	Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Hг) + S ₄₀ +ME	Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Hг)	Фон + CaCO ₃ (1,0 Hг)	середнє по варіантах (без контролю)
Зерно									
N	14,7	15,4	16,7	17,3	17,4	17,2	17,4	17,0	17,2
P ₂ O ₅	6,5	7,2	7,6	7,8	8,1	8,2	7,6	8,5	8,0
K ₂ O	4,9	5,3	5,8	6,0	6,2	6,4	6,1	5,9	6,1
Солома									
N	6,7	7,1	9,2	8,6	8,3	8,2	8,3	8,3	8,5
P ₂ O ₅	1,8	2,1	3,1	2,7	2,5	2,5	2,2	1,8	2,5
K ₂ O	9,3	11,1	12,7	12,0	10,6	10,2	10,0	10,3	11,0
зерно і відповідна кількість соломи									
N	27,7	27,8	27,9	27,6	27,8	28,0	26,7	26,9	27,5
P ₂ O ₅	10,3	11,2	11,4	11,1	11,3	11,6	10,1	10,8	11,1
K ₂ O	20,6	22,3	20,4	19,9	18,9	19,1	17,2	17,8	18,9

Для врахування кількості повернення елементів із урожаєм побічної продукції доцільно користуватися показником винесення на одиницю продукції для конкретної зони вирощування, що дозволить проводити корегування норм удобрення при розробці систем живлення наступних культур у сівозміні, зважаючи на їхню потребу в елементах живлення. Потрібно зазначити, що показник винесення на 1 т є більш стабільним і меншою мірою як господарський винос залежить від зміни умов вирощування [21]. Так, різниця показників відносного винесення між варіантами сумісного застосування 1,0 Нг дози доломітового борошна і мінеральних добрив та при додаванні сірки (S_{40}) і мікроелементів не була істотною (табл. 3).

У середньому у варіантах вивчення досліджуваних чинників відносно винесення для зерна становило 17,2 кг/т азоту, 8,0 фосфору, 6,1 кг/т калію, для соломи 8,5 кг/т, 2,5 і 11,0 кг/т відповідно. Тоді як на формування 1 т зерна і відповідної кількості соломи рослини ячменю в досліджуваних умовах витрачали азоту, фосфору і калію у співвідношенні 1 : 0,4 : 0,7. Відсутність додаткових умов живлення в контролі не мало прямого впливу на величину витрат на одиницю основної і відповідної кількості побічної продукції рослинами, проте вищезазначене співвідношення елементів зберігається.

Тому повернення елементів у ґрунт із побічною продукцією рослинництва може бути технологічно та економічно доцільним агрозаходом для покращення енергетичного та біоелементного балансу ґрунтів у сівозмінах.

Висновки

Уміст і винесення елементів живлення переважно залежали від системи удобрення, ніж від доз і видів вапнякових матеріалів. Найвищі показники винесення як у зерні (66,3 кг/га N, 31,7 P₂O₅, 24,6 кг/га K₂O), так і соломі (36,8 кг/га N, 11,2 P₂O₅, 40,8 кг/га K₂O) відзначено на провапнованому варіанті 1,0 Нг дозою доломітового борошна з додаванням S_{40} і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) до рекомендованої (N₉₀P₉₀K₉₀) норми. Рівень повернення у варіантах дослідів становив 34,1–38,7 % для азоту, 19,2–30,9 % фосфору і 63,9–73,4 % калію. У ґрунт із соломою повертається у 2,0–2,7 рази більше калію, ніж азоту і фосфору. Середні показники відносного винесення із соломою 8,5 кг/т азоту, 2,5 фосфору і 11,0 кг/т калію можуть бути враховані для визначення кількості елементів, що повертаються при заорюванні соломи на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся.

References

1. Poliovyi, V. M., Tkach, Ye. D., Lukashchuk, L. Ya., Povna, H. F., Huk, B. V., & Kurach, O. V. (2020) Productyvnist yachmeniu yarogo zalezchno vid udobrennia ta vapnuvannia v umovakh Zakhidnogo Polissia. *Agroekologichnuy Zhurnal*, 1, 83–90 doi: 10.33730/2077-4893.1.2020.201276 [In Ukrainian].
2. Kharchenko, O. V., & Sobko, M. H. (Eds.) (2016) *Do problem analitychnoi otsinky efektyvnosti mineralnykh dobruiv nf ekologichnukh obmezhen ikh norm: Monohrafiia*. Kyiv: Universytetska knyga [In Ukrainian].
3. Hansram Mali, J. Choudhary, Dilip Singh, & Rahul Chopra (2017) Yield, nutrient content and uptake of barley (*hordium vulgare* l.) as influenced by varieties and precision nutrient management. *Practices International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4, 156–164.
4. Sakellariou, M., & Mylona, P. (2020) New uses for traditional crops: the case of barley biofortification. *Agronomy*, 10 (12),1964. doi: 10.3390/agronomy10121964
5. Venkatesh, M. S., Hazra, K. K., Ghosh, P. K., Khuswah, B. L., Ganeshamurthy, A. N., Ali, M., Singh, J., & Mathur, R. S. (2017) Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo-Gangetic plains of India. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63 (14), 2007–2022. doi: 10.1080/03650340.2017.1320392
6. Barczak, B., Jastrzebska, M., & Kostrzewska, M. (2019) Biofortification of spring barley grain with microelements through sulfur fertilization. *Journal of Chemistry*, 1–7. doi: 10.1155/2019/8214298
7. Kovacevic, V., & Rastija, M. (2010): Impacts of liming by dolomite on the maize and barley grain yields. *Poljoprivreda*, 16 (2), 2–8.
8. Thomas, C. L., Acquah, G. E., Whitmore, A. P., McGrath, S. P., & Haefele, S. M. (2019). The effect of different organic fertilizers on yield and soil and crop nutrient concentrations. *Agronomy*, 9 (12), 776. doi:10.3390/agronomy9120776

9. Tsentylo, L.V., & Tsiuk, O.A. (2018) Balans azotu, fosforu i kaliu za zastosuvannya dobryv. *Naukovi Dopovidi Natsionalnogo Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 5 (75). doi: 10.31548/dopovidi2018.05.020 [In Ukrainian]
10. Clark, R. (1983). Plant genotype differences in the uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements required for plant growth. *Plant and Soil*, 72 (2/3), 175–196.
11. Tsekhenovich, Yu. V. (1991) Biologicheskii vynos osnovnykh elementov pitaniya yachmenya pri razlichnykh urovnyakh primeneniya udobreniy. *Seriya Selskokhozyaystvennykh Nauk*, 56–59. [In Russian].
12. Shchetko, A. I., & Rybak, A. P. (2014) Vliyanie primeneniya udobreniy na urozhaynost i vynos elementov pytaniya yachmenem pri vozdeleyvanii nadernovo-podzolistoy supeshchanoy pochve. *Agrokhimiya i Pochvovedenie*, 1 (52). 250–256. [In Russian].
13. Varlamov, V. A., Aliyev, A. M., Vaulin, A. V., Kirpichnikov, N. A., & Vaulina G. I. (2012) Vynos NPK pshenitsey i yachmenem na dernovo-podzolistoy tyazhelosuglinistoy pochve TsRNZ RF. *Plodorodie*, 2, 12–14. [In Russian].
14. Zhivotkov, L. A. (Ed.) (1989) *Pshenitsa*. Kyiv: Urozhay [In Russian].
15. Tang, C., Rengel, Z., Diatloff, E., & Gazey, C. (2003). Responses of wheat and barley to liming on a sandy soil with subsoil acidity. *Field Crops Research*, 80 (3), 235–244. doi: 10.1016/S0378-4290(02)00192-2.
16. Kovacevic, J., Lalic, A., Kovacevic, V., & Banaj, D. (2006) Response of barley to ameliorative fertilization. *Cereal Research Communications*, 34 (2), 565–568.
17. Tarkalson, D. D., Brown, B., Kok, H., & Bjorneberg, L. D. (2009) Impact of removing straw from wheat and barley fields: a literature review. *Better Crops*, 3 (93), 17–19.
18. Kaminskyi, V. F., Hanhur, V. V. (2018) Vynos pozhyvnykh rehovyn silskohospodarskymy kulturamy u riznorotatsiinykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnogo Naukovoho Tsentru «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 3, 3–10. [In Ukrainian].
19. Saiko, V. F. (2009) Vukorystannia ta udobrennia pobichnoi productsii roslynnytsva v Ukraini. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 81, 3–9. [In Ukrainian].
20. Zaryshniak A. S., Ivanina V. V., & Kolibabchuk T. V. (2012) Stabilizatsiia biohennoho balansu ta produktyvnist zerno-buriakovoï sivozminy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 4, 26–30. [In Ukrainian].
21. Tkachenko M. A., & Drach Yu. O. (2016) Vydove genotypne spivvidnoshennia elementiv zhyvlennia yak osnova optymizatsii udobrennia silskohospodarskykh kultur *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnogo Naukovoho Tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1, 27–35. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 16.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Польовий В. М., Яценко Л. А., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Винесення та повернення основних елементів живлення з продукцією ячменю (*Hordium vulgare* L.) на провапнованому дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 13–19.

© Польовий Володимир Мефодійович, Яценко Людмила Анатоліївна,
Ровна Галина Францівна, Гук Богдан Васильович, 2021

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

original article | UDC 633.16:631.8:631.526.3 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.02

INFLUENCE OF GROWTH STIMULANTS ON PRODUCTIVITY OF SPRING
BARLEY VARIETIES

I. V. Korotkova

M. V. Gorobets*

T. O. Chaika

ORCID  [0000-0003-0577-9634](https://orcid.org/0000-0003-0577-9634)ORCID  [0000-0003-1287-7857](https://orcid.org/0000-0003-1287-7857)ORCID  [0000-0002-5980-7517](https://orcid.org/0000-0002-5980-7517)

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

*Corresponding author

E-mail: gorobecmaks995@gmail.com

How to Cite

Korotkova, I. V., Gorobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 20–30. doi: 10.31210/visnyk2021.02.02

Timely and reliable forecasting of grain yields is the main condition for effective crop management. In this study, we evaluated the effect of Epin-extra, Zircon and Bischofite natural growth stimulants on the duration of the main vegetation phases of Helios, Vakula and Parnas spring barley varieties of Ukrainian selection. In regard with this purpose, during three years (2017–2019) field studies were conducted aimed at revealing the most effective growth stimulant for cultivating different varieties of spring barley under unstable moistening. It has been found that pre-sowing seed treatment and spraying of crops in the tillering phase with these stimulants lead to reducing vegetation phases and increasing the crop's photosynthetic activity. The research was conducted in the production conditions of the farm "Gorobets S. G." of Reshetylivka district, Poltava region. We evaluated the factors of affecting growth stimulants and bischofite natural mineral on the net productivity of photosynthesis, photosynthetic potential of spring barley crops and leaf-area duration of barley plants. The treatment with growth stimulants was conducted before sowing directly on the seeds and spraying the crops – in the tillering phase. Epin-extra and Zircon stimulants were used at a rate of 50 g/ha, and Bischofite – 2 l/ha. The area of the experimental field was 100 hectares. When treating spring barley crops with growth stimulants on typical black soils, the best indicators of net photosynthesis productivity were in spring barley varieties after their treatment with 1 % bischofite solution. In comparison with the control in the variants with the use of stimulants, the duration of the vegetation period was reduced as well as the beginning of the corresponding phases of development. The maximum effect was observed at using 1 % water solution of Bischofite. Crop treatment with this preparation favored the increase in the plants' assimilation leaf-area duration by 11.1 %, the value of photosynthetic potential – by 5.7 % and the crops' photosynthesis productivity – by 10 %. When spraying spring barley crops in the tillering phase with Epin-extra, Zircon and Bischofite growth regulators on sod-podzolic soil, the duration of plant development phases was reduced, therefore, the growing period decreased by 2–4 days, which allows start harvesting spring barley grain earlier than usual.

Key words: spring barley, growth stimulants, photosynthesis, net productivity, photosynthetic potential, variety.

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

І. В. Короткова, М. В. Горобець, Т. О. Чайка

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Своєчасне та надійне прогнозування врожайності зернових культур є головною умовою ефективного управління врожаєм. У цьому дослідженні оцінено вплив природних стимуляторів росту Епін-екстра, Циркон та Бішофіт на тривалість основних фаз вегетації ячменю ярого сортів Геліос, Вакула та Парнас української селекції. Зважаючи на поставлену мету, протягом трьох років (2017–2019 рр.) були проведені польові дослідження, орієнтовані на з'ясування найбільш ефективного стимулятора росту для вирощування різних сортів ячменю ярого в умовах нестійкого зволоження. Встановлено, що передпосівна обробка насіння та обприскування посівів у фазі кущення цими стимуляторами призводить до скорочення фаз вегетації та посилення фотосинтетичної активності посівів культури. Дослідження проводили у виробничих умовах ФГ «Горобець С. Г.» Решетилівського району Полтавської області. Оцінювалися фактори впливу стимуляторів росту та природнього мінералу бішофіт на чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал посівів ячменю ярого та площу листової поверхні рослин ячменю. Обробку стимуляторами росту проводили перед посівом безпосередньо на насіння та обприскування посівів у фазі кущення. Стимулятори Епін-екстра та Циркон використовували в нормі 50 г/га, а Бішофіт – 2 л/га. При обробці стимуляторами росту посівів ячменю ярого на чорноземах типових найкращі показники чистої продуктивності фотосинтезу були в сортів ячменю ярого після обробки їх 1 % розчином бішофіту. Порівняно з контролем у варіантах з використанням стимуляторів скорочувалися тривалість вегетаційного періоду та настання відповідних фаз розвитку. Максимальний ефект спостерігали при використанні 1 % водного розчину Бішофіту. Обробка посівів цим препаратом сприяла збільшенню площі асиміляційної площі листової поверхні рослин на 11,1 %, величини фотосинтетичного потенціалу – на 5,7 % та продуктивності фотосинтезу посівів – на 10 %. При обприскуванні посівів ячменю ярого на дерново-підзолистому ґрунті у фазі кущіння регуляторами росту Епін-екстра, Циркон і Бішофіт скорочувалась тривалість фаз розвитку рослин і вегетаційний період на 2–4 дні, що дає змогу раніше звичайного терміну почати збирання ячменю ярого на зерно.

Ключові слова: ячмінь ярий, стимулятори росту, фотосинтез, чиста продуктивність, фотосинтетичний потенціал, сорт.

Вступ

У сучасних технологіях вирощування ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) з метою підвищення врожайності впроваджують різні методи обробки як насіння, так і рослин, особливо з використанням екологічно безпечних препаратів. Серед найбільш перспективних напрямів новітньої технології в рослинництві є застосування чисельних стимуляторів росту рослин. Позитивний ефект від використання стимуляторів росту був встановлений при вирощуванні різних сільськогосподарських культур. Їхня дія призводить до збільшення біомаси та врожайності культур, вони можуть виконувати захисну функцію відносно хвороб та шкідників рослин [17, 39].

Активні інгредієнти стимуляторів росту також можуть полегшувати реакцію рослин на біотичний і водний стрес, який впливає не тільки на проростання насіння, але і додатково збільшує середній час дозрівання сільськогосподарських культур. Вони дозволяють зменшити вплив негативних обмежувальних факторів щодо отримання потенційних урожаїв, забезпечити за високих або низьких температур навколишнього середовища стійкість до посух або надлишку вологи. Кліматичні фактори, що можуть негативно впливати на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, включають пізні весняні заморозки, сильні опади, снігопади та вітри, що призводять до снігопоривів та вітрозахистів [2, 6].

Однак, як свідчать чисельні дослідження, саме рослини, оброблені стимуляторами росту менше страждають від негативних факторів природного середовища та нестабільності погодних умов. Стимулятори росту відновлюють дефіцит корисних речовин, які активізують ферментативну активність усіх клітин рослин та утворення стимулюючих зв'язків самою рослиною. Як наслідок – збільшення проникності клітинної мембрани коренів, покращення проникнення до рослин мінеральних елементів живлення ґрунтового розчину. Крім того, завдяки використанню стимуляторів росту прискорюється

поглинання кисню рослинами, що своєю чергою посилює фотосинтез та фотосинтетичну активність агроценозів зернових культур, що в результаті призводить до підвищення їхньої врожайності [1, 19].

Ефект від використання стимуляторів росту відносно зернових культур пов'язують зі здатністю рослин до підвищеного накопичення макро- і мікроелементів, зі збільшенням площі асиміляційної поверхні рослин, підвищенням концентрації хлорофілу і, як наслідок, активізацією фотосинтетичних процесів, збільшенням продуктивності культур. Завдяки цьому стимулятори росту здатні покращувати якість і врожайність зерна. Окрім того, стимулятори росту рослин дають змогу прискорити або уповільнити дозрівання рослин, скорочують вегетаційний період, здатні оптимізувати зростання рослин, а також допомагають виправити стан посівів через несприятливі екологічні умови [4, 38].

Застосування стимуляторів росту дозволяє зменшити кількість застосовуваних мінеральних добрив, пестицидів, які впливають на безпечність продукції та негативно впливають на природне навколишнє середовище. Стимулятори росту в основному використовуються у вигляді позакореневого підживлення та можуть використовуватися декілька разів протягом вегетаційного періоду. Багато в чому ефект цих препаратів також залежить від часу їхнього використання [16, 42].

На сьогодні відома велика кількість різноманітних стимуляторів росту, які широко використовуються в агрономічній практиці, але їхня роль у формуванні урожайності зернових культур усе ще вимагає детального вивчення. З метою раціонального використання необхідно здійснити їх вивчення відносно окремих фаз вегетації культур, періоду застосування, форм і норм внесення тощо [12, 31].

Метою дослідження є вивчення закономірностей впливу стимуляторів росту на продуктивність фотосинтезу посівів сортів ячменю ярого.

Завдання дослідження. Дослідити вплив таких стимуляторів росту як Епін-екстра, Циркон та природний мінерал Бішофіт на тривалість вегетаційного періоду, чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал посівів, площу листової поверхні посівів у сортів ячменю ярого Геліос, Вакула та Парнас, а також урожайність насіння.

Матеріали і методи досліджень

Польовий експеримент проводили протягом 2017–2019 рр. на дослідному полі Полтавської державної аграрної академії (Україна), а сорти ячменю ярого Геліос, Вакула та Парнас використовувались як дослідні культури. Усі сорти української селекції та рекомендовані для вирощування в зоні Лісостепу України. Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України є автором сортів ячменю. Ґрунт дослідних ділянок дерново-підзолистий середньо-суглинковий з рН 6,0 та вмістом P_2O_5 205 мг/кг, K_2O 117 мг/кг та легко гідрогенізованого азоту 81 мг/кг. Орний горизонт 0–20 см містить до 5 % гумусу, 0,15 % азоту та 0,10 % фосфору. Експеримент проводили у вигляді розділеного сюжету, розміщеного у рандомізованому повному проєкті блоку з трьома повторностями. Площа посівних ділянок становить 100 м², а облікова – 50 м². Попередником ячменю був соняшник. Після збирання соняшнику проводили розбивання стерні дисковою бороною на глибині до 22–25 см для знищення бур'янів та зменшення випаровування вологи. Весняний обробіток ґрунту складався з боронування ґрунту та передпосівного обробітку, під час якого було внесено мінеральне добриво Нітроамофос ($N_{30}P_{30}K_{30}$) з розрахунку 150 кг на гектар.

Основною технікою підготовки ґрунту був глибокий обробіток ґрунту до 20–22 см. Після оранки сівбу проводили з обов'язковим загортанням насіння у вологий шар ґрунту на глибину 3–4 см. Посів ячменю проводився у першій декаді травня сівалкою John Deere 730 з міжряддям 15 см. Норма висіву становила 4,5 млн життєздатних насінин на гектар. Насіння ячменю перед посівом не обробляли фунгіцидними препаратами, а лише природними регуляторами росту: Епін-екстра (активна речовина епібрасінолід, 0,025 г/л), Циркон (0,1 г/л суміси хлорогенної та цикорієвої кислот) та Бішофіт, який є природним хлормagneзним комплексом, що містить мікроелементи: калію, кальцію, натрію, міді, заліза, кремнію, титану, молібдену, літію, бору, бром, йоду й ін. Діючою речовиною Бішофіту є хлорид магнію $MgCl_2 \times 6H_2O$ (до 99 г/дм³). Інокуляцію препаратами Епін-екстра та Циркон проводили із розрахунку 20 мл на 200 кг насіння, а 1 % розчином Бішофіту із розрахунку 2 літри на 200 кг насіння. Крім того, ячмінь ярий обприскували у фазі кушіння за допомогою обприскувача STS12 Hagie стимуляторами Епін-екстра та Циркон у нормі 50 г препарату на 300 л води на 1 га, розчин Бішофіту застосовувався в нормі 2 л на 1 га. Вегетаційні періоди 2017–2019 рр. варіювались за інтенсивністю та розподілом опадів, а також за температурою порівняно із середньою тривалістю, але загалом для вирощування ячменю ярого були сприятливими [14].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Перший сезон (2017 р.) був досить теплим і вологим. Середньомісячна температура повітря була на рівні багаторічної середньої (6,6 °C). Кількість опадів у квітні була найвищою за весь рік і становила 76,8 мм, що більш ніж удвічі перевищує середній багаторічний показник.

У другому сезоні (2018 р.) на момент сівби переважали несприятливі умови вологості ґрунту (22,3 мм), але температура повітря становила 7,6 °C при середньому багаторічному значенні 6,6 °C.

Останній рік дослідження (2019 р.) характеризувався достатньою кількістю опадів. Порівняно із середньорічним показником він був вищим на 17,7 мм. З іншого боку, і середня температура за весь вегетаційний період була на 1,2 °C вищою (рис. 1).

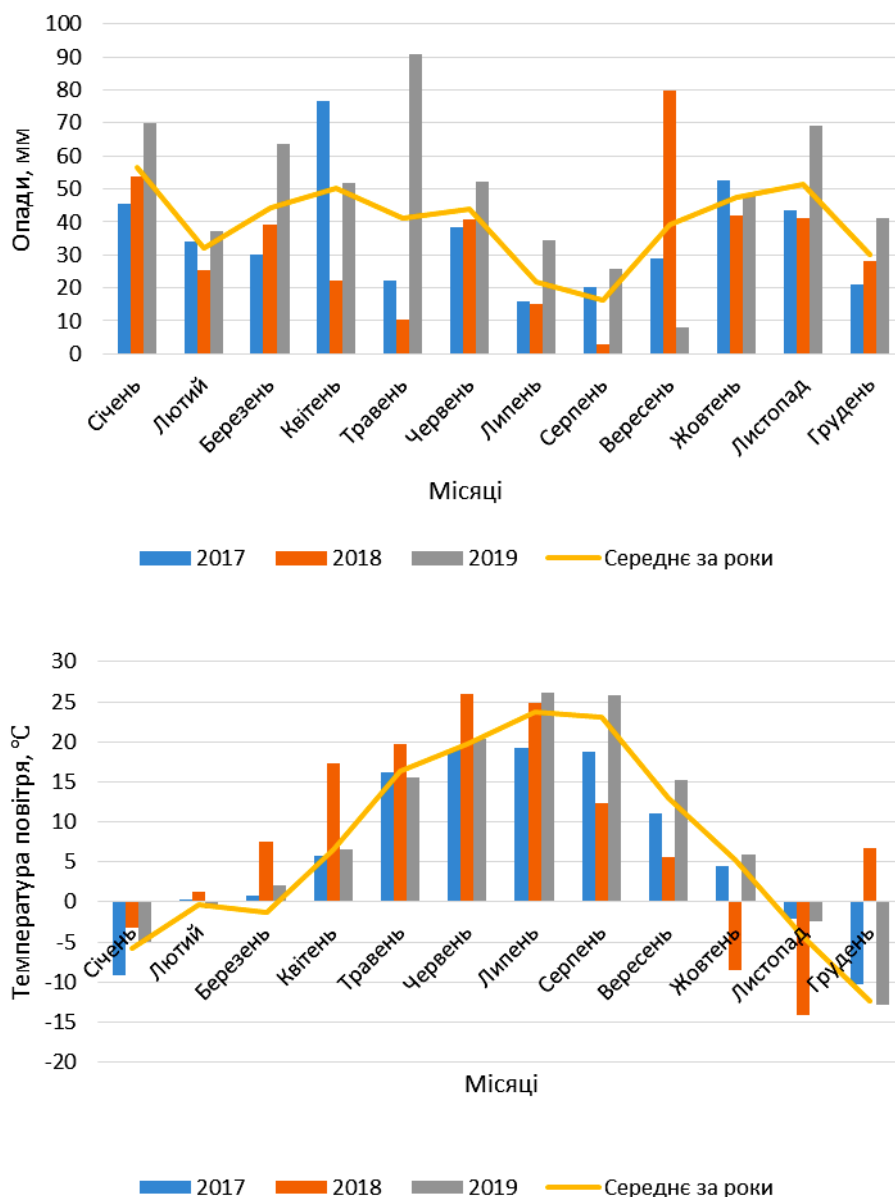


Рис. 1. Кількість опадів та температура повітря, середнє за 2017–2019 рр.

Аналіз ефективності дії стимуляторів росту проводили за такими показниками: площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів, продуктивність фотосинтезу посівів.

Отримані експериментальні дані були проаналізовані за допомогою програмного забезпечення Statistica 10.0, щоб визначити, чи існує достовірна різниця між способами використання.

Результати досліджень та їх обговорення

Стрімка зміна погодних умов та часта повторюваність весняно-літніх посух, що мають місце в умовах Лісостепу України, вимагають розробки ефективних технологічних заходів послаблення негативного впливу несприятливих кліматичних умов з метою стабілізації рівня врожаїв зерна ячменю ярого. Саме тому застосування агротехнічних заходів з метою скорочення основних фаз вегетації культури мають важливе значення [26, 32].

У наших дослідженнях вивчення впливу стимуляторів росту Епін-екстра, Циркон та Бішофіт на основні фази вегетації ячменю ярого передбачало передпосівну обробку насіння та обприскування листово-стеблової маси культури у фазі кущення.

Отримані результати представлені на рис. 2–4 для сортів ячменю Геліос, Парнас та Вакула, відповідно.

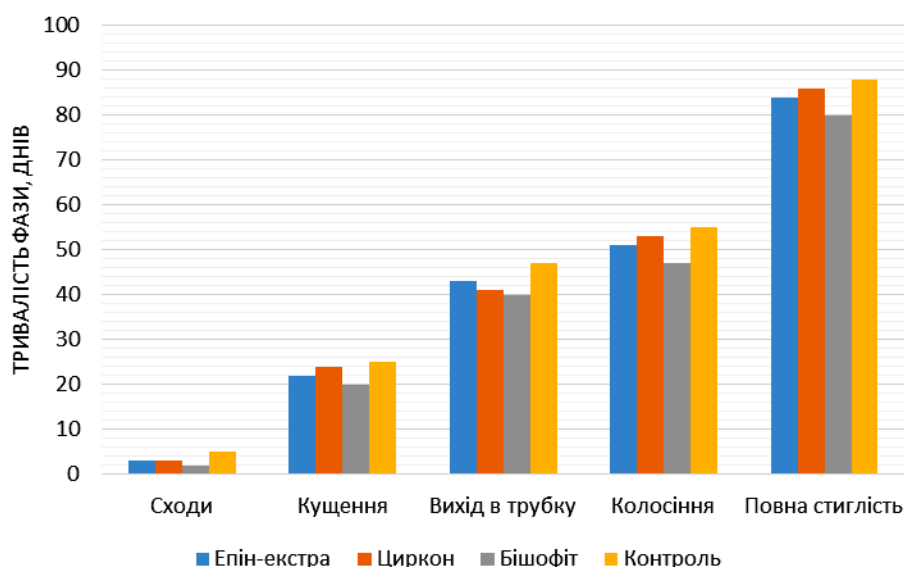


Рис. 2. Вплив стимуляторів росту на настання фенологічних фаз розвитку у ячменю ярого сорту Геліос

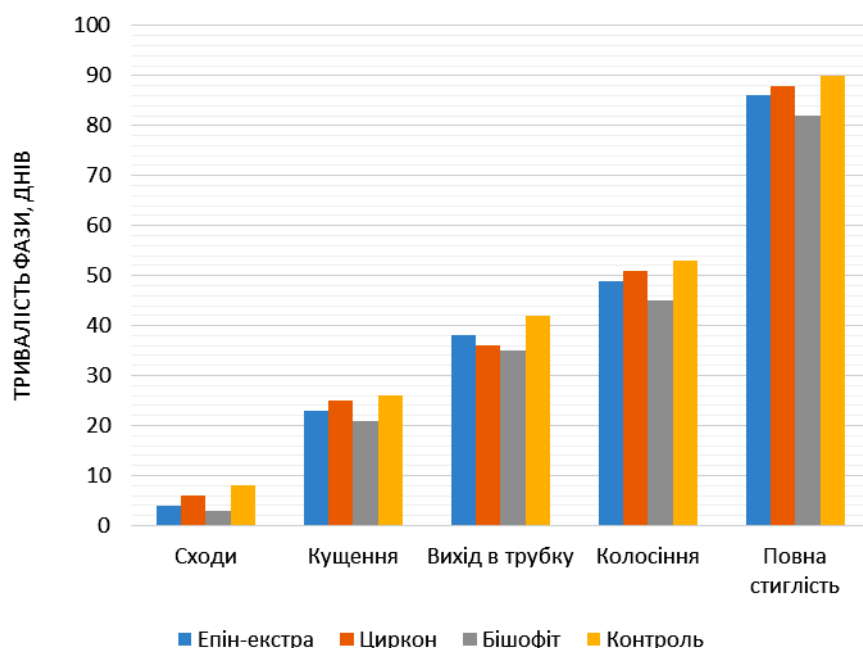


Рис. 3. Вплив стимуляторів росту на настання фенологічних фаз розвитку у ячменю ярого сорту Парнас

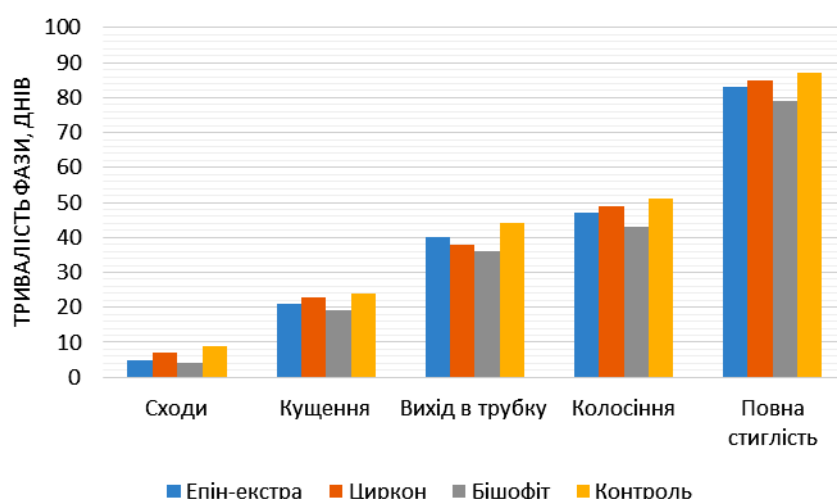


Рис. 4. Вплив стимуляторів росту на настання фенологічних фаз розвитку у ячменю ярого сорту Вакула

Важливим етапом вирощування ячменю ярого в умовах Лісостепової зони України є отримання високої польової схожості культури, оскільки від неї залежить подальший догляд за посівами і рівнем майбутнього врожаю. Тому сприятливі кліматичні умови і використання стимуляторів росту рослин відіграють найважливішу роль.

Через достатню вологість ґрунту та оптимальні кліматичні умови (18 °C) фаза сходів у ячменю сорту Геліос розпочалась через 3 дні після висівання насіння, обробленого стимуляторами Епін-екстра і Циркон. Обробка насіння розчином Бішофіту сприяла появі сходів ячменю цього сорту на 3 дні раніше порівняно з контролем (через 5 днів) (рис. 2).

Сходи ячменю сорту Парнас на контрольній ділянці спостерігали через 8 днів після висівання, тоді як на ділянках, де насіння обробляли розчином Бішофіту, сходи з'явилися через 3 дні, а стимуляторами Епін-екстра і Циркон через 4 і 6 днів, відповідно (рис. 3).

Найтривалішою виявилась фаза сходів у ячменю сорту Вакула. Так, на контрольній ділянці сходи з'явилися через 9 днів, на ділянці, де насіння обробляли розчином Бішофіту через 4 дні після висівання, а насіння, оброблене стимуляторами Епін-екстра і Циркон, дало сходи на 2 та 3 дні пізніше порівняно з обробкою Бішофітом (рис. 4).

Характерною біологічною особливістю ячменя ярого, як і інших зернових, є здатність до кущення. Здатність рослин утворювати пагони кущіння дає можливість їм у посівах ефективніше використовувати фактори вегетації у формуванні максимального врожаю зерна. Суттєво на дану фазу розвитку впливає температурний режим. Як відомо, найбільш оптимальна температура для кушіння ячменю ярого +12–15 °C [11, 24].

У нашому експерименті температура початку фази кущення складала 15 °C. Тому сприятливий температурний режим і передпосівна обробка насіння призвели до прискорення часу настання фази кущення у всіх дослідних сортів. Встановлено, що внаслідок обробки насіння Епін-екстра і Циркон час настання фази кущення скоротився відносно контролю на 3 та 1 день, відповідно. Найкращий результат спостерігали на ділянках, де насіння було оброблене Бішофітом, на яких початок фази кущення скоротився на 5 днів порівняно з контролем (24 дні).

Повторна обробка культури ячменю у фазі кущення шляхом обприскування посівів стимуляторами росту Епін-екстра, Циркон і Бішофіт призвела до початку фази «вихід у трубку» на 4, 6 та 7–8 днів раніше відносно контрольної ділянки, відповідно. На контрольній ділянці початок фази «вихід у трубку» розпочався лише на 41 день.

Суттєвий ефект від обробки посівів ячменю цими стимуляторами спостерігали відносно строків початку фаз розвитку «колосіння» та «повна стиглість». Так, на ділянках, оброблених розчином Бішофіту, початок цих фаз спостерігали на 8 днів раніше, чим на контрольних, а оброблених розчинами Епін-екстра та Циркон, на 4 та 2 дні, відповідно.

Загалом застосування стимуляторів Епін-екстра зумовило скорочення тривалості вегетаційного періоду на 4 дні, Циркону на 2 дні, а Бішофіту на 8 днів порівняно з контролем, але зберігалась незначна різниця за тривалістю вегетаційного періоду між сортами.

Отже, хоча строки настання фенологічних фаз та тривалість вегетаційного періоду значною мірою залежать від погодно-кліматичних умов та генетичних особливостей сортів, їх можна регулювати шляхом використання цих стимуляторів росту.

Стимулятори росту є також одними із чинників, що позитивно впливають на формування листкового апарату рослин. Зважаючи на їхню дію, інтенсивніше відбувається формування листкової поверхні, активізуються основні процеси фотосинтезу, поліпшуються умови росту і розвитку рослин та посилюється стійкість до фітопатогенів [34, 43].

Для оцінки ефективності впливу стимуляторів росту на роботу фотосинтетичного апарату рослини ячменя ми використали такі показники: площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів, продуктивність фотосинтезу посівів, оскільки площа та тривалість роботи асиміляційної поверхні листя культури мають вирішальне значення для формування врожайності, отримані результати представлені у таблиці 1. Максимальну площу асиміляційної листкової поверхні сортів ячменю Геліос, Парнас та Вакула було відзначено у фазі колосіння, тому спостереження за асиміляційною поверхнею листя представлено на цій фазі.

1. Основні показники фотосинтетичної активності рослин ячменя сортів Геліос, Вакула і Парнас

Стимулятор	Площа листової поверхні, тис. м ² /га			Фотосинтетичний потенціал посівів, млн м ² × добу/га			Продуктивність фотосинтезу посівів, г/м ² × добу		
	Геліос	Вакула	Парнас	Геліос	Вакула	Парнас	Геліос	Вакула	Парнас
Контроль	35,1	36,5	36,2	1,62	1,86	1,56	2,27	2,59	2,74
Епін-екстра	36,8	36,7	37,1	1,65	1,95	1,59	2,32	2,64	2,80
Циркон	35,4	36,9	37,5	1,71	1,77	1,72	2,29	2,66	2,82
Бішофіт	39,4	39,1	38,3	1,70	1,74	1,69	2,33	2,75	2,86
НІР ₀₅	0,8	0,8	0,8	0,08	0,08	0,13	0,07	0,08	0,07

Як видно з даних таблиці 1, комплексне використання стимуляторів Епін-екстра, Циркон та Бішофіт (передпосівна обробка насіння та обприскування посівів) призвели до збільшення площі листової поверхні рослин ячменю сорту Геліос на 1,7; 0,3 та 4,3 тис. м²/га, що на 4,6; 0,8 та 10,9 % більше порівняно з контролем. Сорт ячменю ярого Вакула показав дещо інші результати. Передпосівна обробка насіння та обприскування посівів у фазі кушіння сприяли збільшенню площі листової поверхні рослин порівняно з контролем на 0,2; 0,4 та 2,6 тис. м²/га або на 0,5; 1,0 та 6,6 %. Аналогічні результати були отримані і для рослин ячменю сорту Парнас. Двократне застосування вказаних стимуляторів та Бішофіту також призвело до збільшення площі листової поверхні порівняно з контролем на 0,9; 1,3 та 2,1 тис. м²/га або на 2,4; 3,4 та 5,4 %. Варто відмітити, що серед усіх варіантів обробки найінтенсивніше асиміляційна поверхня рослин працює під впливом розчину Бішофіту. Саме при його застосуванні було зафіксовано максимальне збільшення площі листової поверхні в рослин сорту Геліос на 10,9 %, сорту Вакула на 6,6 %, сорту Парнас на 5,4 %.

Оскільки стимулятори росту також впливають на величину фотосинтетичного потенціалу посівів, який характеризує роботу листової поверхні рослин ячменю ярого протягом вегетації, ми проаналізували дію розчинів Епін-екстра, Циркон та Бішофіт на всіх сортах, які вивчаються. Встановлено, що фотосинтетичний потенціал посівів ячменю ярого в середньому за три роки досліджень змінювався аналогічно динаміці формування листкової поверхні. Так, застосування розчинів Епін-екстра, Циркон та Бішофіт на сорті Геліос сприяло збільшенню показників фотосинтетичного потенціалу відповідно на 0,03; 0,09 та 0,08 млн м² × добу/га або на 1,8; 5,2 та 4,7 % порівняно з контролем.

Показники фотосинтетичного потенціалу рослин сорту Вакула також перевищували контроль на 0,09 млн м² × добу/га або на 4,6 % при обробці стимулятором Епін-екстра. Однак обробка Цирконом та Бішофітом виявилась менш ефективною і, як результат, зменшення фотосинтетичного потенціалу відносно контролю на 0,09 та 0,12 млн м² × добу/га або на 5,0 та 6,8 %, відповідно.

У сорту Парнас встановлено збільшення показників фотосинтетичного потенціалу посівів при застосування стимуляторів росту Епін-екстра, Циркон та Бішофіт порівняно з контролем на 0,03; 0,16 та 0,13 млн м² × добу/га або на 1,8; 9,3 та 7,6 %, відповідно.

Але фотосинтетична діяльність рослин ячменю залежить не тільки від величини листової поверхні, але і від її працездатності, тобто продуктивності фотосинтезу [28, 41].

Порівняльне вивчення продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого показало, що інтенсивність накопичення сухої речовини на одиницю листової поверхні внаслідок застосування стимуляторів росту Епін-екстра, Циркон та Бішофіт значно змінюється. Так, показник продуктивності фотосинтезу в рослин ячменю сорту Геліос при застосуванні Епін-екстра та Бішофіт збільшився порівняно з контролем на 2,1 та 2,5 %, відповідно. Незначне збільшення цього показника (0,8 %) спостерігали і при застосуванні Циркону.

Значно відрізняються показники продуктивності фотосинтезу в рослин сортів Вакула і Парнас, які було оброблено розчином Бішофіту. Збільшення цих показників становить 5,8 % у сорту Вакула та 4,1 % у сорту Парнас.

Статистична обробка отриманих результатів свідчить, що на продуктивність фотосинтезу посівів ячменю найбільший вплив здійснюють такі чинники, як умови років дослідження, варіант обробки, а також взаємодія сорту та року, сорту та варіанту обробки [19].

Дані розрахунків представлені в таблиці 2. Як видно з наведених даних, найбільший вплив здійснили умови року та варіант обробки розчином Бішофіту, який передбачав передпосівну обробку насіння та обробку посівів у фазі кушення.

2. Оцінка залежності чистої продуктивності фотосинтезу від сорту, року, варіанту обробки та їхньої взаємодії за результатами Загальної лінійної моделі ($R_{adj}^2 = 0,48$, $F = 3,83$, $p < 0,001$)

Предиктори	Сума квадратів	Ступені волі	Середня сума квадратів	F-відношення	p-рівень
Константа	297064,90	1	297064,90	16115,00	<0,001
Рік	356,90	2	178,40	9,68	<0,001
Сорт	2,10	2	1,05	0,06	0,940
Варіант обробки*	513,72	3	171,24	9,29	<0,001
Сорт×Рік	231,85	4	57,96	3,14	0,020
Сорт×Обробка	338,94	6	56,49	3,06	0,010
Рік×Обробка	182,39	6	30,40	1,65	0,150
Помилка	884,83	48	18,43	—	—

Примітки: * – варіант обробки представлений контролем, передпосівна обробка насіння 1 % розчином бішофіту, обробка посівів у фазі кушення 1 % розчином бішофіту, комплексна обробка (передпосівна+у фазі кушення).

Допосівна обробка насіння стимуляторами росту та обприскування посівів у фазі кушення позитивно впливали на формування рівня врожайності насіння сортів ячменю ярого Геліос, Вакула та Парнас порівняно з контролем (табл. 3).

3. Вплив стимуляторів росту на урожайність насіння сортів ячменю ярого, середнє за 2017–2019 рр., ц/га

Стимулятори	Сорти		
	Геліос	Вакула	Парнас
Епін-екстра	48,4	49,6	46,9
Циркон	46,9	50,4	47,3
Бішофіт	50,1	53,8	52,6
Контроль	44,7	45,1	44,0
НІР ₀₅	0,07	0,08	0,07

Так, при обробці ячменю стимуляторами Епін-екстра та Циркон показники врожайності збільшилися порівняно з контролем на 3,7 та 2,2 ц у сорту Геліос, 4,4 і 5,3 ц у сорту Вакула та 2,9 і 3,3 ц у сорту Парнас. Найкращі показники збільшення врожайності насіння в сортів ячменю ярого спостерігалися після обробки насіння та посівів ячменю у фазі кушення 1 % Бішофітом. Порівняно з контролем урожайність збільшилася на 5,4 ц у сорту Геліос; 8,7 ц у сорту Вакула та на 8,6 ц у сорту Парнас. Отже, стимулятори росту Епін-екстра та Циркон, а також природний мінерал Бішофіт збільшують урожайність насіння в сортів ячменю ярого незалежно від погодно-кліматичних умов.

Висновки

Передпосівна обробка насіння та обприскування посівів ячменю ярого у фазі кушення стимуляторами Епін-екстра та Циркон у дозах 50 г/га та 1 % розчином Бішофіту в дозі 2 л/га сприяли прискоренню настання фенологічних фаз, а також загальному скороченню тривалості вегетаційного періоду порівняно з контролем. Застосування цих препаратів на стадії кушення рослин ячменя сприяло збільшенню площі листової поверхні рослин, що своєю чергою призвело до підвищення фотосинтетичного потенціалу посівів культури ячменю та продуктивності фотосинтезу. Найбільший ефект спостерігали при використанні розчину Бішофіту.

У перспективі подальших досліджень є зменшення хімічного навантаження на ґрунтову біоту шляхом заміни синтетичних стимуляторів росту на природний мінерал Бішофіт.

References

1. Alexopoulos, A. A., Karapanos, I. C., Akoumianakis, K. A., & Passam, H. C. (2017). Effect of gibberellic acid on the growth rate and physiological age of tubers cultivated from true potato seed. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36 (1), 1–10.
2. Asami, T., & Nakagawa, Y. (2018). Preface to the special Issue: brief review of plant hormones and their utilization in agriculture. *Journal of Pesticide Science*, 43 (3), 154–158. doi: 10.1584/jpestics.M18-02
3. Bakhmat, M. I., Sendetsky, I. V., Kozina, T. V., & Sendetsky, V. M. (2019). The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agrology*, 2 (3), 189–193 doi: 10.32819/019027
4. Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3–4.
5. Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23, 371–393.
6. Dockter, C., & Hansson, M. (2015). Improving barley culm robustness for secured crop yield in a changing climate. *Journal of Experimental Botany*, 66 (12), 3499–3509. doi: 10.1093/jxb/eru521
7. Gianfagna, T. (1995). Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. *Plant Hormones*, 751–773. doi: 10.1007/978-94-011-0473-9_34
8. Gonzatto, M. P., Boettcher, G. N., Schneider, L. A., Lopes, A. A., Junior, J. C. S., Petry, H. B., Oliveira, R. P., & Schwarz, S. F. (2016). 3,5,6-trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid as effective thinning agent for fruit of *Montenegrina mandarin*. *Ciencia Rural*, 46 (12), 2078–2083.
9. Gorobets, M. V., & Mishchenko O. V. (2020). Vplyv bishofitu na ontogenez sortiv yachmeniu yaroho. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 25–32. doi: 10.31210/visnyk2020.01.02 [In Ukrainian].
10. Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., & Mishchenko, O. V. (2020). Naukovi pidkhody shchodo ekolohizatsii tekhnolohii vyroshchuvannya yachmeniu yaroho v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 142–149. doi: 10.31210/visnyk2020.04.17 [In Ukrainian].
11. Gozdowski, D., Kozak, M., Kang, M. S., & Wyszynski, Z. (2007). Dependence of grain weight of spring barley genotypes on traits of individual stems. *Journal of Crop Improvement*, 20 (1–2), 223–233. doi: 10.1300/J411v20n01_13
12. Heřmanská, A., Středa, T., & Chloupek, O. (2015). Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 195–202. doi: 10.1007/s13593-014-0227-4
13. Horobets, M., Chaika, T., & Krykunova, V. (2021). Influence of growth stimulants on the ontogenesis of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Colloquium-journal*, 7 (94), 41–42.
14. Horobets, M., Chaika, T., Korotkova, I., Pysarenko, P., Mishchenko, O., Shevnikov, M., & Lotysh I. (2021). Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) crops. *International Journal of Botany Studies*, 6 (2), 340–345.

15. Jiang, K., & Asami, T. (2018). Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 82 (8), 1265–1300. doi: 10.1080/09168451.2018.1462693
16. Khafagy, M. A-M., Zain, Al-A. A. H. M., Farouk, S., Amrajaa, H. K. (2017). Effect of pre-treatment of barley Grain on germination and seedling growth under drought stress. *Advances in Applied Sciences*, 2 (3), 33–42. doi: 10.11648/j.aas.20170203.12
17. Khalid, S., Malik, A. U., Khan, A. S., Razzaq, K., & Naseer, M. (2016). Plant growth regulators application time influences fruit quality and storage potential of young kinnow mandarin trees. *International Journal of Agriculture and Biology*, 18, 623–629.
18. Khan, W., Rayireth, U., Subramanian, S., Jithesh, M., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386–399.
19. Kumar, G., & Sahoo, D. (2011). Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of Triticum aestivum var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology*, 23, 251–255.
20. Kunah, O. M., Pakhomov, O. Y., Zymarioieva, A. A., Demchuk, N. I., Skupskyi, R. M., Bezuhla, L. S., & Vladyka, Y. P. (2018). Agroecologic and agroecological aspects of spatial variation of rye (*Secale cereale*) yields within Polesia and the Forest-Steppe zone of Ukraine: The usage of geographically weighted principal components analysis. *Biosystems Diversity*, 26 (4), 276–285. doi: 10.15421/011842
21. Kunah, O. M., Zelenko, Y. V., Fedushko, M. P., Babchenko, A. V., Sirovatko, V. O., & Zhukov, O. V. (2019). The temporal dynamics of readily available soil moisture for plants in the technosols of the Nikopol Manganese Ore Basin. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 156–162. doi: 10.15421/011921
22. Kurepin, L., Zaman, M., & Phari, R. P. (2014). Phytohormonal basis for the plant growth promoting action of naturally occurring biostimulators. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 1715–1722.
23. Luo, Y., Yang, D., Yin, Y., Cui, Z., Li, Y., Chen, J., Zheng, M., Wang, Y., Pang, D., Li, Y., & Wang, Z. (2016). Effects of exogenous 6-BA and nitrogen fertilizers with varied rates on function and fluorescence characteristics of wheat leaves post anthesis. *Scientia Agricultura Sinica*, 49 (6), 1060–1083.
24. Matysiak, K., & Adamczewski, K. (2006). Influence of bioregulator Kelpak on yield of cereals and other crops. *Progress in Plant Protection*, 46 (2), 102–10.
25. Mohammad, N. K., & Mohammad, F. (2013). Effect of GA₃, N and P ameliorate growth, seed and fibre yield by enhancing photosynthetic capacity and carbonic anhydrase activity of linseed. *Integrative Agriculture*, 12 (7), 1183–1194.
26. Mokhberdoran, F., Nabavi Kalat, S. M., & Sadrabadi Haghighi, R. (2009). Effect of temperature, iso-osmotic concentration of NaCl and PEG agents on germination and some seedling growth yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 8, 409–416.
27. Papenfus, H. B., Kulkarni, M. G., Stirk, W. A., Finnie, J. F., & van Staden, J. (2013). Effect of a commercial seaweed extract (Kelpak®) and polyamines on nutrient-deprived (N, P and K) okra seedlings. *Scientia Horticulturae*, 151, 142–146.
28. Piotrowska-Niczyporuk, A., & Bajguz, A. (2014). The effect of natural and synthetic auxins on the growth, metabolite content and antioxidant response of green alga *Chlorella vulgaris* (Trebouxiophyceae). *Journal of Plant Growth Regulation*, 73 (1), 57–66.
29. Polyvanyj, S. V., & Kuryata, V. G. (2015). Dija treptolemu na morfogenez, produktyvnist' ta jakisni harakterystyky maku olijnogo. *Agrobiologija*, 117 (1), 65–72 [In Ukrainian].
30. Rai, R. K., Tripathi, N., Gautam, D., Singh, P. (2017). Exogenous application of ethrel and gibberellic acid stimulates physiological growth of late planted sugarcane with short growth period in sub-tropical India. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36, 472–486 doi: 10.1007/s00344-016-9655-5
31. Ren, B., Zhang, J., Dong, S., Liu, P., Zhao, B. (2017). Regulations of 6-benzyladenine (6-BA) on leaf ultrastructure and photosynthetic characteristics of waterlogged summer maize. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36, 743–754. doi: 10.1007/s00344-017-9677-7
32. Rohach, V. V. (2017). Influence of growth stimulants on photosynthetic apparatus, morphogenesis and production process of eggplant (*Solanum melongena*). *Biosystem Diversity*, 25 (4). doi: 10.15421/011745
33. Shah, M. T., Zodape, S. T., Chaudhary, D. R., Eswaran, K., & Chikara, J. (2013). Seaweed SAP as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 36 (2), 192–200.

34. Sharma, S. H., Fleming, C., Selby, Ch., Rao, J. R., & Trevor, M. (2014). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26, 465–490.
35. Soltani, A., Gholipour, M., & Zeinali, E. (2006). Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Journal Environmental and Experimental Botany*, 55, 195–200.
36. Stadnik, M. J., & de Freitas, M. B. (2014). Algal polysaccharides as source of plant resistance inducers. *Tropical Plant Pathology*, 39 (2), 111–118.
37. Szczepanek, M. (2017). Effect of biostimulant application in cultivation of spring barley. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 16(2), 77–85
38. Szczepanek, M. (2018). Technology of maize with growth stimulants application. *17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*, 483–490. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N074
39. Tubic, L., Savic, J., Mitic, N., Milojevic, J., Janosevi, D., Budimir, S., & Zdrav-kovic-Korac, S. (2016). Cytokinins differentially affect regeneration, plant growth and antioxidative enzymes activity in chive (*Allium schoenoprasum*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture January*, 124 (1), 1–14.
40. Verma, A., Singh, J., Kumar, V., Kharab, A. S., & Singh, G. P. (2017). Non parametric analysis in multi environmental trials of feed barley genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (6), 1201–1210. doi: 10.20546/ijcmas.2017.606.139
41. Xiaotao, D., Yuping, J., Hong, W., Haijun, J., Hongmei, Z., Chunhong, C., & Jizhu, Y. (2013). Effects of cytokinin on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence parameters, antioxidative system and carbohydrate accumulation in cucumber (*Cucumis sativus*) under low light. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35 (5) 1427–1438.
42. Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
43. Zymarova, A., Zhukov, O., Romanchuk, L., & Pinkin, A. (2019). Spatiotemporal dynamics of cereals grains and grain legumes yield in Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (6), 1107–1113.

Стаття надійшла до редакції: 31.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Короткова І. В., Горобець М. В., Чайка Т. О. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 20–30.

© Короткова Ірина Валентинівна, Горобець Максим Вікторович,
Чайка Тетяна Олександрівна, 2021

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

original article | UDC 633.11: 631.53.04: 631.582: 631.582 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.03

INFLUENCE OF PRECURSORS AND SOWING TIME OF WINTER WHEAT ON WINTER
HARDINESS AND INFESTATION WITH PHYTOPATHOGENS

O. V. Barabolia*

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

V. V. Liashenko

ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)

S. M. Doronin

Ye. Yu. Polezhak

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., Liashenko, V. V., Doronin, S. M., & Polezhak, Ye. Yu. (2021). Influence of precursors and sowing time of winter wheat on winter hardiness and infestation with phytopathogens. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 31–37. doi: 10.31210/visnyk2021.02.03

The article substantiates the topicality of increasing the productivity and quality of winter wheat grain on the basis of little cost, highly effective and environmentally safe measures that are the selection of precursors in crop rotation and sowing time. The purpose of the study is to determine the influence of precursors and sowing time on winter hardiness, diseases and damage with pests of winter wheat plants. Field experiments were carried out according to generally accepted techniques during 2017–2020. To ensure high accuracy of experiments, they were placed in the fields with equaled relief and fertility, which was confirmed by soil and agrochemical surveys materials. The experiments were conducted according to the following scheme: pea; silage corn; 2) sowing time: 01.09; 10.09; 20.09; 30.09; 05.10. The results of the research have shown that the best indicators of winter hardiness of winter wheat plants within were within 3.9–4.8 points, which makes 4.4 points on the average; these indicators were ensured in the case when pea was the precursor. The placement of winter wheat after grain legume to some extent positively affected the development of plants in the autumn period, as well as passing the stages of hardening and, ultimately, increased the general winter hardiness of winter wheat, in comparison with the variants where silage corn was the precursor. The choosing of sowing time was the main factor that affected diseases onset and damage with pests of winter wheat plants. According to the results of the research, precursors did not have a significant impact on this process. At the same time, the infestation with powdery mildew was observed less often if the crop was sown after pea. In its turn, fewer plants were affected with brown rust in cases when wheat areas were placed after silage corn. Sowing time of winter wheat had significant impact on diseases and damage with pests. In this case, the following tendency was observed: the percentage of diseases onset and damage with pests of winter wheat plants gradually decreased from earlier than later sowing time.

Key words: winter wheat, crop rotation, precursors, sowing time, pests, diseases.

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ І СТРОКІВ СІВБИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ЗИМОСТІЙКІСТЬ ТА УРАЖЕНІСТЬ ФІТОПАТОГЕНАМИ

О. В. Бараболя, В. В. Ляшенко, С. М. Доронін, Є. Ю. Полежак

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано актуальність підвищення продуктивності і якості зерна пшениці озимої на основі маловитратних, високоефективних і екологічно безпечних заходів, якими є добір відповідних для них попередників у сівозміні та строків сівби. Метою дослідження є визначити вплив попередників і строків сівби на зимостійкість, ураженість хворобами та пошкодження шкідниками рослин пшениці озимої. Польові досліді проводили згідно із загальноприйнятими методиками впродовж 2017–2020 рр. Для забезпечення високої точності дослідів розміщували їх у полях, вирівняних за рельєфом і родючістю, що підтверджується матеріалами ґрунтового та агрохімічного обстежень. Досліді проводили за наступною схемою: 1) попередники: горох; кукурудза на силос; 2) строки сівби: 01.09; 10.09; 20.09; 30.09; 05.10. Результати досліджень показали, що найкращі показники зимостійкості рослин пшениці озимої в межах 3,9–4,8 балів, що у середньому складає 4,4 бали, забезпечується тоді, коли попередником озимини виступав горох. Розміщення озимини після зернової бобової культури деякою мірою позитивно впливає на розвиток рослин в осінній період, проходження стадій загартування і, врешті-решт, підвищує загальну зимостійкість рослин культури порівняно з варіантами, де попередником була кукурудза на силос. Головним фактором, який впливав на ураження хворобами і пошкодження шкідниками рослин пшениці озимої, є вибір строку сівби. За результатами досліджень попередники не мали істотного впливу на цей процес. Водночас ураження борошнистою росою спостерігається менше, якщо посіви розміщені після гороху. Своєю чергою менше рослини уражуються бурюю іржею тоді, коли ділянки розміщувалися після кукурудзи на силос. Істотного впливу на ураження хворобами і пошкодження шкідниками виявляють строки сівби озимої культури. В цьому випадку спостерігається така тенденція: відсоток ураження хворобами і пошкодження шкідниками рослин пшениці озимої поступово зменшується від більш ранніх до більш пізніх строків сівби.

Ключові слова: пшениця озима, сівозміна, попередники, строки сівби, шкідники, хвороби.

Introduction

In Ukraine, winter wheat occupies one of the leading places in terms of sown area. Therefore, the problem of increasing its yield is a leading place and provides favorable conditions for growth and development of plants in the autumn due to the right predecessor. This has a significant impact on their overwintering and, ultimately, on obtaining significant projected yields of high quality food grain.

Despite the fact that unfavorable weather conditions are observed during cultivation, and some years may seem unsuccessful, the sown area of this crop continues to grow every year. According to O. Basanets, for the 2019 harvest, the sown area under winter wheat in Ukraine amounted to 6.45 million hectares, which is 2.8% more than the same period last year. At the same time, there is an increase in sown areas under organic wheat, for which about 197 thousand hectares have already been allocated, and in the future this figure tends to increase [1, 2].

It is advisable to note that for various zones of Ukraine a set of predecessors for winter wheat, which provide its high yields, are different [3, 4]. However, all of them must meet the following requirements: early to release the field, do not dry the soil for a great depth and accumulate sufficient amount of productive moisture before sowing.

However, in modern market conditions there is a tendency to increase the sown areas of such cultures as sunflower, corn grain, soybeans. In this regard, the crop rotation, in which is winter wheat. Mainly, in the current conditions, agricultural crops are located in short rotational four or five remaining crop rotation [5]. However, it is necessary to take into account such a feature of winter wheat that it depends to a greater extent on the predecessor in crop rotation, than from the use of an optimal fertilization system [6].

Therefore, in modern conditions, the role of crop rotation is acute, the main thing is the most effective way of environmental stabilization of the environment and provision of rather high, sustainable and economically adequate winter wheat harvests [7, 8]. Depending on this, agricultural production at this stage requires new requirements for the selection of predecessors for it [9, 10].

According to numerous studies, sowing terms also have a significant impact on growth and development of plants, their frost and winter resistance, plant survival, productive business, productivity and quality of products [11–13]. The correct choice of sowing time, which depends on the soil-climatic conditions, is the most influential technological element. Mainly, it largely regulates the degree of development of plants before restriction, and thus determines the level of resistance to unfavorable factors [14–16]. So, for crops too early sowing, there is a great probability that they can grow. This significantly worsens their reversals [17]. At the same time, the delay with the terms of sowing will not fully form the development of plants that will be poorly bought and suffer from dryness [18, 19].

Favorable-fuel conditions during plant vegetation are the basis for obtaining high yields. As you know, they depend on natural factors that can not be managed or adjusted. At the same time, by changing the sowing periods in the permissible limits, one can affect the provision of plants with heat and solar radiation, that is, not direct optimization of unmanaged factors of life of agricultural crops [20]. Sowing in optimal terms should provide vessels of winter wheat in the autumn period of those stages of organogenesis, from which the level of livelihoods of agrobiocenosis and its productivity [21] depend on the basis.

The peculiarity, during winter wheat sowing, is the duration between its beginning and ending. This gap should be as short as possible, but to determine the sowing period by the number of shoots formed before entering plants in the winter, the end time may differ significantly. At the beginning of the optimal sowing time, a transition of the average daily air temperature through 17 °C, and for their completion – after 15 °C. According to separate data, their duration can fluctuate within 20–25 days, and they can be in a gap of August 20 to September 10–15 [21–23].

The purpose of the work is to determine the influence of precursors and seedlings on winter resistance, disease and damage to pests of winter wheat plants.

The research objectives are: to establish peculiarities of plant growth and development, their resistance to adverse conditions of cultivation dependently on the precursor and sowing of winter wheat; estimate the resistance to damage to the current pathogens.

Materials and methods of research

Field experiments were carried out according to generally accepted techniques during 2017–2020. To ensure high accuracy of experiments placed them in fields of relief and fertility, which is confirmed by soil and agrochemical surveys materials.

Experiments were performed according to the following scheme.

Precursors:

- peas;
- Maize on silage.

Lines of sowing: 01.09; 10.09; 20.09; 30.09; 05.10.

The main method of research was a comparative field experiment, which included the following studies and analyzes of soil and plants.

1. The resistance of winter wheat varieties to diseases were evaluated by systematic observations during vegetation, taking into account the number and percentage of affected plants and the percentage of the affected surface of leaves and stems occupied by pustules or spots. The lesions were accounted for before the origin of plants in the winter and when the dairy maturity on the history (upper) and under the flag (second) leaves.

2. Damage to plants pests were accounted for: intra-stems in the fall before the entrance in the winter and spring at the beginning of the tubing, determining the amount and percentage of damaged stems and those killed, and plants; Other pests are also from the beginning of their appearance and for the greatest detection.

3. The yield of winter wheat was determined by collecting and weighing with a standard moisture and purity of 100 %.

4. The main results of the research were treated with methods of mathematical analyzes.

Research results and their discussion

For the survival of plants and obtaining high and stable yield of winter wheat, adaptive properties and resistance to adverse medium factors are important. Ozimin weakens and can die as a result of adverse weather factors. These include: freezing, deprivation, quenching, forming a rubbed ice crust, etc. As a rule, the most exhaustion and death of plants is caused by one, but several reasons.

According to our research, it has been established that among the investigated factors the highest influence on the value of this indicator exhibits a period of sowing culture compared to precursors (Table 1).

**1. Winter resistance of winter wheat plants depending on precursors and sowing times, scores
(on average for 2018–2020)**

Predecessor	Sowing period				
	01.09	10.09	20.09	30.09	05.10
Pea	3,9	4,2	4,6	4,8	4,7
Corn for silage	3,5	4,0	4,2	4,3	4,6

In the case when the precursor of winter performed peas, the cross-release score ranged from 3.9 to 4.8, which averaged 4.4 points. Subject to the placement of winter wheat after corn on the silage, the value of this indicator was in the range from 3.5 to 4.6 points, which averaged the experiment 4.1 points. That is, as a result of the conducted studies, it can be said that the placement of winter after grain legume culture to some extent positively affects the development of plants in the autumn period, passing the stages of quenching and, ultimately, increases the total winter resistance of culture plants, compared with variants where the precursor was maize on silage.

At the same time, according to the results of our research, between predecessors, subject to sowing in late terms (05.10), a significant difference between the index of winter resistance is not observed. In this embodiment, the winter resistance index in plants sown after peas, exceeded those in areas where the maize precursor for silage is only 0.1 points.

Thus, depending on the predecessor on average over the years of our research, the highest winter resistance at the level of 4.8 points is obtained on variants where the precursor was peas.

It is advisable to note that significant damage to winter wheat crops inflict damage to pests and damage to diseases. These pathogens not only affect the crop yield, but also significantly worsen its qualitative indicators.

In their experiments, we conducted an observation of the manifestation of winter wheat plants such diseases such as a brown and yellow rust and powdery mildew, as well as damage to such pests like a bug shell and Swedish fly. The results obtained are given in Table 2.

Analyzing the data obtained, we came to the conclusion that the main factor that influenced the damage to the diseases and damage to the pests of winter wheat plants is the choice of sowing time. Precursors, as evidenced by data, did not have a significant impact on this process. In particular, it would be desirable to note that lesions of powdery mildew is observed less if the crops are placed after peas. In turn, less plants are affected by the brown rust in the case when the areas were placed after corn on silage.

At the same time, the lesions of plants with yellow rust depending on the predecessor occurs as follows: in the case when Sowing was performed 01.09 preference has a legume precursor. In the second variant of the sowing, the effect of the precursor is offset, since the value is practically at the same level (see Table 2). In the third variant of sowing time (20.09), the advantage of cereal precursor is observed, and in the following variants, that is, when sowing was carried out respectively 30.09 and 05.10. A minor advantage is again a grain legume precursor.

As for damage to plants pests, as in the previous case, the significant difference between predecessors was not detected. It should only be noted that a slightly smaller percentage of plant damage is observed in sites placed after peas.

However, as evidenced by us data, given in Table 2, a more significant impact on damage to diseases and damage to pests exhibit the timing of winter culture. In this case, we note the following tendency: the percentage of disease and damage to the pests of winter wheat plants gradually decreases from earlier than later sowing.

Thus, plants of early sowing (the first and second option) were more affected by the brown rust and yellow rust. At the same time, in the variant, where 20.09 were produced by 20.09. Best indicators were obtained, as with the defeat of the brown rose and defeating yellow rust, compared to the embodiment, where the plants were sown 30.09. The smallest plants of winter wheat are affected by data by illnesses in the lowest sowing time, which in our case corresponds to 05.10.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Diseases and damage to pests of winter wheat plants depending on precursors and sowing times, % (on average for 2018–2020)

Term sowing	Predecessor	
	Pea	Corn for silage
Brown Irrigation Crop Disease		
01.09	26.5	26.1
10.09	22.7	22.4
20.09	15.5	15.2
30.09	18.8	18.4
05.10	13.5	12.9
Yellow Iris Crop Disease		
01.09	34.1	34.7
10.09	28.5	28.5
20.09	26.6	25.9
30.09	27.4	27.7
05.10	16.1	16.3
Powdery mildew		
01.09	25.3	25.6
10.09	22.2	22.7
20.09	16.1	16.5
30.09	11.9	12.0
05.10	8.2	8.5
The Swedish Fly		
01.09	22.5	22.8
10.09	16.2	16.7
20.09	8.8	9.2
30.09	5.7	6.2
05.10	3.1	3.2
chinch, corn-bug		
01.09	4.2	4.5
10.09	2.6	3.1
20.09	2.3	2.7
30.09	1.2	1.4
05.10	1.1	1.1

Analyzing the lesions of winter flour plants, a tendency towards a significant decrease from earlier than later sowing. It should be noted that among diseases that affect winter wheat plants, in our conditions, a significant advantage has a yellow rust, indicator of lesion of which two other diseases are predominant in 1.5–2 times. It is not possible to note the fact that the late sowing periods in 2–3 times reduce the damage to the wheat of winter culture wheat diseases that were analyzed.

Sufficiently significant influence exhibit sowing terms and damage to plants pests. As evidenced by the received data (Table 2), greater damage to the Swedish fly, the percentage of damage from which significantly predominates the percentage of damage to the tortoise. The results of the research showed that, provided earlier sowing terms, the percentage of damaged plants fluctuated within 22.5–22.8 % in the first and 16.2–16.7 % of the second variants. Starting from the moment when Sowing was carried out on 20.09 (the third option) the value of the index of plant damage to this pest decreased at a time and amounted to 8.8–9.2 %. A significant decrease in this indicator is observed in the variant where SIVBU was performed 30.09, and a particularly significant decrease is observed in the variant when sowing 05.10.

As it was already noted by us, the clop-turtle had a significantly smaller percentage of damage to winter culture plants. However, in this case, it is necessary to note the fact that as in the previous case, the plants were damaged the least in sowing of 30.09 and especially 05.10 than for sowing earlier, respectively, 1.09, 10.09 and 20.09 (Table 2).

In general, analyzing the results obtained, we conclude that, provided that, subject to late sowing terms, regardless of the predecessor, there is a significant reduction in the damage to winter wheat plants and their damage to pests. In this regard, the choice of sowing time can be considered as an endless and environmentally safe agrotechnical measure of protection of winter wheat crops.

Conclusions

1. The best indicators of winter resistance of winter wheat plants within the range of 3.9–4.8 points, which averages 4.4 points, ensured in the case when the precursor of winter performed peas. The placement of wintering after grain legume culture to some extent positively affects the development of plants in the autumn period, passing the stages of quenching and, ultimately, increases the overall winter resistance of culture plants, compared with variants where the precursor was corn per silo.

2. The main factor that influenced the damage to diseases and damage to the pests of winter wheat plants is the choice of sowing time. According to the results of research, precursors did not have a significant impact on this process. At the same time, the damage of powdery mildew is observed less if the crops are placed after peas. In turn, less plants are affected by the brown rust in the case when the areas were placed after corn on silage.

3. Significant influence on defeating diseases and damage to pests exhibit periods of sowing of winter culture. In this case, the following tendency is noted: the percentage of damage to diseases and damage to the pests of winter wheat plants gradually decreases from earlier than later sowing time.

Prospects for further research – considered as an affirmation of precursors of seedlings of winter wheat for yield and quality of grain.

References

1. Basanets, O. (2019). Tekhnolohiia vyroshchuvannya ozymoi pshenytsi: etapy, niuansy ta vidminnosti zalezno vid rehionu. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/290-tehnologiya-viroshchuvannya-ozymoi-pshenytsi-etapi-nyuansi-ta-vidminnosti-zalezno-vid-regionu> [In Ukrainian].
2. Chaika, T. O. (2011). Zemelno-resursnyi potentsial orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya Ekonomichni Nauky*, 12, 323–330. Retrieved from: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4820> [In Ukrainian].
3. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2015). Efektyvna sivozmyna v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsypy. *Dim. Sad. Horod*, 6, 10–11. [In Ukrainian].
4. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Efektyvna sivozmyna v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsypy. *Ahrarnyi Biuletyn*, 52, 17–21. [In Ukrainian].
5. Boiko, P. I., & Kovalenko, N. P. (2006). Naukovo-innovatsiini aspekty sivozmin v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 24–28. [In Ukrainian].
6. Tsvei, Ya. (2016). Yak povodytsia pshenytsia u sivozmini? Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/yak-povodytsia-pshenytsia-u-sivozmini> [In Ukrainian].
7. Kravchenko, A. V., & Barabolia, O. V. (2019). Adaptivnyi potentsial suchasnykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. *Materialy studentskoi naukovoï konferentsii Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (24–25 kvitnia). Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
8. Barabolia, O. V. (2011). Vplyv poperednykiv na vrozhaïnist ta yakist zerna sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva. Ahronomiia*, 76, 102–106. [In Ukrainian].
9. Babich, Yu. V., Solodushko, M. M., Pykhtin, M. I., & Hromov, M. I. (2001). Sorty, poperednyky ta stroky sivby yak osnovni faktory optymizatsii vyroshchuvannya ozymoi pshenytsi. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 15–16, 25. [In Ukrainian].
10. Tanchyk, S. P., & Palamarchuk, O. M. (2014). Vplyv poperednykiv na urozhaïnist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. Retrieved from: http://nd.nubip.edu.ua/2014_7/17.pdf [In Ukrainian].
11. Barabolia, O. V., & Semeniuta, I. (2020). Ahrobiolohichni osnovy formuvannya produktyvnosti ozymykh pshenyts. Stanisława Kowalczyka (Red.), *Nowoczesna nauka: teoria i praktyka: Mater. IV międz. konf. nauk.-prakt.* Warszawa: Nowa nauka [In Ukrainian].
12. Buzynnyi, M. V. (2015). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezno vid poperednykiv. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTs "Instytut Zemlerobstva NAAN"*, 2, 106–116. [In Ukrainian].

13. Zakharova, V. O., Herasko, T. V., & Ivanchenko, O. A. (2011). Vplyv deiakykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia ta posivni yakosti ozymoi pshenytsi. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 19–22. [In Ukrainian].
14. Kalenska, S. M., Chubko, O. P., & Zhuravlova, N. V. (2004). Vplyv stroku sivby i sortiv na rist i rozvytok roslyn ozymoi pshenytsi v osinnii period. *Visnyk Lvivskoho Derzhavnoho Universytetu*, 8, 124–128. [In Ukrainian].
15. Kononiuk, L. M., Kymak, Ya. V., Pochynok, L. A., & Havryliuk, N. M. (2009). Produktivnist pshenytsi ozymoi zalezno vid elementiv vyroshchuvannia v pivnichnomu Stepu. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 1 (13). [In Ukrainian].
16. Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., & Kalantai, O. O. (2008). Vplyv poperednykiv na produktivnist posiviv ozymoi pshenytsi v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 50–53. [In Ukrainian].
17. Green, C. F., Paulson, G. A., & Ivins, J. D. (1985). Time of sowing and the development of winter wheat. *The Journal of Agricultural Science*, 105 (1), 217–221. doi: 10.1017/s0021859600055921
18. Ushkarenko, V. O., Siletskyi, V. P., & Petrova, K. V. (2007). Vplyv poperednykiv i dobryv na urozhainist i yakisni pokaznyky zerna ozymoi pshenytsi v umovakh zroshennia. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 53, 3–9. [In Ukrainian].
19. Marenych, M. M., & Mishchenko, O. V. (2009). Rol meteorolohichnykh faktoriv u formuvanni urozhainosti pshenytsi ozymoi miakoi u vyrobnychykh posivakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 54–58. [In Ukrainian].
20. Nevmyvako, T. V. (2008). Vplyv poperednykiv na vrozhaunist i yakist zerna pshenytsi ozymoi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 4, 74–76. [In Ukrainian].
21. Rusanov, V. I. (2004). Tekhnolohiia vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi. *Nasinnystvo*, 5, 7. [In Ukrainian].
22. Syvokoniuk, M. V. (2002). Fizioloho-biokhimichni aspekty vplyvu strokiv ta hlybyny sivby na morozostiikist ozymoi pshenytsi. *Naukovo-Tekhnichniy Biuleten Myronivskoho Instytutu Pshenytsi imeni V. M. Remesla*, 2, 172. [In Ukrainian].
23. Cherenkov, A. V., & Shevchenko, M. S. (2009). Yakist zerna ozymoi pshenytsi na pivdni Ukrainy ta shliakhy yii pidvyshchennia. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 37, 8–12. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 02.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Доронін С. М., Полежак Є. Ю. Вплив попередників і строків сівби пшениці озимої на зимостійкість та ураженість фітопатогенами. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 31–37.

© Бараболя Ольга Валеріївна, Ляшенко Віктор Васильович,
Доронін Сергій Миколайович, Полежак Євгеній Юрійович, 2021

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

original article | UDC 633.32:551.588 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.04

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE FORMATION
OF MEADOW CLOVER PRODUCTIVITY ON THE RIGHT BANK OF THE FOREST-STEPPE
OF UKRAINE

A. M. Polevoy*

L. E. Bozhko

E. A. Barsukova

ORCID  [0000-0002-0049-7024](https://orcid.org/0000-0002-0049-7024)ORCID  [0000-0002-1485-4707](https://orcid.org/0000-0002-1485-4707)ORCID  [0000-0002-9054-142X](https://orcid.org/0000-0002-9054-142X)

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

*Corresponding author

E-mail: lena5933@ukr.net

How to Cite

Polevoy, A. M., Bozhko, L. E., & Barsukova, E. A. (2021). The influence of weather conditions on the formation of meadow clover productivity on the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 38–45. doi: 10.31210/visnyk2021.02.04

This article presents the results of studying the impact of weather conditions on the growth, development and yield formation of meadow clover, as the cultivation of perennial grasses is the basis for providing the fodder base for growing animals. In order to perform the task, the data of observations on the productivity of meadow clover in the second year of life and meteorological elements for the period from 1995 to 2015 were analyzed. The analysis of weather conditions' effect on productivity formation included weather conditions of clover overwintering and conditions during the growing season from vegetation restoration to seed collection. The studies of the yield series of clover hay and seeds have shown that the trend of the yield of double-cutting clover hay and seeds is raising, the annual increase in hay yield according to the trend is 2.94 hundredweight/ha. Annual deviations of yields from the trend line due to the influence of weather in each particular year ranged from –3 hundredweight/ha to +20 hundredweight of hay per hectare. The dynamics of clover seed yields also tended to grow, but the increase was weak and averaged to 0.0023 hundredweight/ha annually. It has been determined that among the numerical indicators that influence the value of clover yield, overwintering conditions play a significant role. On the Right Bank, the probability of very low absolute minimal temperatures of –18... –19 °C at the depth of the root collar of clover is about 7 %. The probability of absolute minimal temperatures at the level of critical freezing of meadow clover, which is –15... –16 °C, is respectively 12 % and 13 %. The analysis of the values of correlation coefficients between clover seed yields and different indicators has shown that the most significant role in the formation of meadow clover productivity is played by the combination of several individual factors. During the growing season, clover experiences the weather conditions of June for the first cutting and the end of July and August for the second cutting. This made it possible to obtain a multifactorial statistical dependence of meadow clover seed yields on a complex of meteorological values.

Key words: legume grasses, meadow clover, weather conditions, overwintering, yield productivity, agrometeorological indicators.

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ НА ПРАВОБЕРЕЖЖІ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

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

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

У статті представлено результати дослідження оцінки впливу погодних умов на ріст, розвиток і формування врожайності конюшини лучної, оскільки вирощування багаторічних трав є основою забезпечення кормової бази для вирощування тварин. Для виконання задачі були проаналізовані дані спостережень за продуктивністю конюшини лучної другого року життя і метеорологічними елементами за період з 1995 по 2015 роки. Аналіз впливу погодних умов на формування продуктивності включав погодні умови перезимівлі конюшини і умови впродовж вегетаційного періоду від відновлення вегетації до збирання насіння. Дослідження рядів урожайності сіна і насіння конюшини показали, що тенденція тренду урожайності сіна і насіння конюшини двохукісної характеризується зростанням, щорічне збільшення врожаю сіна за трендом становить 2,94 ц/га. Щорічні відхилення врожайів від лінії тренда, зумовлені впливом погоди кожного конкретного року, коливаються від -3 ц/га до +20 ц сіна з га. Динаміка врожайів насіння конюшини теж має характер зростання, але зростання слабке і становить щорічно 0,0023 ц/га. Встановлено, що серед чисельних показників, які визначають величину врожаю конюшини, значну роль відіграють умови перезимівлі. На Правобережжі ймовірність дуже низьких абсолютних мінімумів -18...-19 °С на глибині кореневої шийки конюшини становить близько 7 %. Імовірність абсолютних мінімумів на рівні критичної температури вимерзання конюшини лучної -15...-16 °С становить відповідно 12 % та 13 %. Аналіз значень коефіцієнтів кореляції врожайів насіння конюшини з різними показниками свідчать про те, що найзначнішу роль у формуванні продуктивності конюшини лучної відіграє сполучення комплексу окремих факторів. Упродовж вегетаційного періоду погодні умови червня для першого укосу та кінець липня і серпень для другого укосу конюшини. Це дало змогу отримати багатofакторну статистичну залежність урожайів насіння конюшини лучної, зважаючи на комплекс метеорологічних величин.

Ключові слова: бобові трави, конюшина лучна, погодні умови, перезимівля, продуктивність, урожай, агрометеорологічні показники.

Вступ

Важливим чинником забезпечення населення повноцінними продуктами харчування є ефективний розвиток галузі тваринництва. Для забезпечення тварин кормовим білком необхідне вирощування кормових трав. Їхнє вирощування для сільськогосподарських тварин і для отримання насіння становить основу збалансованої кормової бази. Бобові трави за врожайністю і білковою продуктивністю набагато переважають інші кормові культури. Крім високої харчової цінності бобові трави є кращими попередниками для багатьох сільськогосподарських культур. Вони також сприяють оптимізації мікробіологічної активності ґрунту, покращенню його фізико-хімічних властивостей, накопиченню органічної маси у вигляді кореневих та пожнивних залишків, збагаченню ґрунтів такими хімічними елементами, як азот, фосфор, калій, кальцій і інші, що підвищує родючість ґрунтів. Такі особливості бобових культур полягають в їхніх біологічних властивостях – симбіозі рослин з бульбочковими бактеріями, що сприяє асиміляції молекулярного азоту повітря. Такий симбіоз сприяє накопиченню в загальній біомасі врожаю до 350 кг/га азоту, із яких 70–80 % за рахунок азоту повітря. Симбіотичний азот бобових трав забезпечує отримання збалансованого за амінокислотним складом білка [1, 2, 5].

Відомо, що вирощування трав сприяє покращанню структури ґрунтів, їх водопроникливості, водоутримуючій здатності, аерації, крім того сіяні трави зменшують забур'яненість посівів, сприяють підвищенню врожайності тих культур, які вирощують після них [2, 19, 22, 24].

На території України серед бобових трав найбільш розповсюджені люцерна та конюшина лучна. Держстат зареєстрував понад 300 видів конюшини, але загалом трапляються до 20 видів, у виробництві ж найбільш поширені три види: конюшина лучна (червона), конюшина повзуча (біла) та конюшина шведська або гібридна (рожева) [2].

Конюшина лучна (*Trifolium L.*) – головна бобова культура, вирощується в усіх польових сівоzmінах по всій території України. У північних та західних районах поширені посіви конюшини лучної

одноукісної, в районах Лісостепу – конюшини лучної двоухісної та люцерни, в південних районах – люцерни. Її вирощують як в одновидових, так і змішаних посівах зі злаковими травами. Конюшина лучна – одна з найкращих кормових трав: у ній містяться вітаміни А, В, С, D, К, 14,5 % протеїну, 3,5 % жирів, багато кальцію та фосфору, що робить сіно дуже поживним і особливо корисним для молодих тварин. Продуктивність конюшини лучної висока. За умови забезпеченості території вимогам культури до навколишнього середовища конюшина формує до 12 т/га сухої рослинної маси та 2–3 ц/га насіння [21].

Конюшина лучна – багаторічна рослина, врожайність якої залежить від безлічі факторів, серед яких головними є біологічні особливості культури, технологія вирощування, забезпеченість посівів теплом та вологою і умови перезимівлі [6]. Оптимальні умови для формування рослинної маси створюються за умови достатньої вологозабезпеченості посівів, якщо після відновлення вегетації середня температура повітря до цвітіння становить 15–17 °С, а після цвітіння до другого укосу 18–22 °С. При цьому накопичується сума ефективних температур від відновлення вегетації до 1 укосу 650–1000 °С, від першого до другого укосу 560–910 °С. Достатня вологозабезпеченість буде спостерігатися, якщо сума опадів за вегетаційний період становитиме не менше 250–300 мм [4, 17].

У сільськогосподарському виробництві не завжди є сприятливі умови для росту рослин. Урожаї формуються нерівномірні і різні навіть на тому самому полі. Це пояснюється декількома причинами: мікрорельєфом поля, нерівномірною родючістю ґрунтів, наявністю шкідників і хвороб та погодними умовами як упродовж вегетаційного періоду, так і в період перезимівлі [6].

Дослідження свідчать, що велику роль у формуванні як рослинної маси, так і насіння конюшини лучної і її стійкості до умов перезимівлі мають терміни сівби. За сприятливих умов після сівби формування стеблостою настає через 35–40 діб у конюшини одноукісної і через 25–30 діб у конюшини двоухісної [10, 14, 16]. Перший укіс проводиться через 5–10 діб після початку цвітіння. Максимальний приріст фіто маси конюшини лучної спостерігається через 20–30 діб після першого укосу. За несприятливих умов цей період може збільшуватися до 40–50 діб [4, 7]. За даними [17] на формування рослинної маси великий вплив має дефіцит насичення повітря вологою.

З'ясовано, що посіви конюшини лучної в суміші зі злаковими травами (тимофіївкою, вівсяницею лучною, лисохвостом лучним та іншими) формують значно вищі врожаї, ніж одновидові посіви конюшини лучної [11, 13].

На сучасному етапі розвитку сільського господарства для підвищення продуктивності бобових трав необхідним є розробка та вдосконалення технологій вирощування бобових рослин у різних природно-кліматичних зонах, забезпечення режиму живлення рослин, отримання високоякісного насіннєвого матеріалу, розміщення культури в тих природно-кліматичних зонах, які найкраще відповідають вимогам культури до навколишнього середовища [17, 21].

Мета дослідження полягає в оцінці агрометеорологічних умов формування продуктивності конюшини лучної (червоної) в областях Правобережної частини Західного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень

Для виконання дослідження використовувались матеріали мережі спостережень за метеорологічними елементами та розвитком і формуванням урожайності конюшини лучної двоухісної по території Правобережжя Лісостепової зони за період з 1995 по 2015 рр.

Результати досліджень та їх обговорення

Формування врожайності сіна і насіння конюшини лучної – складний, різноманітний процес, який залежить від низки природно-кліматичних та економічних факторів, біологічних особливостей культури, родючості ґрунту, рівня агротехніки, наявності шкідників і хвороб, норм і способів живлення. Одні з цих факторів формують тренд урожайності. Щорічні відхилення врожайності від тренду зумовлюються погодними умовами кожного конкретного року. Для виявлення коливання врожаїв за рахунок впливу агрометеорологічних умов на формування врожаю сіна і насіння конюшини лучної були побудовані графіки динаміки врожайності сіна і насіння. Тенденція тренду урожайності сіна конюшини двоухісної (рис. 1) має характер зростання і щорічне збільшення врожаю становить за трендом 2,94 ц/га. Щорічні відхилення врожаїв від лінії тренда зумовлені впливом погоди кожного конкретного року і коливаються –3 ц/га до + 20 ц сіна з га.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Аналіз динаміки врожаїв насіння конюшини теж має характер зростання, але зростання слабке і становить щорічно 0,0023 ц/га.

Причини щорічного коливання врожаїв насіння такі ж як і коливання врожаїв сіна, але вони ще й можуть поглиблюватись відсутністю комах – обпилювачів.

Були розраховані агрометеорологічні показники розвитку конюшини і формування врожайності зеленої маси і насіння (табл. 1).

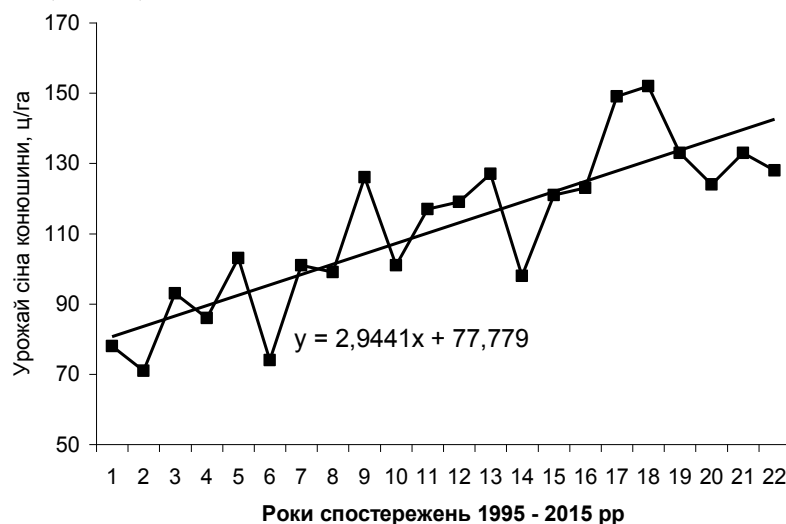


Рис. 1. Динаміка врожаїв сіна конюшини лучної двоукісної і лінія тренда

На величину врожаїв сіна і насіння конюшини лучної впливають окрім погодних умов поточного року ще й умови перезимівлі трави. За дослідженнями Страшної Г. І., морозостійкість конюшини лучної залежить від особливостей сорту, віку життя, суворості зими та умов осінньої вегетації після укосу [18].

Основними показниками умов перезимівлі багаторічних трав є: мінімальна температура повітря, висота снігу, глибина промерзання ґрунту, сума від'ємних температур повітря за зимовий період. Інтегральним показником суворості зими є температура ґрунту на глибині розташування кореневої шийки конюшини лучної. Показником стійкості рослин до несприятливих умов зими є критична температура вимерзання. Встановлено, що в різні роки життя критична температура вимерзання трави різна. Найвища вона в перший рік життя і становить -15°C . У другий і третій роки життя вона вже становить $11 \dots -13^{\circ}\text{C}$. Варто зазначити, що стійкість до несприятливих умов зими вища у конюшини одноукісної, ніж у конюшини двоукісної.

1. Значення агрометеорологічних показників в роки зі сприятливими і несприятливими умовами погоди

Агрометеорологічний показник	Значення факторів	
	сприятливі	несприятливі
Мінімальна температура повітря у січні, $^{\circ}\text{C}$	$-18 \dots -20^{\circ}\text{C}$	> -25
Середня температура в червні, $^{\circ}\text{C}$	$16 - 19^{\circ}\text{C}$	нижче 14, вище 22
Кількість опадів у червні, мм	$50 - 70$ мм	$<50, > 100$ мм
ГТК в червні, відн.од.	$0,8 - 1,1$	$>1,2$
ГТК у липні, відн. од	$0,8 - 1,1$	$> 1,3$
Середня температура в липні, $^{\circ}\text{C}$	$17 - 22^{\circ}\text{C}$	15°C і нижче
Кількість опадів у липні, мм	$30 - 70$ мм	$<30, > 110$ мм
Середня температура в серпні, $^{\circ}\text{C}$	$16 - 20^{\circ}\text{C}$	14°C і нижче, вище 25
Кількість опадів у серпні, мм	$30 - 80$ мм	$<30, > 120$ мм

Дослідження мінімальної температури повітря показали, що на Правобережжі Лісостепової зони середній із абсолютних мінімумів за зимовий період коливається від $-12,5^{\circ}\text{C}$ у першій декаді січня

до -18°C у першій декаді березня. Найхолодніші місяці це січень і лютий, коли абсолютний мінімум температури повітря сягає -29°C .

Негативний вплив низьких температур на зимуючі рослини пом'якшує сніговий покрив, який виконує для рослин роль ковдри. В середньому багаторічному найвищий сніговий покрив утворюється в січні. На території Правобережжя найраніше він зникає з полів у другій декаді лютого, найпізніше – у другій декаді квітня. Найбільша глибина промерзання ґрунту спостерігається в середньому багаторічному в лютому і коливається від 40 до 86 см.

Аналіз показав, що значення абсолютного мінімуму температури ґрунту на глибині кореневої шийки бувають нижчими, ніж критична температура вимерзання конюшини. І її стан у цих випадках залежить також від висоти снігу та глибини промерзання ґрунту. Небезпечні температури для перезимівлі конюшини складаються в січні і перших двох декадах лютого.

Встановлено, що ймовірність дуже низьких абсолютних мінімумів $-18...-19^{\circ}\text{C}$ на глибині кореневої шийки конюшини на Правобережжі Лісостепу становить близько 7 %. Імовірність абсолютних мінімумів на рівні критичної температури вимерзання конюшини лучної $-15...-16^{\circ}\text{C}$ становить відповідно 12 % та 13 %. Такі умови перезимівлі спричиняють вимерзання трави. З'ясовано статистичну залежність площі вимерзання конюшини від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см, яка характеризується кореляційним відношенням $R=0,76$. Це дає змогу зробити висновок, що вимерзання конюшини першого року життя спостерігається відповідно один раз на десять років, а вимерзання конюшини другого року життя буде більшим і становитиме три рази на 10 років за умов відсутності снігу або його середньої висоти не більше 5–10 см.

Серед інших причин зимового пошкодження конюшини різних років життя на Правобережжі Лісостепової зони трапляється пошкодження рослин від випрівання та від льодяної кірки. Але випрівання спостерігається рідко, не частіше одного разу за 20 років. Льодова кірка підсилює пошкодження, спричинене будь-яким видом несприятливих умов.

На Правобережжі Лісостепової зони відновлення вегетації конюшини лучної відбувається наприкінці березня – на початку квітня, дата першого укусу – наприкінці квітня – на початку липня. Дата другого укусу – наприкінці липня – початку серпня. Після відновлення вегетації починається ріст стебла. Якщо після відновлення вегетації температура повітря становить $10-13^{\circ}\text{C}$, а сума опадів за квітень – травень становить не менше 110–130 мм, то умови для формування травостою будуть оптимальними. Для виявлення найвпливовішого фактора на формування продуктивності конюшини лучної були побудовані графіки і розраховані статистичні залежності врожаїв сіна першого укусу від низки агрометеорологічних показників: середньої температури повітря від відновлення вегетації до першого укусу двохукісної конюшини (рис. 2), вологозабезпеченості цього ж періоду, дефіциту насичення повітря, коефіцієнту зволоження ГТК Г. Т. Селянінова [26], а також від цих же показників за період від першого до другого укусу двохукісної конюшини.

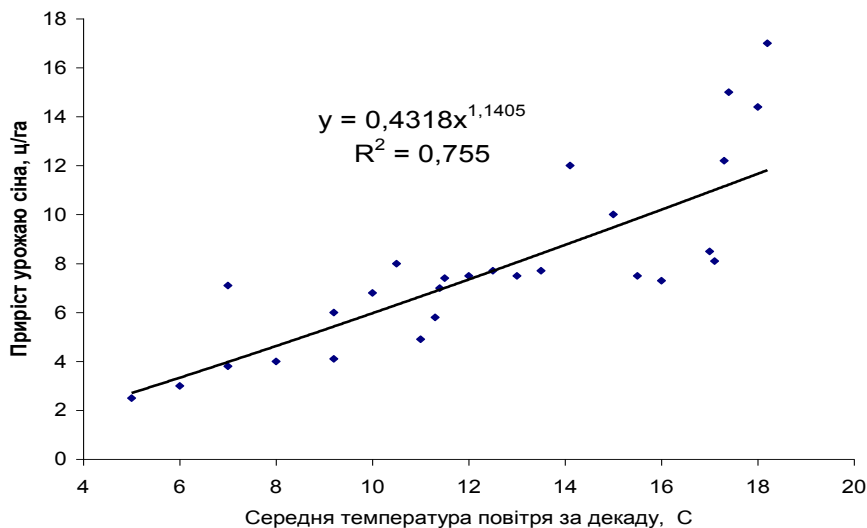


Рис. 2. Залежність врожаю сіна конюшини двохукісної від середньої температури повітря за період від відновлення вегетації до першого укусу

Аналіз спостережень свідчить, що на території Правобережжя Лісостепової зони недостатнє зволоження ґрунту для формування оптимальної маси трави спостерігається у два роки із 20, перезволоження ґрунту – один рік із 20.

Як відомо, врожай насіння конюшини залежить насамперед від погодних умов під час цвітіння і достигання. Тепла і сонячна погода сприяє кращому запиленню її джмелями і бджолами, формуванню насіння і збиранню врожаю без втрат. Високі врожаї насіння конюшини збирають, якщо вологість ґрунту до цвітіння становить 80 % НВ, під час цвітіння – 60, а під час достигання – 40 %.

Насіння двоукісної конюшини збирають здебільшого з другого укосу (перший укіс використовують на зелений корм, сінаж або сіно у фазі бутонізації).

Для виявлення найбільш впливового метеорологічного чинника на формування продуктивності конюшини лучної були розраховані коефіцієнти кореляції між урожаєм насіння і вищезазначеними метеорологічними елементами (табл. 2). Аналіз коефіцієнтів кореляції врожаїв насіння з різними метеорологічними показниками свідчить про неоднозначність впливу різних показників на формування продуктивності конюшини лучної в різні періоди розвитку. У травні, коли відбувається інтенсивне наростання рослинної маси, мають велике значення температури повітря і суми опадів. Водночас підвищення ГТК вище його оптимальних значень несприятливо впливає на формування врожаїв насіння. Значення коефіцієнтів кореляції між врожаєм насіння впродовж вегетаційного періоду конюшини свідчать, що рослини гірше реагують на перезволоження, ніж на нестачу вологи.

2. Значення коефіцієнтів кореляції між врожаєм насіння конюшини двоукісної і метеорологічними показниками в різні періоди розвитку

Період	Температура повітря, °С	Сума опадів, мм	ГТК, відн. од.	Дефіцит насичення повітря, мб
травень	0,51	0,51	-0,53	0,49
червень	0,54	0,51	-0,55	0,47
липень	0,41	0,47	-0,55	0,47
серпень	0,32	0,42	-0,58	0,41

Загалом аналіз значень коефіцієнтів кореляції врожаїв насіння конюшини з різними показниками свідчать про те, що найзначнішу роль у формуванні продуктивності конюшини лучної відіграє сполучення комплексу окремих факторів. На основі цього висновку були вибрані агрометеорологічні показники з найвищими значеннями коефіцієнтів кореляції і отримана багатофакторна статистична залежність урожаїв насіння конюшини лучної.

$$Y = -0,108ГТК_5 + 0,012 T_6 + 1,025Y_c + 0,33 \quad ,$$

$$R = 0,73, \quad S_y = 0,12 \text{ ц/га}$$

де Y – середній по області врожай насіння конюшини лучної, ц/га;

ГТК₅ – середні значення ГТК за травень, відн. од.

T₆ – середня температура повітря за червень, °С;

Y_c – середній урожай насіння конюшини лучної за останні 5 років, ц/га.

Висновки

1. Встановлено, що урожайність рослинної маси і насіння конюшини лучної за досліджуваний період мала тенденцію до зростання але відзначалась мінливістю в часі і по території.

2. Критичним періодом для перезимівлі рослин є січень, коли спостерігаються найнижчі температури ґрунту на глибині розташування кореневої шийки. Пошкодження конюшини від вимерзання спостерігаються при мінімальних температурах ґрунту –16 °С. Імовірність таких температур на Правобережжі Лісостепу становить 12 % та 13 %.

3. На формування врожаїв сіна конюшини лучної найбільш впливові погодні умови червня. На формування врожаїв зеленої маси і насіння конюшини лучної другого укосу впливають погодні умови в період від першого до другого укосу, тобто кінця липня – початку серпня.

4. На основі парних коефіцієнтів кореляції залежності врожаїв насіння конюшини від різних метеорологічних елементів розроблена багатофакторна статистична залежність урожаїв конюшини лучної від комплексу цих елементів, який можна використовувати для орієнтованих розрахунків очікуваних урожаїв.

5. Природно-кліматичні умови Правобережжя Лісостепової зони України відповідають вимогам конюшини до умов навколишнього середовища і збільшення продуктивності її можливе через використання інтенсивних технологій вирощування.

Перспективи подальших досліджень полягають у продовженні вивчення конюшини в умовах зміни клімату.

References

1. Antypova, L. K., Tsurkan, N. V., Adamovych, A. M., & Poisha, L. A. (2018). Bahatorichni travy – vazhlyva skladova ekolohichnoho zemlerobstva i kormovyrobnytstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 4 (100), 35–42 doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5 [In Ukrainian].
2. Demydas, H. I., Kvitko, H. P., & Tkachuk O. P. (2013). *Bahatorichni bobovi travy yak osnova pryrodnoi intensyfikatsii kormovyrobnytstva*. Kyiv: Nilan-LTD [In Ukrainian].
3. Bozhenko, A. I., & Syzenko, O. Ie. (2020). Vidbir, otsinka i stvorennia vykhidnoho materialu koniushyny luchnoi (*Trifolium pratense* L.) v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrainy. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 113, 17–27. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.3 [In Ukrainian].
4. Gulinova, N. V. (1982). *Pogoda i urozhaj seyanyh i lugovyh trav*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].
5. Glinchikov, I. M. (2002). *Semenovodstvo mnogoletnih i odnoletnih kormovyh kultur*. Novosibirsk [In Russian].
6. Gringof, I. G. (1981). *Bioklimatologiya bobovyh i zlakovyh trav*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].
7. Zhukov, A. S. (1979). *Semenovodstvo mnogoletnih trav v Centralnom Chernozeme*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].
8. Stepanenko, S. M., & Pol'ovyy, A. M. (2015). *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy*. Odesa, «TKS» [In Ukrainian].
9. Kokovikhin, S. V., & Kovalenko, V. P. (2019). Matematychni modeliuvannia rivniv produktyvnosti bahatorichnykh bobovykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 108, 39–45. doi: 10.32851/2226-0099.2019.108.6 [In Ukrainian].
10. Kuznecov, I. V. (2011). *Klever lugovoj. Vozdelyvanie na korm i semena*. LAPLAMBERT Academic Publishing [In Russian].
11. Kurhak, V. H., & Tovstoshkur, V. M. (2010). Vplyv vydovoho skladu ta udobrennia bahatorichnykh travostoiv na pokaznyky rodiuchosti gruntiv. *Zbirnyk Naukovykh Prats Nnts «Instytut Zemlerobstva UAAN»*. Kyev: EKMO, 3–4, 15–25. [In Ukrainian].
12. Kutuzova, A. A. (1986). Nauchnaya osnova ispolzovaniya biologicheskogo azota v lugovodstve. *Vestnik Selskohozyajstvennoj Nauki*, 4 (355), 106–112. [In Russian].
13. Kravchenko, M. S., & Ohienko, N. I. (2006). Produktivnist bobovo-zlakovykh travosumishok za yikh tryvalooho vykorystannia. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 7, 11–13. [In Ukrainian].
14. Osokin, I. V., Akmanaev, E. D., & Putin, O. V. (2008). Urozhajnost semyan klevera lugovogo odnokusnogo i dvoukusnogo tipa pri raznyh sposobah poseva i normah vyseva. *Agrarnyj Vestnik Urala*, 12 (54), 53–55. [In Russian].
15. Perepravo, N. I., Zolotarev, V. N., & Volovik, V. F. (2004). Formirovanie semennogo travostoya u klevera lugovogo Rannij 2. *Selekcija i Semenovodstvo*, 4, 29–32 [In Russian].
16. Sennyk, I. I. (2020). Tekhniko-ekonomichna otsinka sposobiv sivby bahatorichnykh bobovo-zlakovykh ahrofitotsenoziv. *Zroshuvane Zemlerobstvo. Zbirnyk Naukovykh Prats*, 74, 72–75. doi: 10.32848/0135-2369.2020.74.12 [In Ukrainian].
17. Strashnaya, A. I. (1985). *Pogoda i urozhajnost mnogoletnih trav v Nechernozemnoj zone*. Moskva: Gidrometeoizdat [In Russian].
18. Strashnaya, A. I. (1980). Vliyanie agrometeorologicheskikh uslovij na perezimovku mnogoletnih bobovyh trav v centralnykh oblastyah ET SSSR. *Zhurnal Meteorologiya i Gidrologiya*, 1, 32–40 [In Russian].
19. Stotska, S. (2013). Bioenerhetychna otsinka tekhnologii vyroshchuvannia koniushyny luchnoi na lystosteblovu masu v umovakh Polissia. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Serii Ahronomiia*, 17 (2), 392–397. [In Ukrainian].
20. Khrapiichuk, P. P., Bober, A. F., & Khrapiichuk, I. P. (2003). Vyroshchuvannia bahatorichnykh bobovykh kultur na nasinnia v zoni Polissia Ukrainy. *Visnyk Derzhavnogo Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1, 66–74. [In Ukrainian].

21. Shpakov, A. S. (2003). Rol kormovyh kultur v ustojchivom funkcionirovanii polevyh agroekosistem i agrolandshaftov. *Kormoproizvodstvo*, 11, 2–6. [In Russian].
22. Spandl, E., & Hesterman, O. B. (1997). Forage quality and alfalfa characteristics in binary mixtures of alfalfa and brome grass or timothy. *Crop Science*, 37 (5), 1581–1585. doi: 10.2135/cropsci1997.0011183x003700050029x
23. Vasik, T. I. (1983). The amount of nitrogen fixed by forage legumes. *Forage and Seed Tacts*, 8, 1–2.
24. Vates, A. (1983). Reduce your nitrogen bill. *Big Farm Management*. September. 19–20.
25. Wilding, M. D., Stahmann, M. A., & Smith, D. (1960). Free Amino Acids in Alfalfa as Related to Cold Hardiness. *Plant Physiology*, 35 (5), 726–732. doi: 10.1104/pp.35.5.726
26. Polovyi A. M. (2012). *Silskohospodarska meteorolohiia*. Odesa: TES [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 21.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив погодних умов на формування продуктивності конюшини лучної на Правобережжі Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 38–45.

© Польовий Анатолій Миколайович, Божко Людмила Юхимівна,
Барсукова Олена Анатоліївна, 2021

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

original article | UDC 631.811.98:633.11 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.05

THE EFFECTIVENESS OF MICROFERTILIZERS FOR SEED TREATMENT
AND FOLIAR APPLICATIONS OF WINTER WHEAT CROPSV. V. Hanhur^{1*}A. A. Kocherha¹O. S. Pypko¹O. I. Len²ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)ORCID  [0000-0002-2076-4230](https://orcid.org/0000-0002-2076-4230)ORCID ORCID  [0000-0003-1498-8315](https://orcid.org/0000-0003-1498-8315)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovoroda St., Poltava, 36000, Ukraine² Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86, Shvedska St., 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., & Len, O. I. (2021). The effectiveness of microfertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 46–51. doi: 10.31210/visnyk2021.02.05

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is the main grain food crop of Ukraine, which is sown annually on the area of about 6.0–6.5 million hectares. It should be noted that in today's conditions an effective agro-technological method of cultivation in increasing and stabilizing crop yields can be widespread use of biological fertilizers, plants growth regulators, stimulating substances and micro-fertilizers. The purpose of the study was to determine the effect of micro-fertilizers on the productivity and grain quality of winter wheat at pre-sowing seed treatment and foliar application. During the study the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field scientific method, and statistical analysis of the experimental data. According to results of the study in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, it has been found that the number of productive stems per area unit in the variant of seed treatment with micro-fertilizers increased by 5.5–6.8 %, and in the variant with foliar application – by 7.1–12.2 %, as compared to the control. The plants' spike length in the treated variants ranged from 6.8 to 7.4 cm, which is 2.1–14.9 % higher than in the control. The number of grains per spike varied from 26.0 to 37.1, or they were formed by 7.4–14.8% more than in the variants without micro-fertilizers' applications. The maximum grain yield of winter wheat (5.62–5.63 t/ha⁻¹) was obtained by combining of seed treatment with Vuxal Terios U (1.4 l/t) or Vuxal Terios M (1.5 l/t) micro-fertilizers and foliar fertilization with Vuxal Microplant (1.0 l/ha) in the phases of tillering, leaf tube forming, and the beginning of coming into ear. The positive effect of Vuxal micro-fertilizer application on grain quality indicators of Vdala winter wheat variety was clearly expressed. Thus, the pre-sowing seed treatment with microelements provided an increase in thousand-kernel weight by 0.8–1.0 g or 2.0–2.5 %, and in the variants with combination of pre-sowing seed treatment and foliar application at different winter wheat growing stages the grain weight increased by 1.8–3.3 g or 4.4–8.1 %. Gluten content in winter wheat grain in the variants with micro-fertilizers' applications was by 3.4–8.8 % higher (absolute) as compared with the control. In terms of quality, the grain corresponded to the first class.

Key words: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), micro-fertilizers, seed treatment, foliar application, yield structure, yield.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОДОБРІВ ЗА УМОВИ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ЛИСТКОВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**В. В. Гангур¹, А. А. Кочерга¹, О. С. Пупко¹, О. І. Ленъ²**¹ Полтавська державна аграрна академія, Полтава, Україна² Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, Полтава, Україна

Основною зерновою продовольчою культурою України є пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), яку щорічно висівають на площі близько 6,0–6,5 млн га. Дієвим агротехнічним заходом підвищення врожайності культури може бути широке застосування мікродобрив. Метою досліджень було з'ясувати вплив мікродобрив на продуктивність та показники якості зерна пшениці озимої у разі допосівної обробки насіння та позакореневого застосування. Під час проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. За результатами досліджень в умовах Лівобережного Лісостепу України встановлено, що кількість продуктивних стебел на одиниці площі від обробки насіння мікродобривами порівняно з контролем зросла на 5,5–6,8 %, а від листового підживлення – на 7,1–12,2 %. Довжина колоса на оброблених варіантах перебувала в межах від 6,8 до 7,4 см, що на 2,1–14,9 % більше, ніж на контролі. Кількість зерен з колоса варіювала від 26,0 до 37,1 шт. або їх формувалося на 7,4–14,8 % більше, ніж на ділянках без застосування мікродобрив. Максимальну урожайність зерна пшениці (5,62–5,63 т/га) одержано за умови поєднання обробки насіння мікродобривами Вуксал Теріос У (1,4 л/т) або Вуксал Теріос М (1,5 л/т) з листовим підживленням препаратом Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) у фазі – куціння, вихід у трубку, початок колосіння. Чітко вираженим є позитивний вплив мікродобрив Вуксал на якісні показники зерна пшениці озимої. Так, допосівна обробка насіння мікроелементами забезпечила підвищення маси 1000 зерен на 0,8–1,0 г або 2,0–2,5 %, а на ділянках, де проводили ще й позакореневе підживлення посівів пшениці в різні фази розвитку ваговитість зерна, зросла на 1,8–3,3 г або 4,4–8,1 %. Вміст клейковини в зерні пшениці на варіантах із застосуванням мікродобрив був вищим на 3,4–8,8 % (абсолютних) порівняно з контролем.

Ключові слова: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), мікродобрива, обробка насіння, позакореневе підживлення, структура врожаю, урожайність.

Вступ

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є основною продовольчою зерновою культурою України, посівна площа якої щорічно становить близько 6,0–6,5 млн га. Варто відзначити, що досягнутий рівень врожайності зерна культури в умовах виробництва ще значно поступається продуктивності посівів пшениці озимої, який одержано в технологічних дослідках більшості регіональних науково-дослідних установ. Зважаючи на це, актуальним є пошук дієвих агротехнічних заходів підвищення та стабілізації врожайності культури [1–4].

На думку Р. А. Вожегової, А. І. Кривенко [5], вагомим резервом, який ще недостатньо використується в агротехнологіях для зростання продуктивності посівів може бути широке застосування біологічних добрив, регуляторів росту та стимулюючих речовин, мікродобрив. Ці речовини при малих нормах внесення здатні ефективно впливати на ростові процеси, а також урожайність, економічні та енергетичні показники [6]. Їхнє застосування шляхом обробляння насіння або позакореневого підживлення посівів може стати ефективним агротехнічним прийомом забезпечення потреб рослин мікроелементами упродовж періоду вегетації [7–12].

Дослідження в умовах Південного Степу України свідчать, що позакореневе підживлення посівів пшениці озимої препаратами «Органік Д₂» та «Ескорт-біо» сприяло підвищенню врожайності зерна сорту Кольчуга на 1,53–1,59 т/га або 52,9–55,0 %, а сорту Заможність – на 1,91–1,94 т/га або 62,6–63,6 % [13].

У дослідженнях М. М. Солодушко [14] застосування препаратів Реаком і Вимпел для обробки насіння або обприскування посівів сприяло зростанню врожайності зерна пшениці озимої порівняно з контролем, відповідно на 3,2 і 3,9 % та 5,9 і 6,6 %. У разі поєднання допосівної обробки насіння і позакореневого підживлення посівів більш ефективними були препарати Радостим та Вимпел. Приріст урожайності відповідно до контролю становив 5,3 і 6,3 %.

Дослідження свідчать, що листкове підживлення комплексними добривами Фізіоживлін, Брексіл Мікс та Майстер призводило до підвищення рівня рентабельності з 3,2 до 15,3 %, що було спричинено також і збільшенням врожайності зерна порівняно з контролем на 11,6–13,8 % [15, 16]. Внесення калійних добрив (375 кг/га) і цинку (15 кг/га) значно поліпшило показники росту і розвитку та врожайності пшениці [17, 18].

Аналіз джерел наукової літератури свідчить, що питання вибору препарату з найбільш оптимальним складом елементів живлення відповідно до біологічних потреб культури в ту чи ту фазу росту і розвитку та регламентів їхнього застосування в технології вирощування пшениці озимої є актуальним. Це зумовлено необхідністю постійного поглибленого вивчення особливостей використання, впливу мікродобрив нового покоління на ростові процеси, стійкість рослин пшениці до несприятливих чинників навколишнього середовища, формування врожайності.

Мета досліджень – з'ясувати вплив мікродобрив на продуктивність та показники якості зерна пшениці озимої за умови допосівної обробки насіння та позакореневого застосування.

Завдання дослідження: вивчити вплив мікродобрив як у чистому виді, так і різних їхніх композицій на рівень урожайності зерна пшениці озимої; дослідити вплив мікродобрив на формування якісних показників зерна пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр. на базі Полтавської державної аграрної академії. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі (0–20 см) 3,8–4,0 %; азоту, що легко гідролізується – 5,6–6,3 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Коновою); P_2O_5 в оцтовокислій витяжці – 11,2–12,3 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,1–17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), рН сольової витяжки – 6,3.

Посівна площа ділянки 100 м², а облікова – 50 м². Повторність досліду – триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Метод проведення досліджень – польовий, доповнений лабораторними аналізами. В дослідках висівали сорт пшениці озимої Вдала.

Схема досліду включала передпосівну обробку насіння мікродобривами Вуксал Теріос Універсал (N – 108, P_2O_5 – 153, S – 33, Cu – 25, Mn – 15, Zn – 25, Mo – 5 г/л) і Вуксал Теріос Макс (N – 70, SO_3 – 86,3, Cu – 13,3, Mn – 46,5, Zn – 13,3, Mo – 0,26 г/л), а також позакореневе підживлення на їх фоні препаратом Вуксал Мікроплант (N – 78, K_2O – 157, MgO – 47, SO_3 – 203, B – 4,7, Cu – 7,9, Fe – 15,7, Mn – 23,6, Zn – 15,7, Mo – 0,15 г/л).

Результати досліджень та їх обговорення

Упродовж років проведення польових досліджень на посівах пшениці озимої визначено структуру врожаю за елементами продуктивності рослин залежно від застосування мікродобрив. Результати досліджень свідчать, що незважаючи на малосприятливі погодні умови в роки проведення експериментів, чітко вираженим є позитивний вплив обробки насіння і посівів мікродобривами Вуксал на основні елементи структури, які формують врожай пшениці озимої. Так, кількість продуктивних стебел на одиниці площі від обробки насіння порівняно з контролем збільшилася на 5,5–6,8 %, а від позакореневого підживлення в різні фази розвитку – 7,1–12,2 %. Довжина колоса на оброблених варіантах перебувала в межах від 6,8 до 7,4 см, що на 2,1–14,9 % більше, ніж на контролі. Кількість зерен з колоса варіювала від 26,0 до 37,1 шт., або їх формувалося на 7,4–14,8 % більше, ніж на ділянках без застосування мікродобрив. На такий біометричний параметр рослин пшениці озимої, як висота, більший вплив мали особливості погодних умов вегетаційного періоду року, ніж варіанти застосування мікродобрив.

Обробка насіння та позакореневе підживлення посівів пшениці озимої мікродобривами позитивно вплинуло на продуктивність культури (табл.). Так, приріст урожайності зерна пшениці від обробки насіння мікродобривами Вуксал Теріос У і Вуксал Теріос М порівняно з контролем (не протруєне насіння) становив 0,18–0,19 т/га. Позакореневе підживлення посівів пшениці озимої мікродобривом Вуксал Мікроплант 1,0 л/га по різних фазах розвитку культури на фоні обробки насіння Вуксал Теріос забезпечило підвищення урожайності зерна на 0,34–0,54 т/га або на 31,2–49,5 %. Найбільш ефективним виявилось поєднання обробки насіння мікродобривом Вуксал Теріос У (1,4 л/т) або Вуксал Теріос М (1,5 л/т) з листковим підживленням препаратом Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) у фазі – кущіння, вихід у трубку, початок колосіння.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Урожайність та якісні показники зерна пшениці озимої залежно від мікродобрив, середнє за 2016–2019 рр.

№ вар.	Зміст варіантів	Урожайність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Вміст клейковини, %
1.	Контроль	5,09	40,5	24,4
2.	Вуксал Теріос У (1,4 л/т)	5,28	41,5	27,8
3.	Вуксал Теріос М (1,5 л/т)	5,27	41,3	30,4
4.	Вуксал Теріос У (1,4 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) – фаза кушіння	5,43	42,4	32,4
5.	Вуксал Теріос У (1,4 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) – фаза кушіння + вихід у трубку	5,48	43,2	33,0
6.	Вуксал Теріос У (1,4 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) – фаза кушіння + вихід у трубку + початок колосіння	5,63	43,8	33,2
7.	Вуксал Теріос М (1,5 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) – фаза кушіння	5,40	42,3	32,2
8.	Вуксал Теріос М (1,5 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) – фаза кушіння + вихід у трубку	5,45	42,4	32,4
9.	Вуксал Теріос М (1,5 л/т) + Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) – фаза кушіння + вихід у трубку + початок колосіння	5,62	43,4	33,0
НІР 0,95		0,26	–	–

Чітко вираженим є позитивний вплив застосування мікродобрив Вуксал на якісні показники зерна пшениці озимої сорту Вдала. Так, допосівна обробка насіння мікроелементами забезпечила підвищення маси 1000 зерен на 0,8–1,0 г або 2,0–2,5 %, а на ділянках, де проводили ще й позакореневе підживлення посівів пшениці в різні фази розвитку, ваговитість зерна зросла на 1,8–3,3 г або 4,4–8,1 %. Вміст клейковини в зерні пшениці на варіантах із застосуванням мікродобрив становив 27,8–33,2 %. За якісними показниками зерно відповідало першому класу.

Результати одержаних наукових досліджень щодо ефективності мікродобрив за умови впровадження до технологічних схем вирощування пшениці озимої узгоджуються із даними польових експериментів низки науковців, які проведено в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Так, у разі найкращих ґрунтових і кліматичних умов вирощування різних сортів пшениці максимальний приріст врожайності забезпечило застосування препарату Хелафіт Комбі (0,22–0,50 т/га), а на поліпшення показників якості зерна найбільш сприятливий вплив мали мікродобрива Хелафіт Комбі і Вуксал Мікроплант [19]. За результатами польових досліджень, які проведено в умовах державного підприємства «Рокитне» Чернівецької області, де внаслідок триразового листкового підживлення рослин мікродобривом Вуксал Мікроплант маса 1000 зерен сорту Миронівська 65 і Артеміда становила, відповідно 47,0 і 46,1 г або була вищою порівняно з контролем на 11,6 і 12,2 % [20].

Висновки

Отже, дослідження свідчать, що за умови вирощування пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу на чорноземних ґрунтах, ефективним за впливом на формування елементів структури врожаю та продуктивності посівів є застосування мікродобрив як для обробки насіння, так і позакореневого підживлення за основними фазами росту і розвитку культури.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає в розширенні спектру препаратів та вивчення їхнього впливу на формування продуктивності сучасних сортів пшениці озимої.

References

1. Mandic, V., Krnjaja, V., Tomic, Z., Bijelic, Z., Simic, A., Muslic, D., & Gogic, M. (2015). Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75 (1), 92–97. doi: 10.4067/S0718-58392015000100013

2. Babulicova, M. (2014). The influence of fertilization and crop rotation on the winter wheat production. *Plant Soil Environ*, 60 (7), 297–302. doi: 10.17221/3/2014-pse.
3. Litke, L., Gaile, Z., & Ruža, A. (2018). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*, 16 (2), 500–509. doi: 10.15159/AR.18.064
4. Efretue, A., Gooding, M., White, E., Spink, J., & Hackett, R. (2016). Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 55 (1), 32–47. doi: 10.1515/ijafr-2016-0006
5. Vozhehova, R. A., & Kryvenko, A. I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii vyroshchuvannia v umovakh Pivdnia Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 1 (101), 39–46. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6 [In Ukrainian].
6. Asik, B. B., Turan, M. A., Celik, H. & Katkat, A. V. (2009). Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science*, 1 (2), 87–95.
7. Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., Yeshchenko, V. M., Kabak, Yu. I., & Onoprienko, O. V. (2020). Efektyvnist stymuliatoriv dlia peredposivnoi obrobky nasinnia pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 40–45. doi: 10.31210/visnyk2020.03.04 [In Ukrainian].
8. Panfilova, A. V., & Hamaiunova, V. V. (2018). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid fonu zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya «Ahronomiia»*, 294, 129–136. [In Ukrainian].
9. Marenych, M. M., Hanhur, V. V., Popova, K. M., Liashenko, V. V., & Kabak, Yu. I. (2020). Efektyvnist huminovykh stymuliatoriv za umovy peredposivnoi obrobky nasinnia zernovykh kultur. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 70–78. doi: 10.31210/visnyk2020.03.08 [In Ukrainian].
10. Marenych, M. M., Markina, I. A., Hanhur, V. V., & Len, O. I. (2018). Efektyvnist zastosuvannia preparativ «SOILBIOTICS» na pshenytsi ozymii. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 22–26. doi: 10.31210/visnyk2018.03.03 [In Ukrainian].
11. El-Metwally, A. E., Abdalla, F. E., El-Saadi, A. M., Safina, S. A. & El-Sawy, S. S. (2010). Response of Wheat to Magnesium and Copper Foliar Feeding under Sandy Soil Condition. *Journal of American Science*, 6 (12), 818–823. doi: 10.7537/marsjas061210.91
12. Shaaban, M. M. (2002). Effect of trace-nutrient foliar fertilizer on nutrient balance, growth, yield and yield components of two cereal crops. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (4), 770–774.
13. Hamaiunova, V. V., Fedorchuk, M. I., Panfilova, A. V., & Nahirnyi, V. V. (2019). Ekonomichna efektyvnist elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia ozymykh zernovykh kultur v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriyskiy Naukovyi Visnyk*, 110 (1), 40–47. [In Ukrainian].
14. Solodushko, M. M. (2016). Efektyvnist ristrehuliuiuchykh rehovyn ta mikrodoveryv pry vyroshchuvanni pshenytsi ozymoi v zoni Pivnichnoho Stepu. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony Natsionalnoi Akademii Ahrarnykh Nauk Ukrainy*, 10, 73–78. [In Ukrainian].
15. Bohdan, M. M., Huliaieva, H. B., & Karpenko, V. P. (2016). Ekonomichna i enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia pshenytsi miakoi za pozakorenevoho pidzhyvlennia kompleksnymy mikrodoveryvamy. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 1, 72–75. [In Ukrainian].
16. Bohdan, M. M., Karpenko, V. P., & Huliaieva, H. B. (2015). Vplyv kompleksnykh khelatnykh doveryv na funktsionalnu aktyvnist tkanyn koreniv i zernovu produktyvnist roslin pshenytsi miakoi ozymoi. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 37–42. [In Ukrainian].
17. Kandoliya, R. U., Sacarvadiya, H. L., & Kunjadia, B. B. (2018). Effect of zinc and iron application on leaf chlorophyll, carotenoid, grain yield and quality of wheat in calcareous soil of Saurashtra region. *International Journal of Chemical Studies*, 6 (4), 2092–2096.
18. Arif, M., Tasneem, M., Bashir, F., Yaseen, G., & Anwar, A. (2017). Evaluation of different levels of potassium and zinc fertilizer on the growth and yield of wheat. *International Journal of Biosensors & Bioelectronics*, 3 (2), 242–246. doi: 10.15406/ijbsbe.2017.03.00057
19. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., Boichuk, I. V., & Kyrychenko, N. V. (2013). Formuvannia vrozhaivosti i yakosti produktsii pry obrobtsi nasinnia sortiv pshenytsi ozymoi biopreparatamy. 5-y Mizhnarodnyi ekolohichniy forum «Chyste misto. Chysta rika. Chysta planeta». Kherson, 434–436. [In Ukrainian].

20. Kostiuk, N. (2017). Zalezhnist masy 1000 zeren vid zastosuvannya lystkovoho pidzhyvlennia roslyn pshenytsi ozymoї. *Aktualni pytannia suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh zmin klimatu: zbirnyk naukovykh prats vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (15–16 chervnia 2017 r., m. Kamianets-Podilskyi). Ternopil: Krok, 107–110. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 21.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Кочерга А. А., Пупко О. С., Лень О. І. Ефективність мікродобрих за обробки насіння та листового підживлення посівів пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 46–51.

© Гангур Володимир Васильович, Кочерга Анатолій Андрійович,
Пупко Олександр Сергійович, Лень Олександр Іванович, 2021



original article | UDC 633.15: 631.51: 631.816.8 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.06

THE EFFECT OF FERTILIZATION SYSTEM AND PRIMARY SOIL TILLAGE
ON THE PRODUCTIVITY OF CORN HYBRIDSO. I. Len¹ORCID  [0000-0003-1498-8315](https://orcid.org/0000-0003-1498-8315)V. M. Totskyi¹ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)V. V. Hanhur²ORCID  [0000-0001-5641-7436](https://orcid.org/0000-0001-5641-7436)L. S. Yeremko²¹ Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86, Shvedska St., 36014, Ukraine² Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36000, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Len, O. I., Totskyi, V. M., Hanhur, V. V., & Yeremko, L. S. (2021). The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 52–58. doi: 10.31210/visnyk2021.02.06

Corn (*Zea mays* L.), as one of the most productive grain crops, plays a key role in successfully solving the problem of sustainable grain production in the agro-industrial complex of Ukraine. The most important factors in corn growing technology are the sowing of modern hybrids seeds, applying of micro-fertilizers and taking into account current trends in the planning of soil tillage and fertilization. The aim of the study was to determine the effect of different fertilization systems and methods of primary tillage on the biometric parameters and formation of productivity elements of corn hybrids of different maturity groups. In the course of the study the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field and statistical methods. Analyzing the effect of tillage methods on linear growth, it should be noted that the highest plant height of DN Patriot and DN Fiesta corn hybrids was obtained under moldboard tillage, and plant height of DN Julia corn hybrid was almost the same under both moldboard and shallow tillage. On the average over the years of studies, the highest grain yield of DN Patriot, DN Fiesta corn hybrids was obtained by combining mineral fertilizers' application at a dose of $N_{45}K_{40}K_{60}$ and foliar fertilization with carbamide (15 kg ha^{-1}) and Novalon Foliar micro-fertilizer (1.0 kg ha^{-1}) in the phase of 5–6 leaves at the background of moldboard tillage. The increase in grain yield of corn hybrids in comparison with the control was, respectively, 1.06 and 1.20 t ha^{-1} which was 19.2 and 18.9 %. In case of shallow and sub-surface tillage techniques, a decrease in grain yield of DN Patriot and DN Fiesta corn hybrids by $0.05\text{--}0.23 \text{ t ha}^{-1}$ and by $0.17\text{--}0.58 \text{ t ha}^{-1}$ respectively was obtained in comparison with moldboard plowing. The medium-ripe DN Julia corn hybrid was the most productive in a similar variant of fertilization under surface tillage. In this variant the grain yield increased by 1.07 t ha^{-1} or 16.6 % as compared with the variant without fertilizing. In case of sub-surface tillage and moldboard plowing, the grain yield decreased by 0.37 and 0.50 t ha^{-1} or 4.9 and 6.6 % respectively, as compared with shallow tillage.

Key words: corn, hybrids, mineral fertilizers, micro-fertilizers, primary tillage, yield.

**ВПЛИВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ****О. І. Лень¹, В. М. Тоцький¹, В. В. Гангур², Л. С. Єремко²**¹ Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова

Інституту свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

² Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Кукурудза (*Zea mays* L.) як продукт харчування має вирішальну роль в успішному розв'язанні завдання щодо сталого виробництва зерна в агропромисловому комплексі України як одна з найбільш урожайних зернових культур. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних систем удобрення та основного обробітку ґрунту на біометричні показники та формування елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Під час проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Аналізуючи вплив способів обробітку ґрунту на лінійний ріст, необхідно зазначити, що найбільша висота рослин гібридів ДН Патріот, ДН Фіеста була на фоні полицевого обробітку ґрунту, а у гібриду ДН Джулія – майже однаковою як за умови поверхневого, так і полицевого обробітків ґрунту. В середньому за роки досліджень найбільшу урожайність гібридів ДН Патріот, ДН Фіеста було одержано за умови внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{40}K_{60}$ + позакореневого підживлення карбамідом (15 кг/га) та мікродобривом Новалон Фоляр (1,0 кг/га) у фазу 5–6 листків на фоні полицевого обробітку ґрунту. Приріст урожайності зерна гібридів відносно контролю становив, відповідно 1,06 і 1,20 т/га або 19,2 і 18,9 %. У разі застосування поверхневого і плоскорізного обробітку ґрунту спостерігали зменшення урожайності гібриду ДН Патріот на 0,05–0,23 т/га, а гібриду ДН Фіеста – на 0,17–0,58 т/га порівняно з полицевою оранкою. Середньостиглий гібрид ДН Джулія найбільш продуктивним був за аналогічного варіанту удобрення, але на фоні поверхневого обробітку ґрунту. Порівняно з варіантом без добрив урожайність збільшилася на 1,07 т/га або 16,6 %. У разі проведення плоскорізного обробітку і полицевої оранки спостерігається зменшення урожайності зерна, відповідно на 0,37 і 0,50 т/га або 4,9 і 6,6 % порівняно з поверхневим обробітком ґрунту.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, мінеральні добрива, мікродобрива, основний обробіток ґрунту, урожайність.

Вступ

Кукурудза (*Zea mays* L.) – одна з найбільш розповсюджених зернових культур у світі та має велике значення як продукт у харчуванні населення, раціонах годівлі тварин, сировина для виробництва біоетанолу. У багатьох країнах, що розвиваються, від 50 до 55 % від загального виробництва зерна кукурудзи використовується для виробництва продуктів харчування [1].

Підвищення врожайності та валових зборів зерна кукурудзи є важливим чинником зростання продуктивності та ефективності землеробства [2]. Однак одержання стабільних і високих урожаїв якісного зерна кукурудзи стримується недостатнім пристосуванням гібридів до особливостей погодних та виробничих умов [3].

До найбільш впливових чинників формування врожайності і якісних показників зерна кукурудзи належать добрива. Встановлено, що в умовах Степу внесення під кукурудзу сипучих мінеральних добрив в оптимальних дозах за умови достатньої зволоженості ґрунту, забезпечує збільшення урожайності зерна культури на 30–40 % [4]. Результати досліджень у Земун Полі (Сербія) на ґрунтах чорноземного типу свідчать, що у разі внесення 258 і 516 кг/га NPK урожай кукурудзи збільшився порівняно з контролем (без добрив) відповідно на 1,47 і 1,85 т/га або 19,1 і 24,0 % [5]. За умови внесення під кукурудзу азоту 200 кг/га урожайність зерна культури була вищою відповідно на 17 і 8,5 %, ніж за дози азоту 100 і 150 кг/га [6].

Дослідження свідчать, що за рахунок внесення азотних добрив покращується родючість ґрунту та підвищується врожайність сільськогосподарських культур, зокрема урожай зерна (від 43 до 68 %) і біомаси (від 25 до 42 %) кукурудзи [7, 8]. В дослідях, проведених у Земун Полі (Сербія) також зазначено, що більш високі норми азоту на фоні традиційного обробітку ґрунту сприяли збільшенню врожайності кукурудзи і поживної цінності зерна за рахунок підвищеного рівня вмісту білків глутатіон і фітінового фосфору [9].

Обробіток є вирішальними фактором поліпшення стану ґрунту і відіграє важливу роль у покращенні умов росту, розвитку кукурудзи та формування урожаю зерна [10, 11]. Ущільнений шар ґрунту обмежує ріст коріння рослин та зменшує обсяг ґрунту, з якого коренева система могла би забезпечувати культуру поживними речовинами та вологою [12].

В агроекологічних умовах центральної Сербії найвищих урожаїв кукурудзи досягали за умови використання традиційної системи обробітку ґрунту, яка передбачала зяблеву оранку на глибину 20–25 см та одноразову весняну культивування на 10–12 см [5]. Результати багаторічного експерименту впродовж 2005–2016 рр., свідчать, що за помірних погодних умов урожайність зерна кукурудзи при традиційному, мінімальному і нульовому обробітку ґрунту становила, відповідно 10,0, 8,3 і 7,0 т/га. Водночас у посушливі роки зернова продуктивність культури у разі мінімального обробітку ґрунту була вищою, ніж при традиційному [13]. Проведені дослідження інших авторів також підкреслюють позитивний вплив різних систем обробітку ґрунту на урожай і показники якості зерна кукурудзи [14–16].

Метою досліджень було з'ясувати вплив різних систем удобрення та основного обробітку ґрунту на біометричні показники та формування елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Завдання дослідження: вивчити вплив способів обробітку ґрунту та різних рівнів удобрення на біометричні параметри рослин кукурудзи; визначити ефективність способів обробітку ґрунту та різних норм добрив за впливом на рівень урожайності зерна кукурудзи.

Матеріали і методи досліджень

Польові досліді проводили протягом 2019–2020 рр. у відділі наукових досліджень з питань землеробства та кормовиробництва Полтавської державної с.-г. дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН.

Ґрунт земельної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Механічний склад ґрунту – важкий суглинок. Характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,85 %, 20–40 см – 3,91 % і на глибині 150–170 см – 0,71 %. За даними агрохімічного обстеження ґрунту дослідного поля добре забезпечені основними елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 11–13 мг азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом), 10–15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16–20 мг обмінного калію на 100 г ґрунту (за Чириковим).

Клімат зони помірно-континентальний із нестійким зволоженням, холодною зимою і жарким, а часто і сухим літом. Середня багаторічна температура повітря становить 7,7 °С, сума опадів – 508 мм. За вегетаційний період (третя декада квітня–вересень) середня температура повітря складає 16,9 °С, а сума опадів – 265 мм. Погодні умови періоду вегетації в роки проведення досліджень відрізнялися від середніх багаторічних. Сума опадів за вегетаційний період 2019 р. дорівнювала 147 мм, а середня температура повітря – 19,4 °С, 2020 р. – 310 мм і 18,7 °С. Гідротермічний коефіцієнт становив, відповідно 0,45; 0,97 за норми 0,93.

Схема досліді включала комплексне дослідження трьох факторів. Фактор А – гібриди кукурудзи різних груп (ранньостиглий ДН Патріот, середньоранній ДН Фіеста, середньостиглий ДН Джулія). Фактор В – три способи основного обробітку ґрунту (1. Полицева оранка на глибину 20–22 см; 2. Плоскорізний обробіток на глибину 14–16 см; 3. Поверхневий обробіток на глибину 8–10 см). Фактор С – п'ять варіантів удобрення (1. Контроль (без добрив); 2. $N_{60}P_{40}K_{60}$; 3. $N_{45}P_{40}K_{60}$ + позакореневе підживлення рослин карбамідом 15 кг/га у фазу 5–6 листків); 4. $N_{45}P_{40}K_{60}$ + позакореневе підживлення рослин карбамідом 15 кг/га + мікродобриво Новалон Фоліар 1,0 кг/га у фазу 5–6 листків; 5. $N_{45}P_{40}K_{60}$ + позакореневе підживлення рослин мікродобривом Новалон Фоліар 1,0 кг/га у фазу 5–6 листків).

Технологія вирощування кукурудзи в досліді загальноприйнята для ґрунтово-кліматичної зони. Закладення та проведення досліджень виконували відповідно до загальновизнаних методик польових дослідів у землеробстві та рослинництві. Достовірність одержаних даних визначали методом дисперсійного аналізу.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень ріст, розвиток рослин та формування урожаю насіння залежали як від морфобіологічних особливостей гібридів, так і від застосування добрив. У середньому за роки досліджень мінеральні добрива сприяли більш інтенсивному росту рослин. Порівняно з

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

контролем (без добрив) висота рослин збільшувалась від 5 см до 19 см залежно від гібриду та варіанту удобрення. Аналізуючи вплив варіантів основного обробітку ґрунту на вегетативний ріст, необхідно зазначити, що найбільша висота рослин гібридів ДН Патріот, ДН Фієста була на фоні полицевого обробітку ґрунту. Порівняно з поверхневим і плоскорізним обробітком цей показник збільшився залежно від варіанту удобрення, відповідно на 4,0–14,0 см та 1,0–11,0 см. У гібрида ДН Джулія показник висоти рослин був майже однаковим як за умови поверхневого, так і полицевого обробітків ґрунту, але водночас вона була на 1,0–9,0 см більшою порівняно з плоскорізним розпушуванням ґрунту. Варто відзначити, що на варіанті без добрив у разі проведення полицевого обробітку ґрунту порівняно з іншими фонами обробітку рослини кукурудзи були вищими на 6,0–8,0 см (табл. 1).

1. Вплив системи основного обробітку ґрунту та удобрення на висоту рослин гібридів кукурудзи у фазу цвітіння волотей, см (середнє 2019–2020 рр.)

Варіант удобрення (С)	Способи основного обробітку ґрунту (В)								
	Оранка на 20–22 см			Плоскорізний обробіток на 14–16 см			Поверхневий обробіток на 8–10 см		
	Гібриди різних груп стиглості (А)								
ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	
Без добрив (контроль)	228	218	221	221	211	213	214	205	215
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	236	223	228	226	222	219	231	217	227
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + карбамід 15 кг/га	240	224	229	231	223	226	233	220	230
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + карбамід (15 кг/га) + Новалон Фоліар (1,0 кг/га)	239	224	232	233	219	226	230	217	229
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + Новалон Фоліар (1,0 кг/га)	233	223	227	232	220	226	228	220	231

Проведені дослідження показали, що технологічні заходи, які вивчали в досліді, істотно впливали на формування маси 1000 зерен (табл. 2).

2. Вплив системи основного обробітку ґрунту та удобрення на масу 1000 зерен, г (середнє 2019–2020 рр.)

Варіант удобрення (С)	Способи основного обробітку ґрунту (В)								
	Оранка на 20–22 см			Плоскорізний обробіток на 14–16 см			Поверхневий обробіток на 8–10 см		
	Гібриди різних груп стиглості (А)								
	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія
Без добрив (контроль)	263	267	252	251	260	248	254	262	256
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	267	271	256	259	265	252	261	265	269
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + карбамід 15 кг/га	271	273	261	263	268	256	265	269	274
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + карбамід (15 кг/га) + Новалон Фоліар (1,0 кг/га)	273	275	265	265	270	260	270	273	278
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + Новалон Фоліар (1,0 кг/га)	269	272	258	260	266	254	263	267	272

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Застосування різних доз мінеральних добрив забезпечило збільшення маси 1000 зерен порівняно з контролем на 3–22 г. Максимальну масу 1000 зерен гібриди кукурудзи ДН Патріот, ДН Фієста було сформовано на варіанті із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{40}K_{60}$ + карбамід 15 кг/га + Новалон Фоліар (1,0 кг/га) на фоні полицевого обробітку ґрунту, яка перевищувала контроль, відповідно на 3,8 і 2,6 %. Середньостиглий гібрид ДН Джулія найбільш вагомі зерно формував за умови поверхневого обробітку ґрунту, де маса 1000 зернин становила 278 г або більшою порівняно з контролем на 8,6 %.

Відмінності в урожайності кукурудзи по варіантах досліду вказують на їх певну реакцію на чинники, що досліджували. В середньому за роки досліджень (2019–2020) найбільшу урожайність зерна ранньостиглий гібрид ДН Патріот та середньоранній гібрид ДН Фієста було сформовано за умови внесення мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{40}K_{60}$ та позакореневого підживлення карбамідом (15 кг/га) і мікродобривом Новалон Фоліар (1,0 кг/га) у фазу 5–6 листків на фоні полицевого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см. Приріст урожайності зерна культури порівняно з варіантом без добрив становив, відповідно 1,06 і 1,20 т/га або 19,2 і 18,9 %. У разі застосування поверхневого і плоскорізного обробітку спостерігали зменшення урожайності гібриду ДН Патріот на 0,05–0,23 т/га, а гібриду ДН Фієста – на 0,17–0,58 т/га порівняно з полицевою оранкою (табл. 3).

3. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від різних систем основного обробітку та удобрення, т/га (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіант удобрення (С)	Способи основного обробітку ґрунту (В)								
	Оранка на 20–22 см			Плоскорізний обробіток на 14–16 см			Поверхневий обробіток на 8–10 см		
	Гібриди різних груп стиглості (А)								
	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія	ДН Патріот	ДН Фієста	ДН Джулія
Без добрив (контроль)	5,52	6,29	6,51	5,35	6,06	6,30	5,47	6,20	6,45
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	6,09	6,81	6,80	5,85	6,54	6,61	5,97	6,72	7,11
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + карбамід 15 кг/га	6,42	7,14	7,03	6,05	6,75	6,90	6,27	6,97	7,38
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + карбамід (15 кг/га) + Новалон Фоліар (1,0 кг/га)	6,58	7,48	7,15	6,10	6,90	7,02	6,42	7,25	7,52
N ₄₅ P ₄₀ K ₆₀ + Новалон Фоліар (1,0 кг/га)	6,26	6,95	6,88	5,82	6,63	6,77	6,10	6,77	7,28
НІР _{0,95} : фактор А – 0,07–0,11 т/га; фактор В – 0,07–0,11 т/га; фактор С – 0,09–0,14 т/га; взаємодія факторів АВ – 0,12–0,19 т/га; взаємодія факторів АС – 0,15–0,25 т/га; взаємодія факторів ВС 0,15–0,25 т/га; взаємодія факторів АВС – 0,26–0,43 т/га.									

Зернова продуктивність середньостиглого гібриду ДН Джулія найбільшою була у разі аналогічного варіанту удобрення, але на фоні поверхневого обробітку ґрунту. Порівняно з варіантом без добрив урожайність збільшилася на 1,07 т/га або 16,6 %. За умови проведення плоскорізного обробітку і полицевої оранки відзначено зменшення урожайності зерна, відповідно на 0,37 і 0,50 т/га або 4,9 і 6,6 % порівняно до поверхневого обробітку ґрунту.

Отже, результати досліджень свідчать, що в умовах Лівобережного Лісостепу України внесення мінеральних макро- та мікродобрив сприяло більш інтенсивному росту та розвитку рослин, збільшенню урожайності зерна кукурудзи. Подібні закономірності виявлено за результатами досліджень в умовах Північного Степу України, де мінімальною є різниця в урожайності кукурудзи за умови вирощування на фоні оранки або чизельного обробітку як на варіанті без добрив, так і у разі внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ порівняно з мілким обробітком ґрунту. Також відзначено, що в результаті збільшення

частки азоту при удобренні кукурудзи до $N_{60}P_{30}K_{30}$, більш ефективним є мілкий плоскорізний обробіток, який може забезпечити формування урожаю зерна на рівні фону з оранкою і чизельним обробітком [17, 18]. На чорноземах опідзолених Західного Лісостепу досліджено, що обробка насіння перед сівбою стимулятором із комплексними мікродобривами та листкове підживлення посівів стимулятором росту в баковій суміші з добривами-компенсаторами у фазі 3–5 та 7–9 листків забезпечує підвищення урожайності гібридів ДН Меотида і ДБ Хотин порівняно з контролем, відповідно на 1,11 т/га або 15,6 % і 1,65 т/га або 20,6 % [19, 20].

Висновки

Отже, в багатофакторному досліді, у якому вивчали гібриди кукурудзи різних груп стиглості, способи основного обробітку ґрунту та застосування різних рівнів удобрення, встановлено, що кращі агробіофізичні умови для росту і розвитку та формування високої зернової продуктивності кукурудзи створюються в разі їх найбільш оптимального поєднання і повної взаємодії. Кращі умови для максимальної реалізації продуктивного потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи ДН Патріот і ДН Фіеста ДН формуються за умови внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{40}K_{60}$ та позакореневого підживлення карбамідом (15 кг/га) і мікродобривом Новалон Фоліар (1,0 кг/га) у фазу 5–6 листків на фоні полицевої оранки на глибину 20–22 см, а гібриду Джулія – за умови проведення поверхневого обробітку ґрунту на 8–10 см.

Перспективи подальших досліджень. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних способів основного обробітку ґрунту, різних рівнів удобрення на водоспоживання та забур'яненість посівів кукурудзи.

References

1. Kumar, M. A. A., Gali, S. K., & Hebsur, N. S. (2007). Effect of Different Levels of NPK on Growth and Yield Parameters of Sweet Corn. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20 (1), 41–43.
2. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, Yu. M. (2017). Produktivnist korotkorotatsiinykh sivozmin za maksymalnoi chastky v nykh soi ta kukurudzy pry vyroshchuvanni v umovakh nedostatnoho zvolozhennia livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 1 (2), 313–319. [In Ukrainian].
3. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na formuvannya produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, 117, 37–43. doi: 10.32851/2226-0099.2021.117.6 [In Ukrainian].
4. Dudka, M. I., Yakunin, O. P., & Pustovy, S. I. (2020). Ahroekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya zerna kukurudzy zalezno vid fonu udobrennia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Zernovi Kultury*, 4 (2), 313–318. doi: 10.31867/2523-4544/0140 [In Ukrainian].
5. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., & Dumanović, Z. (2011). Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields. *Plant, Soil and Environment*, 57 (4), 186–192.
6. Wasaya, A., Tahir, M., Manaf, A., Ahmed, M., Kaleem, S., & Ahmad, I. (2011). Improving maize productivity through tillage and nitrogen management. *African Journal of Biotechnology*, 10 (81), 19025–19034. doi: 10.5897/AJB11.2225
7. Ogola, J. B. O., Wheeler, T. R., & Harris, P. M. (2002). Effects of nitrogen and irrigation on water use of maize crops. *Field Crops Research*, 78, 105–117.
8. Yang, J. Y., Huffman, E. C., Jong, R. D., Kirkwood, V., MacDonald, K. B., & Drury, C. F. (2007). Residual soil nitrogen in soil landscapes of Canada as affected by land use practices and agricultural policy scenarios. *Land Use Policy*, 24, 89–99.
9. Simic, M., Dragičević, V., Mladenovic Drinic, S., Vukadinovic, J., Kresovic, B., Tabakovic, M., & Brankov, M. (2020). The Contribution of Soil Tillage and Nitrogen Rate to the Quality of Maize Grain. *Agronomy*, 10, 976. doi: 10.3390/agronomy10070976
10. Halvorson, A. D., Wienhold, B. J., & Black, A. L. (2001). Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. *Agronomy Journal*, 93, 836–841.
11. Dinnes, D. L., Karlen, D. L., Jaynes, D. B., Kaspar, T. C., Hatfield, J. L., Colvin, T. S., & Cambardella, C. A. (2002). Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Mid-western soils. *Agronomy Journal*, 94, 153–171.
12. Lipiec, J., Medvedev, V. V., Birkas, M., Dumitru, E., Lyndina, T. E., Rousseva, S., & Fulajtar, E. (2003). Effect of soil compaction on root growth and crop yield in Central and Eastern Europe. *International*

Agrophysics, 17, 61–69.

13. Simić, M., Dragičević, V., Kresović, B., Kovačević, D., Dolijanović, Ž., & Brankov, M. (2019). The effectiveness of soil tillage systems in maize cultivation under variable meteorological conditions of central Serbia. In *Proceedings of the 10th International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2019", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 3–6 October 2019*. University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture: East Sarajevo, Republic of Srpska.

14. Wang, X., Zhou, B., Sun, X., Yue, Y., Ma, W., & Zhao, M. (2015). Soil Tillage Management Affects Maize Grain Yield by Regulating Spatial Distribution Coordination of Roots, Soil Moisture and Nitrogen Status. *PLoS One*, 10 (6), e0129231. doi: 10.1371/journal.pone.0129231

15. Wasaya, A., Tahir, M., Yasir, T. A., Akram, M., Farooq, O., & Sarwar, N. (2018). Soil physical properties, nitrogen uptake and grain quality of maize (*Zea mays* L.) as affected by tillage systems and nitrogen application. *Italian Journal of Agronomy*, 13, 324–331.

16. Filonenko, S. V. (2013). Formuvannia zernovoi produktyvnosti kukurudzy za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu gruntu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 56–60 [In Ukrainian].

17. Tsyliuryk, O. I., Desiatnyk, L. M., & Berezovskyi, S. V. (2020). Zaburianenist ahrotsenoziv kukurudzy pid vplyvom obrobittu hruntu ta udobrennia v Pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 4 (1), 152–159. doi: 10.31867/2523-4544/0119 [In Ukrainian].

18. Desiatnyk, L. M., Shevchenko, M. S., Shvets, N. V., & Khyzhniak, A. A. (2019). Systemni faktory rehuliuвання zernovoi produktyvnosti kukurudzy v riznorotatsiinykh sivozminakh Stepovoi zony. *Zernovi Kultury*, 3 (1), 37–44. doi: 10.31867/2523-4544/0058 [In Ukrainian].

19. Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2020). Vplyv doposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia posiviv kukurudzy na indyvidualnu produktyvnist roslyn i urozhainist zerna. *Zernovi Kultury*, 4 (1), 130–138. doi: 10.31867/2 130 523-4544/0116 [In Ukrainian].

20. Satanovska, I. P. (2013). Vplyv obrobky nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia na biometrychni pokaznyky roslyn kukurudzy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 75, 62–67. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 30.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 52–58.

© Лень Олександр Іванович, Тоцький Віктор Михайлович, Гангур Володимир Васильович,
Єремко Людмила Сергіївна, 2021



original article | UDC 632.11:547.56:634.23 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.07

THE FORMATION OF VITAMIN C FUND IN SWEET CHERRY FRUITS UNDER THE EFFECT OF WEATHER FACTORS

I. Ye. Ivanova¹ORCID  [0000-0003-2711-2021](https://orcid.org/0000-0003-2711-2021)M. Ye. Serdyuk¹ORCID  [0000-0002-6504-4093](https://orcid.org/0000-0002-6504-4093)T. M. Tymoshchuk^{2*}ORCID  [0000-0001-8980-7334](https://orcid.org/0000-0001-8980-7334)M. M. Marenych³ORCID  [0000-0002-8903-3807](https://orcid.org/0000-0002-8903-3807)¹ Dmytro Motorny Tavria State Agro-Technological University, 18, B. Khmelnytsky Ave, Melitopol, Zaporizhzhia region, 72312, Ukraine² Polissia National University, 7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine³ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: tat-niktim@ukr.net

How to Cite

Ivanova, I. Ye., Serdyuk, M. Ye., Tymoshchuk, T. M., & Marenych, M. M. (2021). The formation of vitamin C fund in sweet cherry fruits under the effect of weather factors. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 59–66. doi: 10.31210/visnyk2021.02.07

Vitamin C is one of the most widely spread natural anti-oxidants which can be found in sweet cherry fruits. Nowadays there is great interest to biologically active compounds of stone fruits. It necessitates the selection of not only the crops but also separate varieties with a higher content of vitamin C. The accumulation of vitamin C in sweet cherry fruits depends on the variety as well as weather conditions. In this connection, the purpose of the research was to give scientific substantiation to the rate of stress weather factors' impact and variety features on the process of vitamin C fund formation in sweet cherry fruits during the period of 2008–2019. The berries of 33 sweet cherry varieties of three terms of ripening, which were grown on fruits farms of the Southern region of Ukraine, were chosen for studying. It has been established, that among the varieties of an early term of ripening, Kazka and Zabuta varieties were characterized by a medium content of vitamin C (7.36 mg/100 g and 7.31 mg/100 g, respectively). Bigaro Burlat ($V_p=17.9\%$) was selected with regard to a minimal variation of the value during the years of research. According to vitamin C content and the variation of its formation, the most perspective from the technological point of view were the varieties of medium and late terms of ripening – Kordia (10.63 mg/100 g under $V_p=17.1\%$), Mirazh (10.67 mg/100 g under $V_p=14.0\%$). It has been proved, that during the period of research, weather conditions had dominating effects on the formation of vitamin C fund in an early and late groups of varieties. As for the groups of the varieties of a medium term of ripening, the accumulation of vitamin C depended more on the variety features. Taking into account the obtained results of a two-factor dispersion analysis, it is expedient to forecast the vitamin C content in the sweet cherry fruits of an early and a late term of ripening with regards to the average values, but not separately for each pomological variety.

Key words: anti-oxidants, pomological variety, terms of fruits ripening, variability, factor, weather conditions.

ФОРМУВАННЯ ФОНДУ ВІТАМІНУ С У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ ПІД ВПЛИВОМ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ*І. Є. Іванова¹, М. Є. Сердюк¹, Т. М. Тимощук², М. М. Маренич³*¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна²Поліський національний університет, м. Житомир, Україна³Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Вітамін С відноситься до найбільш важливих природних антиоксидантів, які представлені у плодах черешні. Нині зростає інтерес до біологічно активних сполук кісточкових плодів. Це призводить до необхідності підбору не лише культур, але і окремих сортів з більш високим вмістом вітаміну С. Накопичення вітаміну С у плодах черешні залежить від сорту та погодних умов. Зважаючи на це, метою наших досліджень було здійснити наукове обґрунтування частки впливу стресових погодних факторів та сортових особливостей на процес формування фонду вітаміну С у плодах черешні впродовж 2008–2019 рр. Для проведення дослідження були обрані плоди черешні 33 сортів трьох термінів досягання, вирощених в умовах садівничих господарств південного регіону України. Встановлено, що за середнім вмістом вітаміну С у розрізі сортів раннього терміну досягання виділено плоди сорту Казка, Забута (7,36 мг/100 г та 7,31 мг/100г відповідно). За мінімальною варіативністю показника за роками досліджень виділено сорт: Бігари Бурлат ($V_p=17,9\%$). За вмістом вітаміну С та варіативністю їх формування найбільш перспективними з технологічної точки зору були сорти середнього та пізнього термінів досягання Кордія (10,63 мг/100 г при $V_p=17,1\%$), Міраж (10,67 мг/100г при $V_p=14,0\%$). Доведено, що впродовж періоду досліджень домінуючий вплив на формування фонду вітаміну С для ранньої та пізньої груп сортів виявляли погодні умови. Для групи сортів середнього терміну досягання на накопичення вітаміну С виявлено більший вплив сортових особливостей. З погляду на отримані результати двофакторного дисперсійного аналізу прогнозувати вміст вітаміну С у плодах черешні раннього та пізнього термінів досягання доцільно за середніми значеннями, а не окремо для кожного помологічного сорту.

Ключові слова: антиоксиданти, помологічний сорт, терміни досягання плодів, варіабельність, фактор, погодні умови.

Вступ

Сьогодні зростає інтерес до біологічно активних сполук у кісточкових плодів. Це призводить до необхідності підбору не лише культур, але і окремих сортів із більш високим вмістом вітамінів-антиоксидантів [2, 16, 22]. Плоди черешні – джерело багатьох поживних і біологічно активних речовин, що необхідні для здоров'я людини. Вміст у плодах черешні кількості вітаміну С дає змогу розглядати їх як компоненти функціональної їжі в харчуванні людини [22]. Завдяки наявності у плодах біологічно активних поживних речовин у вигляді фітонутрієнтів і антиоксидантів спостерігаємо властивість фруктів виявляти профілактичну дію проти розвитку серцево-судинних захворювань, діабету і раку, що пов'язано з окислювальним стресом [7, 19]. Одним із найбільш важливих фітонутрієнтів, що обумовлює біологічну цінність плодів черешні та вишні, є вітамін С або L-аскорбінова кислота. Вона є одним із регуляторів окисно-відновних процесів у живих клітинах. Нестача вітаміну С призводить до порушення обміну речовин у всьому організмі [17]. Під впливом фермента дегідроаскорбінази у присутності кисню L-аскорбінова кислота окиснюється та переходить у дегідроаскорбінову кислоту. Остання є ефективною по відношенню до окисно-відновних процесів у клітинах, а згодом утворюються продукти, що не мають біологічної активності [9]. Антиоксидантна здатність вітаміну С дає можливість вловлювати або нейтралізувати вільні радикали, а також необхідна для того, щоб і інші молекули могли виконувати таку функцію [5]. Черешня містить як водорозчинні (С, В), так і жиророзчинні (А, Е і К) вітаміни. Плоди черешні в середньому містять 7,26–10,78 мг/100 г вітаміну С. Учені провели біохімічну оцінку за період 1990–2017 рр. сортів елітних і добірних форм кісточкових культур. Було вивчено 46 генотипів вишні і 15 генотипів черешні за вмістом у плодах розчинних сухих речовин, цукрів, органічних кислот, аскорбінової кислоти і фенольних сполук. За вмістом аскорбінової кислоти понад 10,0 мг/100 г у плодах виділені такі сорти вишні: Бусинка,

Гуртьєвка, Попелюшка, Капелька, Конкурентка, Муза, Орлея, Орлиця, Отрада, Студентська, Тихоновская, Шоколадниця, Чаровниця, ЕЛС 84768; черешні: Орловська фея [14].

Учені субтропічних районів Бразилії провели оцінку хімічного складу, ідентифікували біологічно активні сполуки і виміряли антиоксидантну активність ягід і фруктів, зокрема черешні. Порівняння хімічного складу плодів субтропічних районів Бразилії з плодами, вирощеними в зонах з помірним кліматом, виявило найбільшу різницю за показником аскорбінової кислоти. Всі проаналізовані фрукти, що вирощено в субтропіках, показали значення, які суттєво перевищують зазначені в літературі дані для зони помірного клімату [18]. Проте варто визнати, що на формування макроелементів, мікронутрієнтів і фітонутрієнтів у плодах впливають генетичні фактори культури і погодні фактори навколишнього середовища. Хімічний склад плодів будь-яких культур, окрім сортових особливостей значно залежить від метеорологічних умов вегетаційного періоду та зони їх вирощування [6, 13]. Все більше зростає негативна роль абіотичних чинників, тому виникає потреба у дослідженні накопичення поліфенольних речовин і вітаміну С у плодах черешні різних термінів досягання з виділенням найкращих сортосразків для подальшого зберігання та переробки; з'ясування механізмів формування досліджуваних компонентів хімічного складу плодів під впливом різної частки стресових абіотичних чинників при накопиченні вітаміну С у плодах. На вміст і стабільність фітохімічних речовин, а також поживну цінність черешні і вишні впливають такі фактори: температура, інтенсивність освітлення, зрілість плодів культур [1, 15].

У дослідженнях L. Lakatos [11, 12] виявлено залежність вмісту біохімічних показників, зокрема і вітаміну С від кліматичних показників (середні максимальні і мінімальні температури, вологість) упродовж періоду від цвітіння до досягання плодів кісточкових культур. У роки з достатнім вологопо-стачанням спостерігається підвищений уміст вітаміну С у кісточкових плодах [11, 12]. Рівень вмісту аскорбінової кислоти у плодах формується генетично, проте погодні умови вегетаційного періоду мають істотний вплив на його коливання. Найбільша кількість вітаміну С накопичується в роки з помірно теплим та зволженим вегетаційним періодом. Особливо сприятливо позначається на синтезі аскорбінової кислоти добра освітленість плодів [8, 10]. Отже, зважаючи на наведені літературні джерела, можна стверджувати про існування сильної кореляції між вмістом вітаміну С та погодними умовами регіону вирощування. В умовах зміни клімату ступінь впливу стресових погодних чинників на формування фонду вітаміну С плодів черешні в умовах Південної степової підзони України недостатньо висвітлені в літературних джерелах, що і обумовлює актуальність проведених досліджень.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2008–2019 рр. на базі лабораторій біохімії та технології первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь. Плоди 33 дослідних сортосразків, що обрані для досліджень, були вирощені в умовах садівничих господарств Мелітопольського району Запорізької області. Збирали їх з дерев, типових для певного помологічного сорту та одного віку. Агрофон на дослідних ділянках протягом усіх дослідних років був однаковим та задовольняв вимогам агротехніки.

Для дослідження були обрані плоди черешні інтродукованих сортів та які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. За терміном досягання сорти поділені на три групи:

– 1 група – 7 сортів раннього терміну досягання – Світ Ерліз, Мерчант, Бігаро Бурлат, Рубінова рання, Валерій Чкалов, Казка, Забута;

– 2 група – 13 сортів середнього терміну досягання – Кордія, Октавія, Винка, Первисток, Темп, Улюблениця Туровцева, Талісман, Ділема, Мелітопольська чорна, Оріон, Червнева рання, Дачниця, Простір;

– 3 група – 13 сортів пізнього терміну досягання – Каріна, Регіна, Міраж, Крупноплідна, Удівительна, Зодіак, Сюрприз, Колхозниця, Космічна, Празднична, Анонс, Темпоріон, Меотида.

Визначення масової частки аскорбінової кислоти (АК) проводили титриметричним методом, фарбою Тільманса за стандартною методикою [21]. При аналізі та обробці експериментальних даних використовували методи варіаційної статистики: проводили математичну обробку, визначення статистичних характеристик, парний і множинний кореляційний та дисперсійний аналізи – за Б. А. Доспеховим [4], використовуючи комп'ютерні програми «MS Office Excel 2010», пакет

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

«Statistica» і персональний комп'ютер. Під час експерименту використано щоденні метеорологічні дані за період з 2008 по 2019 роки, надані Мелітопольською метеостанцією. Регіон садівництва, до якого за територіальним розташуванням входить Запорізька область, вважається досить сприятливим для вирощування черешні [3]. Загальна характеристика кліматичних умов регіону проведення досліджень наведена в попередніх роботах [20].

Результати досліджень та їх обговорення

За 2008–2019 рр. досліджень визначено, що середній вміст вітаміну С у плодах черешні, вирощених в умовах зазначеного регіону, перебував на рівні 8,17 мг на 100 грам. Середній вміст вітаміну С у плодах черешні групи сортів раннього терміну досягання був на рівні 7,10 мг/100 г (табл. 1), що на 13,1 % нижче порівняно із середнім сортовим значенням.

1. Вміст вітаміну С у плодах черешні сортів раннього терміну досягання, мг на 100 грам (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm S\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст вітаміну С, %	Мін вміст вітаміну С, %	Мак вміст вітаміну С, %	Варіація за роками, Vp, %
Рубінова рання	6,92±1,28	5,12	9,03	18,5
Валерій Чкалов	7,13±1,54	5,19	10,12	21,5
Світ Ерліз	7,26±1,68	5,17	11,00	23,1
Мерчант	6,90±1,84	5,18	11,29	26,7
Казка	7,36±1,40	6,08	10,12	19,1
Бігаро Бурлат	6,84±1,22	5,02	9,83	17,9
Забута	7,31±1,49	5,16	10,27	20,4
Середнє значення	7,10±1,46	5,26	10,23	21,02
HIP ₀₅	0,579	—	—	—

Мінімальний вміст вітаміну С серед цієї групи сортів зафіксовано у плодах сорту Бігаро Бурлат (5,02 мг/100 г) урожаю 2018 року. Він був нижчим за середнє сортовє значення на 26,6 %. Максимальний вміст вітаміну С на рівні 11,29 мг/100 г виявлений у плодах сорту Мерчант 2019 року. При цьому перевищення над середнім сортовим значенням становило 63,6 %. Сортами раннього терміну досягання, які за результатами дванадцятирічних досліджень характеризувалися найбільшим середнім вмістом вітаміну С, були сорти Казка і Забута, а найменшим – Бігаро Бурлат (табл. 1).

2. Вміст вітаміну С у плодах черешні сортів середнього терміну досягання, мг на 100 грам (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm S\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст вітаміну С, %	Мін вміст вітаміну С, %	Мак вміст вітаміну С, %	Варіація за роками, Vp, %
Винка	8,08±1,51	6,23	10,14	18,7
Первисток	9,05±1,59	6,34	11,18	17,5
Темп	8,07±1,49	5,89	9,85	18,5
Улюблениця Туровцева	9,02±1,60	6,11	11,91	17,7
Талісман	10,48±2,46	7,23	14,11	23,4
Ділема	10,94±2,20	8,19	14,51	20,1
Мелітопольська чорна	10,11±1,74	7,40	12,08	17,2
Кордія	10,63±1,81	8,01	13,85	17,1
Октавія	9,25±2,25	5,12	12,47	24,3
Оріон	10,46±1,83	7,51	12,82	17,8
Червнева рання	5,95±1,06	4,12	7,67	17,9
Дачниця	6,32±1,11	5,01	7,88	17,5
Простір	7,73±1,19	5,19	9,27	15,4
Середнє значення	8,93±2,27	6,33	11,36	18,7
HIP ₀₅	0,645	—	—	—

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

У плодах черешні груп сортів середнього та пізнього термінів досягання середній вміст вітаміну С перевищував середнє сортове значення, відповідно, на 3,8 та 9,3 % (табл. 2, 3). Отже, серед вивчених сортів максимальним вмістом вітаміну С характеризувалися плоди черешні групи середнього терміну досягання.

У розрізі сортів середнього терміну досягання мінімальною кількістю вітаміну С характеризувалися зібрані 2008 року плоди сортів Дачниця, Темп і Червнева Рання. Вміст вітаміну С був меншим за середнє сортове значення на 20,7 %, 27,0 % та 30,7 % відповідно. Максимальна кількість вітаміну С зафіксована у плодах урожаю 2010 року в сортів Талісман, Ділема. При цьому перевищення над середнім сортовим значенням становило 34,6 та 32,6 % відповідно. Серед сортів групи середнього терміну досягання максимальний середній вміст досліджуваного показника зафіксовано у плодах сортів Ділема і Кордія.

3. Вміст вітаміну С у плодах черешні сортів пізнього терміну досягання, мг на 100 грам (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm S\bar{x}$, n=5

Помологічний сорт	Середній вміст вітаміну С, %	Мін вміст вітаміну С, %	Мак вміст вітаміну С, %	Варіація за роками, Vp, %
Крупноплідна	7,74±1,16	5,79	10,23	14,9
Каріна	8,33±1,48	5,78	10,28	17,7
Регіна	7,29±1,01	6,03	10,54	13,8
Міраж	10,67±1,49	8,28	14,14	14,0
Удівительна	7,58±1,31	5,41	9,23	17,3
Зодіак	9,60±1,46	7,79	11,19	15,2
Сюрприз	8,10±1,47	5,65	11,01	18,2
Колхозниця	7,85±1,24	5,79	10,92	15,8
Космічна	8,95±1,60	6,69	12,03	17,9
Празднічна	10,25±2,02	7,61	13,08	19,7
Анонс	8,20±1,59	5,71	11,81	19,3
Темпоріон	7,72±1,44	5,01	9,76	18,7
Меотида	8,03±1,45	5,61	10,72	18,1
<i>Середнє значення</i>	<i>8,48±1,74</i>	<i>6,09</i>	<i>9,52</i>	<i>16,2</i>
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,794</i>	—	—	—

У сортів пізнього терміну досягання мінімальною кількістю вітаміну С характеризувалися зібрані 2008 року плоди сортів Темпоріон. Кількість досліджуваних речовин була меншою за середнє сортове значення на 9,8 %. Максимальна кількість вітаміну С зафіксована у плодах урожаю 2014 року сортів Міраж та Празднічна. При цьому перевищення над середнім сортовим значенням становило 34,9 та 27,6 % відповідно. Серед сортів групи пізнього терміну досягання максимальний середній вміст вітаміну С зафіксовано у плодах сортів Міраж та Празднічна.

Особливу цінність мають сорти, плоди яких відрізняються високим та стабільним вмістом вітаміну С. Коефіцієнт варіації Vp можна використовувати як показник стабільності сорту по відношенню до метеорологічних умов різних років вирощування (за умови значень коефіцієнту варіації менше 10 % варіативність вибірки вважається неістотною або низькою, за значень від 10 до 20 % – середньою, вище 20 % – істотною або сильною). Зважаючи на те, особливу цінність мають сорти, плоди яких відрізняються високим та стабільним вмістом вітаміну С.

Наведені результати досліджень свідчать про істотну та середню варіативність вмісту вітаміну С за роками досліджень у групах сортів раннього та середнього термінів досягання. Найбільший вплив абіотичних чинників на вміст вітаміну С у плодах ранньої групи виявлено для сортів Валерій Чкалов, Світ Ерліз, Мерчант і Забута з коефіцієнтами варіації від 20,4 до 26,7 %; середньої групи – Талісман, Ділема і Октавія (Vp=20,1–24,3 %). Найбільш стійкими за досліджуваним показником є сорти Бігаро Бурлат і Простір (Vp=17,9 % та 15,4 % відповідно). Варіативність вмісту вітаміну С за роками досліджень у плодах черешні груп сортів пізнього терміну досягання була середньою в діапазоні Vp=13,8–19,7 %. У групі сортів пізнього терміну досягання найменший показник варіативності відмічено у сортів Регіна і Міраж (Vp=13,8–14,0 %).

Отже, в межах сортів раннього строку досягання за вмістом вітаміну С виділено сорти Казка і Забута, за мінімальною варіативністю формування речовин під впливом погодних факторів виділено сорт Бігари Бурлат. В умовах аналізованого регіону найбільш перспективними з технологічної точки зору виділено у групі сортів середнього та пізнього термінів досягання плоди сортів Кордія і Міраж. Вони відрізнялися високим вмістом вітаміну С та мінімальною варіативністю в розрізі аналізованих сортів за роками досліджень.

Домінуючий вплив погодних факторів на накопичення фонду вітаміну С для групи сортів раннього та пізнього термінів досягання підтверджено результатами дисперсійного аналізу (табл. 4).

4. Результати двохфакторного дисперсійного аналізу при формуванні фонду вітаміну С у плодах черешні

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	F _{факт}	F _{таб.095}	Вплив, %
<i>Група сортів черешні раннього терміну досягання</i>						
Фактор А (рік)	448,5	11	40,7	321,5	1,8	80,2
Фактор В (сорт)	9,9	6	1,6	13,0	2,2	1,7
Взаємодія АВ	79,6	66	1,2	9,5	1,4	14,2
<i>Група сортів черешні середнього терміну досягання</i>						
Фактор А (рік)	998,05	11	90,7	577,7	1,8	39,1
Фактор В (сорт)	1266,13	12	105,5	671,9	1,8	49,6
Взаємодія АВ	237,68	132	1,8	11,4	1,3	9,3
<i>Група сортів черешні пізнього терміну досягання</i>						
Фактор А (рік)	640,38	11	58,2	244,3	1,8	43,5
Фактор В (сорт)	513,89	12	42,8	179,7	1,8	34,9
Взаємодія АВ	241,40	132	1,8	7,67	1,3	16,4

Частка впливу фактору А для сортів групи раннього терміну досягання – 80,2 %, і групи пізнього терміну досягання – 43,5 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) був менш вагомим для ранніх та пізніх груп сортів. Частка впливу цього фактору становила 1,7 % та 34,9 % відповідно для аналізованих груп.

Для групи сортів середнього терміну досягання на накопичення вітаміну С виявлено більший вплив сортових особливостей. Частка впливу фактору В для сортозразків середнього терміну досягання становила 49,6 %. Вплив фактору А був на рівні 39,1 %.

Висновки

1. За середнім вмістом вітаміну С у розрізі сортів раннього терміну досягання виділено плоди сортів Казка, Забута (7,36 мг/100 г та 7,31 мг/100г відповідно). За мінімальною варіативністю показника за роками досліджень виділено сорт Бігари Бурлат ($V_p=17,9\%$).

2. За вмістом вітаміну С та варіативністю їх формування в умовах Південної степової підзони України найбільш перспективними з технологічної точки зору були сорти середнього та пізнього термінів досягання Кордія (10,63 мг/100 г при $V_p=17,1\%$), Міраж (10,67 мг/100 г при $V_p=14,0\%$).

3. Для груп сортів раннього та пізнього термінів досягання домінуючий вплив на формування фонду вітаміну С мали погодні умови, що склалися протягом років досліджень (вплив фактору А – 80,2 % та 43,5 % відповідно). Вплив сортових особливостей був менш вагомим та склав 1,7 і 34,9 % відповідно.

4. Для групи сортів середнього терміну досягання на накопичення вітаміну С виявлено більший вплив сортових особливостей (фактор В); частка впливу факторів А і В для досліджуваних сортозразків становила 39,1 % та 49,6 % відповідно.

References

1. Acero, N., Gradillas, A., Beltran, M., García, A., & Muñoz Mingarro, D. (2019). Comparison of phenolic compounds profile and antioxidant properties of different sweet cherry (*Prunus avium* L.) varieties. *Food Chemistry*, 279, 260–271. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.008

2. Bastosa, C., Barrosa, L., Dueñas, M., Calhelha, R. C., Queiroz, R. P. M. J., Santos-Buelgab, C., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Chemical characterisation and bioactive properties of *Prunus avium* L.: The widely studied fruits and the unexplored stems. *Food Chemistry*, 173, 1045–1053. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.10.145
3. Bondarenko, P. (2017). Osnovni pryntsyipy zakladannia nasadzhen chereszni v Ukraini. *Problemy ta perspektyvy staloho rozvytku APK: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za rezultatamy doslidzhen 2016 roku*. Melitopol : TDATU [In Ukrainian].
4. Dospekhov, V. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
5. Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A., & Neri, D. Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules*, 2010, 15 (10), 6993–7005. doi: 10.3390/molecules15106993
6. Hayaloglu, A. A., & Demir, N. (2015). Physicochemical characteristics, antioxidant activity, organic acid and sugar contents of 12 sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey. *Journal of Food Science*, 80 (3), 564–570. doi: 10.1111/1750-3841.12781
7. He, F. J., Nowson, C. A., Lucas, M., & MacGregor, G. A. (2007). Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *Journal of Human Hypertension*, 21, 717–728. doi: 10.1038/sj.jhh.1002212
8. Ivanova, I., Kryvonos, I., Shleina, L., Taranenko, G., & Gerasko, T. (2019). Multicriteria Optimization of Quality Indicators of Sweet Cherry Fruits of Ukrainian Selection During Freezing and Storage. *Modern Development Paths of Agricultural Production*, 707–717. doi:10.1007/978-3-030-14918-5_69
9. Kelebek, H., & Selli, S. (2011). Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (12), 2530–2537. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02777.x
10. Kevers, C., Pincemail, J., Tabat, J., Defrasgne, J. O., & Dommes, J. (2011). Influence of cultivator. Harvest time, storage conditions, and reeling on the antioxidant capacity and phenolic and ascorbic acid contents of apples and pears *Journal of agricultural and food chemistry*, 59 (11), 6165–6171. doi: 10.1021/jf201013k
11. Lakatos, L., Dussi, M. C., & Szabo, Z. (2014). The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta Horticulturae*, 1020, 287–292. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.41
12. Lakatos, L., Szab, T., Sun, Z., & Soltész, M. (2010). The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry. *International Journal of Horticultural Science*. 16 (1), 7–10. doi: 10.31421/IJHS/16/1/854
13. Luna-Vázquez, F. J., Ibarra-Alvarado, C., Rojas-Molina, A., Rojas-Molina, J. I., Yahia, E. M., Rivera-Pastrana, D. M., Rojas-Molina, A., & Zavala-Sánchez, M. Á. (2016). Nutraceutical value of black cherry *Prunus serotina* Ehrh. fruits: antioxidant and antihypertensive properties. *Molecules*, 18 (12), 14597–14612. doi: 10.3390/molecules181214597
14. Makarkina, M. F., Gulyaeva, A. A., Pavel, A. R., Vetrova, O. A., & Kurakova, T. P. (2018). Biokhimičeskaya kharakteristika sortov i form vishni i chereszni selekcii VNIISP. *Sovremennoe Sadovodstvo*, 2, 28–35. doi: 10.24411/2312-6701-2018-10205 [In Russian].
15. Martini, S., Conte, A., & Tagliacuci, D. (2017). Phenolic compounds profile and antioxidant properties of six sweet cherry (*Prunus avium*) cultivars. *Food Research International*, 97, 15–26. doi: 10.1016/j.foodres.2017.03.030
16. Nowak, A., Szatan, D., Zielonka-Brzezicka, J., Florkowska, K., Muzykiewicz, A., & Klimowicz, A. (2020). Antioxidant activity of selected parts of *Prunus domestica* L. harvested at two ripening stages. *Pomeranian Journal of Life Sciences*, 66 (2), 65–69. doi: 10.21164/pomjlifesci.591
17. Prior, R. L. (2003). Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78 (3), 570–578. doi: 10.1093/ajcn/78.3.570S
18. Rios de Souza, V., Pereira, P. A. P., Teodoro da Silva, T. L., Carlos de Oliveira Lima, L., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry*, 156, 362–368. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.125
19. Schmitz-Eiberger, M. A., & Blanke, M. M. (2012). Bioactive components in forced sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.), antioxidative capacity and allergenic potential as dependent on cultivation under cover. *Food Science and Technology*, 46, 388–392. doi: 10.1016/j.lwt.2011.12.015

20. Serdiuk, M. Ye., Ivanova, I. Ye., Malkina, V. M., Kryvonos, I. A., Tymoshchuk, T. M., & Yevstafiieva, K. S. (2021). Formuvannia sukhykh rozchynnykh rechovyn u plodakh chereshti pid vplyvom abiotychnykh faktoriv. *Naukovi Horyzonty*, 3(88), 127–135. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135 [In Ukrainian].
21. Serdiuk, M. E., Priss, O. P., Hapriindashvili, N. A., & Ivanova, I. Ye. (2020). *Metody doslidzhennia plodoovochevoi ta yahidnoi produktsii. (Ch. 1)*. Melitopol: Liuks [In Ukrainian].
22. Silva, V, Pereira, S, Vilela, A, Bacelar, E, Guedes, F, Ribeiro, C, Silva, A. P., & Gonçalves, B. (2021). Preliminary Insights in Sensory Profile of Sweet Cherries. *Foods*, 10 (3), 612. doi: 10.3390/foods10030612
23. Wang, S. Y., & Lin, H.-S. (2000) Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 140–146. doi: 10.1021/jf9908345

Стаття надійшла до редакції: 03.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Тимошук Т. М., Маренич М. М. Формування фонду вітаміну С у плодах черешні під впливом погодних чинників. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 59–66.

© Іванова Ірина Євгенівна, Сердюк Марина Єгорівна, Тимошук Тетяна Миколаївна,
Маренич Микола Миколайович, 2021



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 633.14«324»:631.147 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.08

CURRENT STATE OF WINTER RYE SEED PRODUCTION IN UKRAINE

L. H. Biliavska*

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

Yu. V. Biliavskyi

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., & Biliavskyi, Yu. V. (2021). Current state of winter rye seed production in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 67–73. doi: 10.31210/visnyk2021.02.08

The article presents the results of analyzing the current state of winter rye sowing material production (*Secale cereale* L.). The largest ten producers of winter rye seeds in the world are Germany, Russia, Poland, Belarus, Denmark, China, Ukraine, Turkey, Spain and Austria. The average yield of winter rye in the countries for the period of 2017–2019 is given. Thus, in Ukraine, the area under rye made 740 thousand hectares in 2004 and 150 thousand hectares in 2018. The dynamic renewal of variety assortment has been taking place for the recent 12 years. The State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine contained 40 winter rye varieties, of which 21 varieties of Ukrainian selection and 19 varieties of foreign selection in 2019 and 56 varieties and hybrids in 2021. There is the obvious tendency of increasing varieties of foreign selection from 6 % to 47 %. At the same time, the competitiveness of varieties of Ukrainian selection prevails. The leaders in the cultivation of winter rye in Ukraine are Zhytomyr, Volyn, Chernihiv, Rivne, Kyiv, Sumy, Khmelnytskyi and other regions. The most important conditions for increasing the crop yields are large-scale introduction of the best varieties into production and the improvement of seed quality in the amounts required for the regions. Genetic and biological and economically valuable traits of the variety, soil and climatic conditions of cultivation and other factors are taken into account in the production of high-quality rye seeds. Seed production of winter rye envisages the concentration of production processes on the certified seed growing farms, the number of which in Ukraine is gradually reducing. These farms produce certified seeds in order to satisfy the full requirements of agricultural producers of commercial grain. The certification model, equal conditions and opportunities for all producing companies (national and foreign) were created for seed producers in our country, which guarantees them the status a commercial product manufacturer. The analysis of the variety assortment of winter rye seed areas showed the predominance of Ukrainian selection varieties – more than 80%, but their share is steadily decreasing. The use of reproductive seeds on seed growing farms contributes to the product deterioration obtained under the influence of biological and mechanical contamination, damage by diseases, pests and a low level of agricultural technology. Well-organized seed production can slow this process down, but it can be difficult to stop.

Key words: seed, variety, yield, sown areas, gross yield, seed quality, production.

СУЧАСНИЙ СТАН НАСІННИЦТВА ЖИТА ОЗИМОГО В УКРАЇНІ

Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті представлено результати аналізу сучасного стану виробництва посівного матеріалу жита озимого посівного [озимого] (*Secale cereale* L.). Найбільшими 10-ма виробниками насіння жита озимого у світі є Німеччина, Росія, Польща, Білорусь, Данія, КНР, Україна, Туреччина, Іспанія, Австрія. Наведена середня врожайність жита озимого у країнах за 2017–2019 рр. Так, в Україні площі під житом становили 2004 р. – 740 тис. га, 2018 р. – 150 тис. га. За останні 12 років відбулося динамічне оновлення сортового складу. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік міститься 40 сортів жита озимого, з яких 21 сорт української селекції та 19 сортів іноземної селекції, на 2021 рік – вже 56 сортів та гібридів. Відмічена чітка тенденція до збільшення сортів іноземної селекції – від 6 % до 47 %. Водночас конкурентоспроможність сортів української селекції переважає. Лідерами з вирощування жита озимого в Україні є Житомирська, Волинська, Чернігівська, Рівненська, Київська, Сумська, Хмельницька та інші області. Найважливішими умовами зростання врожайності культури є широке впровадження у виробництво найкращих сортів і поліпшення якості посівного матеріалу в обсягах, потрібних для регіонів. Виробництво високоякісного насіння жита базується на врахуванні генно-біологічних та господарсько-цінних особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов вирощування та інших факторів. Насінництво жита озимого передбачає концентрацію виробничих процесів у наспортизованих насінницьких господарствах, кількість яких в Україні поступово зменшується. Ці господарства здійснюють виробництво кондиційного насіння для забезпечення повної потреби в ньому сільськогосподарських виробників товарного зерна. Для суб'єктів насінництва в нашій країні створено модель сертифікації, рівні умови та можливості для всіх компаній-виробників (національних й іноземних), що гарантує їм статус виробника комерційного продукту. Аналіз сортового складу насінницьких посівів жита озимого свідчить про переважання сортів української селекції – понад 80%, але їхня частка неухильно зменшується. Використання репродукційного насіння в насінневих господарствах сприяє погіршенню отриманої продукції під впливом біологічного та механічного засмічення, пошкодження хворобами, шкідниками, низького рівня агротехніки. Шляхом добре організованого насінництва можна уповільнити цей процес, але зупинити його досить важко.

Ключові слова: насіння, сорт, посівні площі, валовий збір, урожай, якість насіння, виробництво.

Вступ

Жито посівне озиме – традиційна культура України. Для забезпечення потреб людини в житньому хлібі – необхідно 50 кг зерна жита на рік. Продовольча цінність цієї культури визначається суттєвим вмістом у зерні білків (12,8 %), багатих на незамінні амінокислоти (лізин, аргінін) та великої кількості легкозасвоюваних вуглеводів (69,1 %), важливих вітамінів (A₁, B₁, B₂, B₃, B₆, PP, C), високою калорійністю – в 1 кг житнього хліба міститься 2481,2 ккал. Незважаючи на значення цієї культури, площі посіву під нею жита озимого щорічно зменшуються з 0,302 млн га (2012 р.) до 0,282 млн га (2013) і 0,185 млн га (2014) за науково обґрунтованої в Україні 0,6–0,7 млн га.

За останні 12 років відбулося динамічне оновлення сортового складу жита озимого. Виробництву запропоновано нові 32 сорти та 17 гібридів, які домінують (51,5 %) у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні [1], а за площею вирощування займають 79 %. Цій культурі присвячено низку наукових досліджень, зокрема питанню селекції та її виробництва. Варто зауважити, що наразі недостатньо приділено уваги питанню насінництва культури.

Особливої уваги заслуговують сорти жита озимого, що характеризуються високою адаптивністю, стабільною урожайністю, короткостебельністю, стійкістю проти вилягання й хвороб, нижчими втратами зерна за стікання, які здатні забезпечувати високу прибутковість та рентабельність виробництва. Так, з Технічного університету Мюнхена та Інституту імені Лейбніца (2017 р.) надійшло повідомлення про розшифрування вченими геному жита [2], що буде сприяти більш швидкому створенню сучасних сортів і гібридів [3–5].

В інтенсивних технологіях вирощування жита озимого важлива роль належить сорту. Найважливішою умовою зростання врожайності є широке впровадження у практику найкращих сортів, підви-

щення якості насіннєвого матеріалу. Значення сорту для підвищення врожаю вже доведено наукою і практикою [6]. Невід’ємним елементом ефективного функціонування галузі насінництва є ресурсозберігаючі технології, які би забезпечили виробництво високоякісного насіння в обсягах, потрібних для регіону [7, 8], особливо в жорстких кліматичних умовах [9–12]. 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 [6].

Метою наших досліджень передбачалося розглянути та проаналізувати сучасний стан виробництва та насінництва жита озимого, тенденції щодо подальшої підтримки важливої продовольчої культури. Вивчити сортовий склад культури в системі насінництва України. Обґрунтувати екологічні аспекти виробництва озимого жита в Україні, провести аналіз та оцінювання перспективних сортів (гібридів) жита озимого, їх насінництво у виробничих умовах господарства, які би забезпечували урожайність насіння 4,0–4,5 т/га для зон ризикованого ведення насінництва. *Об’єкт дослідження*: процес формування насіннєвої продуктивності сортів жита озимого в умовах Лісостепу України. *Предмет досліджень*: жито озиме, сорти, гібриди, виробники насіння, урожайність.

Матеріали і методи досліджень

Застосовували загальні методи досліджень: польовий (взаємодія з абіотичними, біотичними та антропогенними факторами); підрахунково-ваговий (біометричні параметри, морфологічні, біологічні особливості сортів); лабораторний, статистичний, порівняльно-розрахунковий [13–15].

Результати досліджень та їх обговорення

Жито посівне [озиме] (*Secale cereale* L.) – витривала й маловимоглива культура з високою холодостійкістю та посухостійкістю. Культура менш чутлива до корневих гнилей, нематод, стійка проти твердої та летючої сажок. Жито озиме вирощують насамперед на збіднених ґрунтах і у складних кліматичних умовах; може максимально засвоювати необхідні речовини і вологу з важкодоступних поєднань, й дає стабільні врожаї на піщаних і важкосуглинкових ґрунтах.

Світове виробництво жита складає 15.242.551 т [16]. 2014 року серед найбільших 10-ти виробників насіння жита озимого у світі були: Німеччина (3.854.400 т), Росія (3.280.758 т), Польща (2.792.593 т), Білорусь (867.075 т), Данія (677.800 т), КНР (520.000 т), Україна (478.000 т), Туреччина (300.000 т), Іспанія (290.970 т), Австрія (232.530 т) (рис. 1).

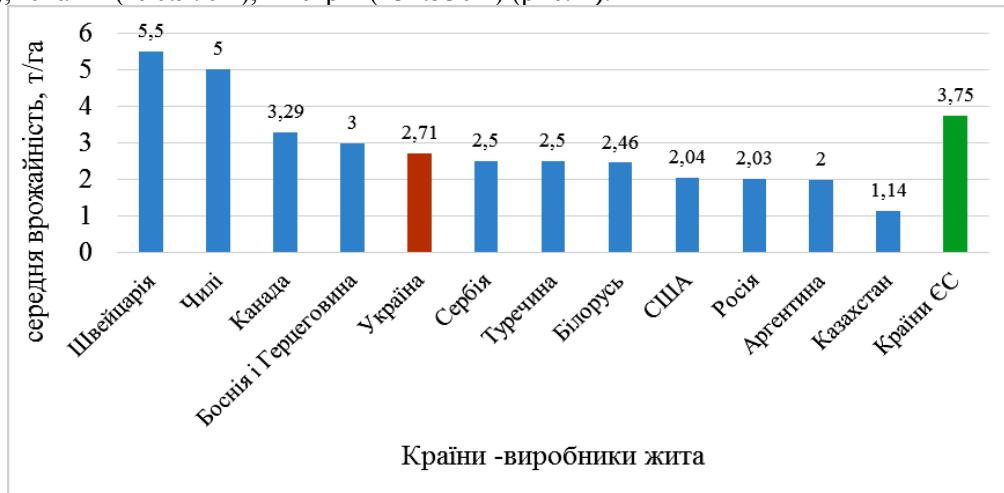


Рис. 1. Світове виробництво жита озимого 2017–2019 рр. [16]

У структурі посівних площ Полтавської губернії за 1900 рік озиме жито складало – 27 % (урожайність 0,89 т/га), озима пшениця – 5,9 % (урожайність – 0,92 т/га). 1940 р. посівні площі жита озимого в Україні складали 3,6 млн га; 1980 р. – 799 тис. га; 1997 р. – 694,7 тис. га; 1998 р. – 682,8 тис. га (рис. 2). У незалежній Україні площі під житом 2004 р. становили 740 тис. га. Загальна кількість сортів та гібридів в Україні (2018 р.) склала – 36 шт., кількість гібридів – 14. В Україні дослідження зі створення гібридів жита озимого ведуться в незначних обсягах – за період 2001–2007 рр. пройшли Державне сортовипробування і занесені до Реєстру сортів рослин України лише три сорти.

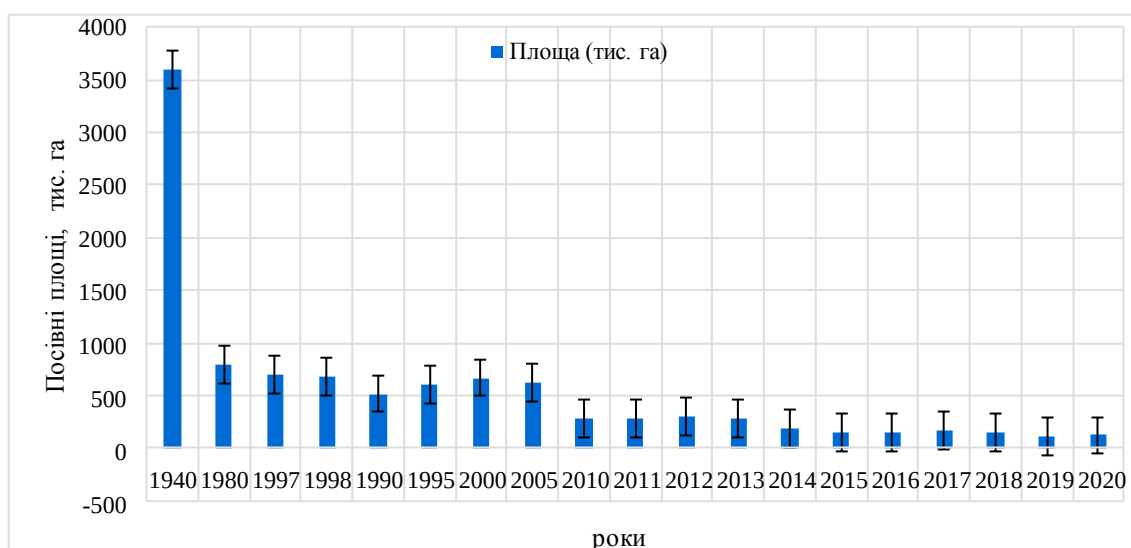


Рис. 2. Динаміка виробництва жита озимого в Україні, 1940–2020 рр.
Розрахунки здійснено за даними Державної служби статистики України, [24]

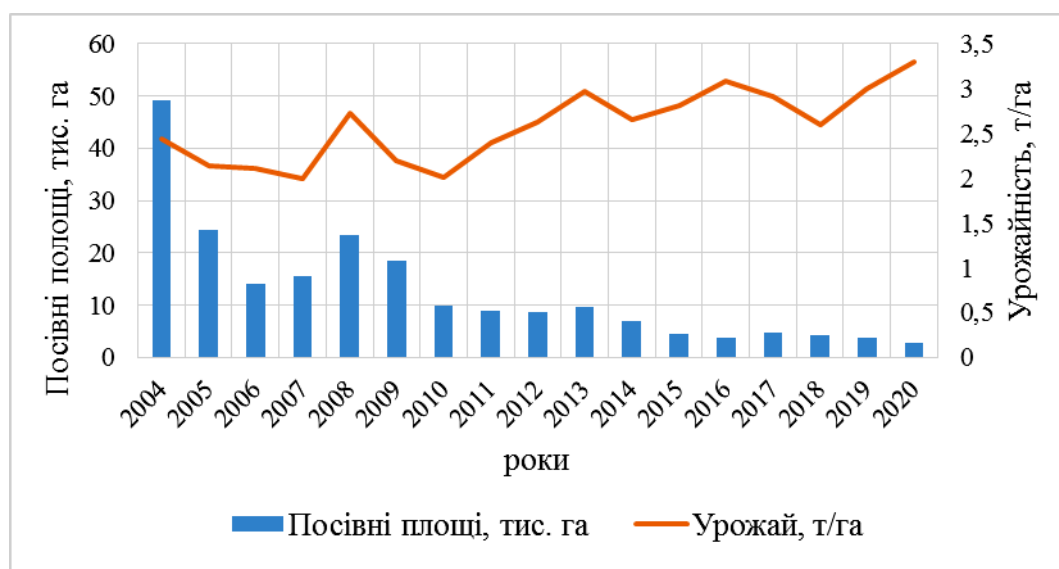


Рис. 3. Динаміка посівних площ та урожайності жита озимого в Полтавській області, 2004–2020 рр.
Розрахунки здійснено за даними Полтавського обласного центру з гідрометеорології та статистичних даних Полтавської області [24].

За результатами кваліфікаційної експертизи 2018 р. рекомендовано до вирощування сорти КВС Маттіно, КВС Вінгетто (КВС Лохов ГмбХ), гібриди Бразетто, Гуттінно, Пікассо, Етерно, сорт Левітан (ННЦ Інститут землеробства НААН України), гібрид Сатурн F1 (Інститут фізіології рослин і генетики НАН України), ЗУ Косані (компанія «Штрубе Україна ГмбХ»), гібриди SU Performer, SU Mephisto, SU Forsetti, SU Drive (компанія «Saaten Union»), гібриди Сіріус, Алатир, Оріана, Ласкаве, Фаєтон (ВНІС). Сорти стійкі до вилягання, обсіпання, посухи, стійкі проти борошнистої роси та снігової плісняви. Серед розробок Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН сорти Харківське 98, Сіріус, Хамарка, Харківська 98, Стоір, Пам'ять Худосерко, та гібрид Первісток F1, Слобожанець F1, Юр'вець F1, Харлей F1 [4]. Порівняно із сортами гібриди жита характеризуються вищою стабільністю, продуктивністю, стійкістю проти вилягання та хвороб, високою масою 1000 насінин, адаптивністю до стресових явищ. Вони мають більш розвинену кореневу систему, що впливає на їхню посухостійкість. Більший коефіцієнт кушіння (до 9 пагонів) сприяє зменшенню норми висіву (65–75 кг/га,

або 3 млн шт./га) [17]. На 2019 рік у Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, було занесено 40 сортів (гібридів, синтетиків) жита озимого (21 сорт вітчизняної селекції та 19 сортів іноземної селекції). За останнє десятиріччя чітко спостерігається тенденція до збільшення сортів іноземної селекції – від 6 % до 47 %. Водночас конкурентоспроможність сортів вітчизняної селекції переважає [18]. Сучасні сорти характеризуються високою адаптивністю, стабільною урожайністю, короткостебельністю, стійкістю проти вилягання й хвороб [19-21].

Максимальна урожайність жита озимого в Полтавській області відмічена 1987 р. (3,56 т/га), 1989–1990 рр. (3,69–3,79 т/га), 1992 р. (3,07 т/га), 1994 р. (3,89–3,48 т/га), 2008 р. (3,50 т/га). Найурожайніший період: 1985–1994 рр. Сьогодні динаміка посівних площ та урожайності жита озимого (2004–2020 рр.) в Полтавській області є такою (рис. 3).

У системі насінництва жита відбувається новий етап глобалізації й ринкових інновацій. Успіх насінницької програми залежить від кожної ланки. Функціонування системи насінництва жита озимого на інноваційній основі відбувається за рахунок загальних селекційно-насінницьких науково-виробничих розробок. Так, система насінництва об'єднує ланки з виведення, районування нових сортів (сортовипробування), їх розмноження і виробництво сортового (кондиційного) насіння (процес насінництва зернових), здійснення контролю за сортовими (апробаційний процес) та посівними (насіннєвий контроль) якістьми насіння. Організація виробництва кондиційного насіння жита базується на врахуванні генно-біологічних та господарсько-цінних особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов виробництва та інших факторів. Насінництво жита озимого передбачає концентрацію виробничих процесів у паспортизованих господарствах, кількість яких поступово зменшується. Ці господарства здійснюють виробництво кондиційного насіння для забезпечення повної потреби в ньому сільськогосподарських виробників товарного зерна і заготівлі його в насіннєві фонди. Доцільно відмітити, що 2010 року Україна здійснила важливий крок для подальшого розвитку галузі насінництва, здійснивши ратифікацію Конституції Міжнародної асоціації з контролю за якістю насіння, внаслідок чого було ухвалено проєкт Закону України «Про приєднання до Схеми сортової сертифікації насіння зернових культур». 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 дозволить Україні повноправно брати участь у міжнародній торгівлі насінням [22]. Для суб'єктів насінництва в нашій країні створено модель сертифікації, рівні умови та можливості для всіх компаній-виробників (вітчизняні та іноземні), що гарантує їхній статус виробника комерційного продукту [23]. Більшість насіннєвих господарств з виробництва кондиційного насіння жита озимого сконцентровані у Дніпропетровській, Полтавській, Одеській, Київській та Харківській областях України [24]. Найменша їхня кількість паспортизована у Чернівецькій, Закарпатській, Івано-Франківській областях. Останнім часом зменшилось виробництво базового насіння та збільшилось виробництво насіння добавового. Такі структурні зміни певною мірою є свідченням порушення пропорцій структуризації виробництва насіння в Україні. У виробництві різних генерацій насіння жита невелику частку займає виробництво сертифікованого насіння. Структура виробництва добавового насіння дещо видозмінена.

Очевидно, що кожна зі сфер тих чи тих генерацій повинна бути більшою мірою орієнтована як на загальну потребу в насінні зернових господарств, так і на потребу самих насіннєвих господарств, передусім тих, які займаються сертифікованим насінництвом.

В Україні щорічно ведеться виробниче сортовипробування та насінництво нових сортів і гібридів жита озимого (табл. 1).

1. Показники сільськогосподарської придатності, 2019–2020 рр.

Господарські показники	Сорт Хамарка	Сорт Пам'ять Худояренко	Сорт Стоір	Гібрид Юр'ївець
Вегетаційний період, діб	325	330	330	325
Висота рослин, см	100–120	110–130	115–130	115–130
Маса 1000 насінин, г	35–42	32–38	30–35	35–38
Стійкість до вилягання, балів	8	7	8	7
Стійкість до обсіпання, балів	8	8	8	8
Ступінь ураження хворобами, %	10	5	5	3-5
Посуhostійкість, балів	8	8	8	8
Урожайність, т/га	6,5	7,0	7,5	7,9

Сучасні сорти та гібриди відрізняються високою урожайністю, стійкістю проти вилягання, хвороб і шкідників. Їх перевагами є: висока зимостійкість, менша вибагливість до умов вирощування, менша чутливість до кореневої гнилі, нематод, стійкість до твердої та летючої сажок, більш висока посухостійкість.

Насінництво сортів потребує дотримання норм з просторової ізоляції (1000–1500 м) від інших посівів цієї культури. Допускається наявність більш високорослих рослин жита до 2,5 %. Норма висіву сортів – від 3,5 до 4,2 млн схожих зерен на 1 га залежно від попередника, гібридів – від 2,0 до 3,0 млн схожих зерен на га.

Аналіз використання основних насіннєвих ділянок жита озимого свідчить про перевагу сортів вітчизняної селекції – 80,7 %, але їхня частка поступово зменшується. При використанні репродукційного насіння в господарствах відбувається погіршення його якості під впливом біологічного та механічного засмічення, пошкодження хворобами, шкідниками, низьким рівнем агротехніки. Ці фактори знижують урожайні якості насіння. Шляхом добре організованого насінництва можна уповільнити цей процес, але зупинити його досить важко.

Висновки

Потрібно відмітити такі тенденції в національному насінництві: зменшення кількості виробництва насіння жита озимого, порушення пропорцій виробництва окремих генерацій насіння. Зменшення кількості паспортизованих господарств ослаблює конкуренцію на ринку насіння, що може призвести до монополії зарубіжних компаній-виробників. Існує потреба у підвищенні конкурентоспроможності сортів і гібридів української селекції.

Перспективи подальших досліджень. Українське насінництво має великі резерви для подальшого підвищення його ефективності. Їх реалізація потребує оптимізації окремих ланок і системи насінництва загалом з точки зору економічної ефективності виробництва зерна, створення сучасних високоврожайних сортів та гібридів. Це дасть змогу збільшити посівні площі під культурою та стабілізувати ринок насіння жита озимого.

References

1. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2020 rik.* (2020). Kyiv. Retrived from: <http://apk.kr-admin.gov.ua/doc> [In Ukrainian].
2. Nimetski vcheni povnistiu rozshyfruvaty henom zhyta. *kurkul.com*. Retrived from: <https://kurkul.com/news/7593-nimetski-vcheni-povnistiu-rozshifruvali-genom-jita> [In Ukrainian].
3. Kordin, O. I., & Dvornik-Laskovski, V. (2009). Ozyme zhyto – maibutnie za hibrydamy. *Ahronom*, 3, 116–119. [In Ukrainian].
4. Kornieieva, M. O., & Mazur, Z. O. (2010). Ekolohichno-henetychna kharakterystyka krashchykh ChS hibrydiv ozymoho zhyta. *Tsukrovi Buriaky*, 3, 6–7. [In Ukrainian].
5. Maraci, Ö., Özkan, H., & Bilgin, R. (2018). Phylogeny and genetic structure in the genus *Secale*. *PLOS ONE*, 13 (7), doi:10.1371/journal.pone.0200825
6. Zinchenko, O. I. (Red.). (2001). *Roslynnytstvo: Pidruchnyk*. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
7. Dytso, O. V. (2017). Sortovi osoblyvosti formuvannia nasinnievoi produktyvnosti y posivnykh yakosti nasinnia zhyta ozymoho v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Obroshyno [In Ukrainian].
8. Malakhovskiy, D. V. (2012). Stan problemy rozvytku nasinnnytstva zernovykh kultur v Ukraini. *Ahrosvit*, 4, 38–43. [In Ukrainian].
9. Ulich, L. I. (2007). Stroky sivby ozymoї pshenytsi v umovakh zminy klimatu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 10, 26–29. [In Ukrainian].
10. Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2012). Osoblyvosti vyroshchuvannia ozymykh kultur za umov zmin klimatu. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2, 8–10. doi: 10.21498/2518-1017.2(16).2012.58894 [In Ukrainian].
11. Tkachyk, S. O. (Red.). (2016). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna: 4-te vydannia*. Vinnytsia: Nilan-LTD [In Ukrainian].
12. Krakovska, S. V., Hnatiuk, N. V., Shpytal, T. M., & Palamarchuk, L. V. (2016). Proektsii zmin pryzemnoi temperatury povitria za danymy ansamblu rehionalnykh klimatichnykh modelei u rehionakh

Ukrainy v XXI stolitti. *Naukovi Pratsi Ukrainskoho Naukovo-Doslidnoho Hidrometeorologichnoho Instytutu*, 268, 33–44. [In Ukrainian].

13. Sokolov, V. M., Vyshnevskiy, V. V., Kindruk, M. O., Chaika, V. H., & Vyshnevskaya, A. M. (2012). Orhanizatsiia vnutrishnohospodarskoho sortovoho i nasinnievoho kontroliu. *Posibnyk Ukrainskoho Khliboroba*, 2, 53–63. [In Ukrainian].

14. Kindruk, M. O., (Red.). (2003). *Nasinnytstvo y nasinnieznavstvo zernovykh kultur*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

15. Kindruk, M. O., (Red.). (2012). *Nasinnytstvo z osnovamy nasinnieznavstva*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

16. Major Food And Agricultural Commodities And Producers - Countries By Commodity. 2019. Retrived from: <http://www.fao.org/home/en>

17. Yehorov, D. K. (2012). Rentabelnist innovatsiinykh tekhnolohii v nasinnytstvi hibrydiv zhyta ozymoho na dilianakh hibrydzatsii. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 13, 99–105. [In Ukrainian].

18. Dymytrov, S. H., & Kolesnichenko, O. V. (2019). Novi sorty zhyta posivnoho ozymoho v Ukraini. *Svitovi roslyni resursy: stan ta perspektyvy rozvytku: Materialy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (7 chervnia 2019 r., m. Kyiv)*. Kyiv: TOV "Nilan LTD" [In Ukrainian].

19. Sabluk, V. T., Kyienko, Z. B., & Dymytrov, S. H. (2018). Analysis of varietal resources of rye (*Secale cereale* L.) in the State Register of Plant Varieties of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (4), 431–439. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151914

20. Manko, K. M. (2011). Urozhaivist suchasnykh sortiv i hibrydiv zhyta ozymoho zalezho vid fonu zhyvlennia ta norm vysivu. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 99, 178–184. doi: 10.30835/2413-7510.2011.66083 [In Ukrainian].

21. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslin, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2021 r.* (2021). Kyiv. Retrived from: <https://agro.me.gov.ua/storage/app/uploads/public/608/12f/4b5/60812f4b591ea587635116.pdf> [In Ukrainian].

22. Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Shapoval, O. S., & Panchenko, S. S. (2020). Suchasnyi stan ta perspektyvy nasinnytstva soi v Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 45–52. doi: 10.31210/visnyk2020.04.05 [In Ukrainian].

23. *Derzhavnyi reiestr subiektiv nasinnytstva ta rozsadnytstva na 2020 r.* (2020). Kyiv. Retrived from: <https://agro.me.gov.ua/storage/app/uploads/public/5f2/d0a/bb0/5f2d0abb03e71933845769.pdf>. [In Ukrainian].

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

Стаття надійшла до редакції: 03.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білявська Л. Г., Білявський Ю. В. Сучасний стан насінництва жита озимого в Україні. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 67–73.

© Білявська Людмила Григорівна, Білявський Юрій Вікторович, 2021

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

original article | UDC 633.32:631.52 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.09

COMPARATIVE ASSESSMENT OF TOTAL COMBINING ABILITY EFFECTS OF SMOOTH BROME-GRASS SAMPLES USING POLY-CROSS METHOD AND DIALLEL ANALYSIS BY ELEMENTS OF FEED AND SEED PRODUCTIVITY

L. H. Marinich¹O. V. Barabolia^{1*}L. V. Kavalir²ORCID  [0000-0002-0073-9433](https://orcid.org/0000-0002-0073-9433)ORCID  [0000-0003-4123-9547](https://orcid.org/0000-0003-4123-9547)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine² Poltava State Agricultural Research Station named after M. I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86, Shvedska str., Poltava, 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: olga.barabolia@ukr.net

How to Cite

Marinich, L. H., Barabolia, O. V., & Kavalir, L. V. (2021). Comparative assessment of total combining ability effects of smooth brome-grass samples using poly-cross method and diallel analysis by elements of feed and seed productivity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 74–80. doi: 10.31210/visnyk2021.02.09

Breeding new varieties of smooth brome-grass for pasture and multiple-cutting use can be conducted by different ways, depending on selection tasks and achievements as well as the available original material. Hybridization is the most effective technique of creating the initial material in perennial grasses. The crossing of grasses in cross-pollinating crops takes place by two ways: at free cross-pollinating of specially chosen pairs under isolation conditions or by artificial pollination. During the recent years, the method of breeding complex-hybrid varieties-populations has been widely used in the selection of cross-pollinating crops. It is based on free cross-pollinating of selected components in the poly-cross seed field. The method is the least expensive and the most economical. The purpose of the research consisted in estimating the effects of the total combining ability of smooth brome-grass samples using poly-cross method and diallel analysis by the elements of feed and seed effectiveness. The studies were conducted in the experimental field of Poltava State Agricultural Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The collection of smooth brome-grass amounting 80 samples of various ecological and geographical origins became the study material. 5 samples of smooth brome-grass were used in crossing by the scheme of diallel analysis and poly-cross: Radio-mutant κ-1 (UJ2000209), Radio-mutant κ-5 (UJ2000210), Radio-mutant κ-7 (UJ2000211), Anto (UJ2000206), and Poltavskyi 52 (UJ2000003). As a result of conducted crossings, hybrids between 5 collection samples by the complete diallel scheme in the amount of 20 combinations were obtained. Thus, five poly-cross hybrids were received: 0101, 0105, 0107, 0110, and 0152. The research results have shown that Poltavskyi 52 sample has higher total combining ability (TCA) effects by the structural elements of feed productivity (the number of vegetative-extending shoots, foliation, dry matter yield, protein content in dry matter), while the least TCA effects were typical for Radio-mutant κ-5 (by the elements of the number of vegetative-extending shoots and foliation) and Radio-mutant κ-7 (by the elements of dry matter yield and protein content in dry matter). The highest TCA effects by the signs of seed productivity (the number of reproductive shoots, head length) were detected in Anto sample, while the least TCA effects by the mentioned signs were typical for Radio-mutant κ-5 and Radio-mutant κ-1.

Key words: smooth brome-grass, hybrid, diallel analysis, poly-cross, feed productivity, seed productivity.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТІВ ЗАГАЛЬНОЇ КОМБІНАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗРАЗКІВ СТОКОЛОСУ БЕЗОСТОГО МЕТОДОМ ПОЛІКРОСУ ТА ДІАЛЕЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЗА ЕЛЕМЕНТАМИ КОРМОВОЇ ТА НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Л. Г. Марініч, О. В. Бараболя, Л. В. Кавалір

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААНУ, м. Полтава, Україна

Виведення нових сортів стоколосу безостого для пасовищного і багатуокісного використання може здійснюватися різними шляхами залежно від завдань і досягнень селекції, а також наявного вихідного матеріалу. У багаторічних трав найбільш ефективним прийомом створення вихідного матеріалу є гібридизація. Схрещування трав у перехреснозапилювальних культур відбувається двома шляхами: при вільному перезапиленні спеціально підібраних пар в умовах ізоляції чи шляхом примусового штучного запилення. Останніми роками в селекції перехреснозапилювальних культур широкого використання набув метод створення складногібридних сортів-популяцій, який базується на вільному перезапиленні підібраних компонентів у розсаднику полікросу. Він найменш затратний і найбільш економічний. Мета досліджень полягала в оцінці ефектів загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого методом полікросу та діалельного аналізу за елементами кормової та насіннєвої ефективності. Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН України. Матеріалом для досліджень слугувала колекція стоколосу безостого в кількості 80 зразків різного еколого-географічного походження. У схрещуванні за схемою діалельного аналізу та полікросу використовували 5 зразків стоколосу безостого: Радіомутант к-1 (UJ2000209), Радіомутант к-5 (UJ2000210), Радіомутант к-7 (UJ2000211), Анто (UJ2000206), Полтавський 52 (UJ2000003). У результаті проведених схрещувань були отримані гібриди між 5 колекційними зразками за повною діалельною схемою в кількості 20 комбінацій. У результаті проведеної роботи отримано п'ять полікросних гібридів: 0101, 0105, 0107, 0110, 0152. Результати досліджень показали, що зразок Полтавський 52 має найвищі ефекти ЗКЗ за елементами структури кормової продуктивності (кількість вегетативно-подовжених пагонів, облистяність, урожай сухої речовини, вміст протеїну в сухій речовині), тоді як найменші ефекти ЗКЗ притаманні зразкам Радіомутант к-5 (за елементами кількості вегетативно-подовжених пагонів, облистяність) та Радіомутант к-7 (за елементами урожай сухої речовини, вміст протеїну в сухій речовині). За ознаками насіннєвої продуктивності (кількість генеративних пагонів, довжина волоті) виявлено найвищі ефекти ЗКЗ має зразок Анто, тоді як найменші ефекти ЗКЗ за цими ознаками притаманні зразкам Радіомутант к-5 і Радіомутант к-1.

Ключові слова: стоколос безостий, гібрид, діалельний аналіз, полікрос, кормова продуктивність, насіннєва продуктивність.

Вступ

Впровадження нових високопродуктивних сортів багаторічних трав – один з основних резервів збільшення врожайності сіножатей та пасовищ як мінімум на 25–30 % [9, 15].

Виведення нових сортів стоколосу безостого для пасовищного і багатуокісного використання може здійснюватися різними шляхами залежно від завдань і досягнень селекції, а також наявного вихідного матеріалу [10, 11]. Можливе створення складногібридних популяцій стоколосу безостого на основі вільного перезапилення спеціально підібраних за комплексом ознак кращих сортів, перевірених за загальною комбінаційною здатністю [14, 22]. До перезапилення матеріалу застосовують негативний або позитивний масовий або груповий добори. Цей шлях досить ефективний тоді, коли підібрані вихідні сорти загалом за господарсько-цінними ознаками відповідають завданням селекції і потрібно тільки поліпшити окремі показники [4, 5].

Більш складний, але і більш ефективний шлях – створення складногібридних сортів-популяцій на основі біотипічного добору з низки підібраних сортів [6, 8]. Він дає змогу розв'язувати більш складні завдання, поставлені програмою селекційних досліджень з виведення сортів з новими ознаками і властивостями за якістю і біологічними особливостями [16, 23].

Використання традиційних і сучасних методів селекції дає змогу значно прискорити створення нових високопродуктивних, спеціалізованих і стійких до екстремальних умов середовища і хвороб сортів кормових культур з високими якісними показниками [2, 12].

У багаторічних трав найбільш ефективним прийомом створення вихідного матеріалу є гібридизація. Схрещування трав у перехреснозапильних культур відбувається двома шляхами: при вільному перезапильненні спеціально підібраних пар в умовах ізоляції чи шляхом примусового штучного запилення.

Останніми роками в селекції перехреснозапильних культур широкого використання набув метод створення складногібридних сортів-популяцій, який базується на вільному перезапильненні підібраних компонентів у розсаднику полікросу. Він найменш затратний і найбільш економічний. Завдяки заміні серії схрещувань зразка з кожним із інших, на отримання єдиного гібриду з їх сумішкою, розміри земельної ділянки, затрати насіння, праці і часу скорочуються порівняно з методом діалельних схрещувань у десятки разів; при використанні суміші досліджуваних зразків як тестера не виникає необхідності просторової ізоляції комбінацій одна від одної, що також підвищує економічність методу.

Полікрос-тест не дозволяє визначати специфічну комбінаційну здатність. При діалельних схрещуваннях між зразками результати можуть відхилятися в кращу або гіршу сторону завдяки дії джерел, які обумовлюють специфічну комбінаційну здатність схрещуваних компонентів. Тому метод полікросу дозволяє зробити правильні висновки про можливість отримання значного гетерозису у досліджуваного зразка тоді, коли окрема частка загальної комбінаційної здатності у формуванні ефекту суттєво перевищує значення специфічної комбінаційної здатності, передусім при роботі з генетично невіривним матеріалом [18].

Мета досліджень: оцінити ефекти загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого методом полікросу та діалельного аналізу за елементами кормової та насіннєвої ефективності.

Завдання дослідження:

- оцінити гібридний матеріал стоколосу безостого в системі полікросних та діалельних схрещувань за комбінаційною здатністю ознак кормової та насіннєвої продуктивності.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН України. Це центральна частина Східного Лісостепу України майже на умовній межі із Північним Степом і Південним Лісостепом – зона недостатнього зволоження. Ґрунт темно-сірий опідзолений, який характеризується такими агрохімічними показниками орного шару на глибині 0–30 см: гідролітична кислотність 1,9–3,3 мг екв. на 100 г ґрунту; вміст гумусу – 2,44–3,46 %; рН сольової витяжки – 5,8–5,9; рухомих форм фосфору – 13–21 мг на 100 г ґрунту; легко гідролізованого азоту 4,42–7,94 мг на 100 г ґрунту; обмінного калію – 16–20 мг на 100 г ґрунту; сума вибраних основ – 21–30 мг на 100 г ґрунту.

За даними Полтавської метеостанції температура повітря упродовж вегетаційного періоду збільшилась на +0,7 °С відносно середньобагаторічних даних більше ніж за 50 років, тоді як кількість опадів зменшилась, відповідно, на 14,3 мм.

Агротехніка вирощування багаторічних трав загальноприйнята для зони.

Досліди закладалися в чотирикратній повторності при рендомізованому розміщенні варіантів з площею ділянок 25 м², ширина міжрядь – 15 см.

Упродовж вегетаційного періоду вивчали морфологічні ознаки зразків багаторічних трав за «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні» [16, 25]. Облік структури врожаю проводили шляхом аналізу пробних снопів. Статистичну обробку здійснювали за методикою Б. А. Доспехова [5].

Визначення комбінаційної здатності та генетичних компонентів дисперсії зразків стоколосу безостого виконувалось за допомогою ППП «ОСГЕ», розробленого в Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України.

Матеріалом для досліджень слугувала колекція стоколосу безостого в кількості 80 зразків різного еколого-географічного походження із колекційних фондів Національного центру генетичних ресурсів рослин України та Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства й АПВ НААНУ. З них 43 колекційні зразки походять з України, із Росії – 23, Канади – 6, Норвегії – 4, США, Польщі, Латвії, Угорщини – 4.

У схрещуванні за схемою діалельного аналізу та полікросу використовували 5 зразків стоколосу безостого: Радіомутант к-1 (UJ2000209), Радіомутант к-5 (UJ2000210), Радіомутант к-7 (UJ2000211), Anto (UJ2000206), Полтавський 52 (UJ2000003).

Гібридизацію проводили відповідно до методики ВНДІ кормів імені В. Р. Вільямса за авторством М. О. Смуригина, О. С. Новоселова та О. К. Константинова [23]. У результаті проведених схрещувань були отримані гібриди між 5 колекційними зразками за повною діалельною схемою в кількості 20 комбінацій. У результаті проведеної роботи отримано п'ять полікросних гібридів: 0101, 0105, 0107, 0110, 0152.

Результати досліджень та їх обговорення

Обмежено вільне перезаплення широко використовують під час створення штучних складно гібридних (полікросних) сортів-популяцій багаторічних трав. Цим методом створено низку сортів люцерни, конюшини, злакових трав у Канаді, США, Швеції, Угорщині, Україні й інших країнах.

У сучасних умовах для підвищення врожайності багаторічних злакових трав поряд зі створенням нових патентоспроможних сортів велике значення має використання ефекту гетерозису. Цьому сприяє низка характерних для них особливостей – висока генетична різноманітність, низька самосумісність, вітрозаплення, довговічність. Відмічено, що негативний процес фіксації гомозигот може бути зупинений рекурентною селекцією – створенням синтетичних сортів [17]. Складна поліплоїдна природа й переважно перехресне запилення в більшості багаторічних злакових трав дають змогу досить довго підтримувати в популяціях ефект гетерозису [21].

Оцінка комбінаційної здатності батьківських форм є основою гетерозисної селекції [18]. Встановлено, що для схрещування потрібно брати зразки, які мають не тільки комплекс господарсько-цінних ознак, але і високу комбінаційну здатність [24].

Для отримання необхідних даних про комбінаційну здатність досліджуваних ліній на сьогодні існує один надійний шлях – схрещування з наступним дослідженням гібридного потомства [13]. При цьому про рівень комбінаційної здатності свідчить урожайність гібриду, оскільки практично найбільш важливим є прояв гетерозису відносно цієї ознаки. Але оцінка комбінаційної здатності може бути проведена за будь-якою ознакою, яка цікавить селекціонера (ранньостиглість, стійкість до хвороб та шкідників та ін.) [20].

Особливо підходить метод полікрос-тесту для видів, які можуть розмножуватися вегетативно (кормові трави). Це дає змогу зберігати рослини до закінчення дослідження на комбінаційну здатність і в будь-який час використовувати їх для об'єднання в синтетичний сорт [19].

Полікрос-тест не дозволяє визначати специфічну комбінаційну здатність. При використанні діалельних схрещувань результати можуть коливатися завдяки дії джерел, які обумовлюють специфічну комбінаційну здатність схрещуваних компонентів. Тому метод полікросу дає змогу зробити правильні висновки про можливість отримання значного гетерозису у досліджуваного зразка тоді, коли окрема частка загальної комбінаційної здатності у формуванні ефекту суттєво перевищує значення специфічної комбінаційної здатності, передусім при роботі з генетично невіривняним матеріалом [1].

Точність результатів оцінки за допомогою полікрос-тесту експериментально вивчалася багатьма авторами, які дійшли загального висновку: цей метод забезпечує надійну оцінку загальної комбінаційної здатності зразків, не поступається в цьому відношенні топкросу і перебуває на рівні діалельних схрещувань [3, 7].

Порівняльне оцінювання ефектів ЗКЗ зразків стоколосу безостого проводили за елементами кормової продуктивності (кількість вегетативно-подовжених пагонів, облистяність, урожай сухої речовини, вміст протеїну в сухій речовині) та насіннєвої продуктивності (кількість генеративних пагонів, довжина волоті) (табл. 1 і 2).

Під час аналізу ефектів загальної комбінаційної здатності окремих елементів структури врожаю в гібридів від полікросних схрещувань та діалельного аналізу була виявлена висока відповідність за ознакою кількості вегетативно-подовжених пагонів у зразка Полтавський 52 (табл. 1). За результатами двох типів схрещувань він мав найвищі ефекти ЗКЗ (6,09–6,95). Найнижчі ефекти ЗКЗ за результатами аналізу були у зразків Радіомутант к-1 (-5,50 – -1,07) та Радіомутант к-5 (-6,34 – -2,06). За ознакою облистяності найвищі ефекти ЗКЗ були характерні для зразків Anto (1,16–4,70) та Полтавський 52 (1,04–5,45).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Порівняльне оцінювання ефектів ЗКЗ зразків стоколосу безостого за елементами структури кормової продуктивності методом діалельного аналізу та полікросу

№ п/п	Назва зразка	Кількість вегета-тивно-подовжених пагонів		Облистяність		Урожай сухої речовини		Вміст протеїну в сухій речовині	
		Діалельний аналіз	Полі-крос	Діалельний аналіз	Полі-крос	Діалельний аналіз	Полі-крос	Діалельний аналіз	Полі-крос
1	Радіомутант к-1	-5,50	-1,07	-0,53	0,97	-3,08	-0,17	0,02	-0,17
2	Радіомутант к-5	-6,34	-2,06	-1,29	0,35	7,61	9,13	0,01	0,05
3	Радіомутант к-7	3,13	8,75	-0,38	0,75	-5,95	0,14	-0,20	0,01
4	Anto	2,63	4,80	1,16	4,70	1,35	1,15	-0,12	-0,16
5	Полтавський 52	6,09	6,95	1,04	5,45	7,78	9,75	0,29	0,81

Позитивні ефекти ЗКЗ за врожаєм сухої речовини були притаманні зразкам Радіомутант к-5 (7,61–9,13), Полтавський 52 (7,78–9,78) та Anto (1,35–1,15). Найнижчі ефекти ЗКЗ за результатами двох методів схрещувань виявилися у зразка стоколосу безостого Радіомутант к-1 (-3,08 – -0,17).

За вмістом протеїну в сухій речовині позитивні ефекти ЗКЗ мав зразок Полтавський 52 (0,29–0,81), найнижчі ефекти мав зразок Anto (-0,12 – -0,16).

Загалом результати досліджень виявили високу відповідність оцінювань загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого за ознаками кормової продуктивності методами діалельного аналізу та полікросу (табл. 1).

Ефекти загальної комбінаційної здатності за ознакою кількості генеративних пагонів у гібридів, отриманих від полікросних схрещувань та діалельного аналізу, найвищими були в зразків Anto (1,10–7,82) та Полтавський 52 (0,98–4,97), найнижчими – у зразка Радіомутант к-1 (-0,85 – -0,03) та Радіомутант к-5 (-1,63 – 0,07) (див. табл. 2).

2. Порівняльне оцінювання ефектів ЗКЗ зразків стоколосу безостого за елементами структури насіннєвої продуктивності методом діалельного аналізу та полікросу

№ п/п	Назва зразка	Кількість генеративних пагонів		Довжина волоті		Насіннєва продуктивність	
		Діалельний аналіз	Полікрос	Діалельний аналіз	Полі-крос	Діалельний аналіз	Полікрос
1	Радіомутант к-1	-0,85	-0,03	-1,66	-0,47	-2,83	-0,08
2	Радіомутант к-5	-1,63	0,07	-0,25	0,98	-1,58	0,01
3	Радіомутант к-7	0,40	1,14	0,86	4,18	-0,02	4,01
4	Anto	1,10	7,82	1,46	8,13	4,29	7,16
5	Полтавський 52	0,98	4,97	-0,42	3,17	0,14	3,06

За ознакою довжини волоті найвищі ефекти ЗКЗ відмічені у зразків Радіомутант к-7 (0,86–4,18) та Anto (1,46–8,13), найнижчим за цією ознакою був Радіомутант к-1 (-1,66 – -0,47).

На основі аналізу ефектів загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) за ознакою маси насіння із рослини в гібридів, отриманих від діалельних схрещувань та полікросу, найвищим її показник був у зразка Anto (4,29–7,16), найнижчим – у Радіомутанта к-1 (-2,83 – -0,08).

Результати досліджень виявили високу відповідність оцінювань загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого за ознаками насіннєвої продуктивності методами діалельного аналізу та полікросу.

Висновки

Результати досліджень п'яти полікросних гібридів стоколосу безостого методами діалельного аналізу та полікросу показали, що зразок Полтавський 52 має найвищі ефекти ЗКЗ за елементами

структури кормової продуктивності (кількість вегетативно-подовжених пагонів, облистяність, урожай сухої речовини, вміст протеїну в сухій речовині), тоді як найменші ефекти ЗКЗ притаманні зразкам Радіомутант к-5 (за елементами кількість вегетативно-подовжених пагонів, облистяність) та Радіомутант к-7 (за елементами урожай сухої речовини, вміст протеїну в сухій речовині). За ознаками насінневої продуктивності (кількість генеративних пагонів, довжина волоті) методами діалельного аналізу та полікросу виявлено найвищі ефекти ЗКЗ має зразок Anto, тоді як найменші ефекти ЗКЗ за цими ознаками притаманні зразкам Радіомутант к-5 і Радіомутант к-1.

Перспективи подальших досліджень. Використання методів гібридизації для створення синтетичних популяцій стоколосу безостого.

References

1. Atanda, A. S., Olaoye, G., & Amuda, A. (2015). Efficacy of modified polycross method in development of sugarcane progenies. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 8 (1). doi: 10.4314/ejesm.v8i1.9
2. Barylko, M. H., & Marinich, L. H. (2017). Formuvannya oznakovoї kolektsii kostretsiiu bezostoho v umovakh Poltavshchyny. *Henetychni Resursy Roslyn*, 20, 99–107. [In Ukrainian].
3. Bekuzarova, S. A., Kozyrev, S. G., Kozyrev, A. H., Lushchenko, G. V., Gishkaeva, L. S., & Doeva, A. T. (2021). Current method in the selection of legume grasses. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 677. doi: 10.1088/1755-1315/677/4/042003
4. Buhaiov, V. V., & Marianko, O. S. (2017). Vykhidnyi material dlia selektsii stokolosu bezostoho za umov Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 84, 26–31. [In Ukrainian].
5. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opy'ta*. Moskva [In Russian].
6. *Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushhennykh k ispolzovaniyu*. Moskva, 2016 [In Russian].
7. Han, Y., Hu, T., Mao, P., Wang, Y., Shen, Z., Zhang, Y., & Wang, X. (2016). Smooth bromegrass seed yield and yield component responses to seeding rates and row spacings in two climates. *Agronomy & Crop Ecology*, 19 (3), 381–388, doi: 10.1080/1343943X.2016.1169152
8. Kobylina, N. O. (2015). Kolektsiini zrazky stokolosu bezostoho ta hriastytsi zbirnoi yak dzherela tsinnykh oznak dlia selektsii na produktyvnist ta adaptivnist. *Posibnyk Ukrainського Khliboroba*, 1, 291–294. [In Ukrainian].
9. Kosolapov, V. M., & Pilipko, S. V. (2017). Sostoyanie i perspektivy` selektsii mnogoletnikh kormovy`kh kul'tur. *Kormoproizvodstvo*, 7, 25–28. [In Russian].
10. Kosolapov, V. M., Pilipko, S. V., & Kostenko, S. I. (2015). Novye sorta kormovykh kultur – zalog uspeshnogo razvitiya kormoproizvodstva. *Dostizheniya Nauki i Tekhniki APK*, 4, 35–37. [In Russian].
11. Kostenko, S. I., Kosolapov, V. M., Pilipko, S. V., & Kostenko, E. S. (2016). Selekcziya mnogoletnikh zlakovy`kh trav dlya adaptivnogo kormoproizvodstva. *Kormoproizvodstvo*, 8, 35–38. [In Russian].
12. Kurhak, V. H., & Tsymbal, Ya. S. (2015). Vyroshchuvannya kormovykh kultur za orhanichnoho zemlerobstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 5–9. [In Ukrainian].
13. Lackamp, J. W. (1966). Some remarks on the polycross test method applied in grasses. *Euphytica*, 15, 291–296. doi: 10.1007/BF00022171
14. Marinich, L. H. (2015). Efektyvnist metodiv stvorennia vykhidnoho materialu kostretsia bezostoho. *Blacksea*, 19, 42–47. [In Ukrainian].
15. Marinich, L. H., Barabolia, O. V., & Kavalir, L. V. (2021). Vplyv sortovykh osoblyvostei selektsiinykh zrazkiv stokolosu bezostoho na dovhovichnist i urozhainist travostoiu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 90–96. doi: 10.31210/visnyk2021.01.10 [In Ukrainian].
16. *Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnikh zlakovy`kh trav* (2012). Moskva [In Russian].
17. Novosyolov, M. Yu. (2007). Klever lugovoj (*Trifolium pratense* L.). *Adaptivnaya selekcziya kormovykh rastenij*. Moskva [In Russian].
18. Pilipko, S. V. (2017). Aktualnye napravleniya v selektsii kormovykh kultur *Aktualny'e i novye napravleniya v selektsii i semenovodstve selskokhozyajstvennykh kultur: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii*. Vladikavkaz [In Russian].
19. Pirnajmedin, F., Majidi, M. M., Barre, P., Kölliker, R., & Saeidi G. (2020). Enhanced polycross breeding of tall fescue through marker-based paternity identification and estimation of combining ability. *Euphytica*, 216 (9), 139. doi: 10.1007/s10681-020-02671-1

20. Puchkov, M. Yu., Loktionova, E. G., Puchkova, A. M., Yakovleva, L. V., Andrianov, V. A., & Lysakov, M. A. (2015). Use of geosynthetic nonwoven roll material for the restoration of the natural and technogenic systems. *Abstract International Journal of Applied Engineering Research*, 10 (12), 29083–29089.
21. Savinskij, I. L. (1991). Razreshayushhaya sposobnost` geneticheskogo analiza kolichestvenny`kh priznakov po Khejmanu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Leningrad [In Russian].
22. Shamsutdinov, Z. Sh., Piskovaczkiy, Yu. M., Novosyolov, M. Yu., Tyurin, Yu. S., Kostenko, S. I., Perepravo, N. I., Kozlov, N. N., Agafodorova, M. N., Shamsutdinova, E. Z., Pucza, N. M., Stepanova, G. V., Drobysheva, L. V., Zolotarev, V. N., Klimenko, I. A., & Pilipko, S. V. (2016). Dostizheniya, prioritetnye napravleniya i zadachi selekczii i semenovodstva kormovykh kultur. *Kormoproizvodstvo*, 8, 27–34. [In Russian].
23. Smurygin, M. A., Novoselov, A. S., Konstantinova, A. K., Rubczov, M. I., Filimonov, M. A., Bekhtin, N. S., Voshhinin, P. A., Ezhakova, O. F., Katkov, V. A., Kuleshov, G. F., Malashenko, V. S., Melnikova, T. E., Morugina, M. P., Nenarokov, Yu. M., Novoselov, M. Yu., Piskovaczkiy, R. G., Piskovaczkiy, Yu. M., Yartiev, A. G., Kremnina, A. N., Mazur, K. K., Prishhep, E. G., Pucza, N. M., Surkova, T. A., Kashmanova, O. I., Komkova, T. N., Kosiczyna-Pinegina, E. A., Makarenkov, M. A., Mityurova, T. F., Pogorelova, T. F., Podgrusha, V. M., Razgshulyaeva, N. V., & Cheprasova, S. N. (1985). *Metodicheskie ukazaniya po selekczii mnogoletnikh trav*. Moskva: VIK [In Russian].
24. Varghese, C., Varghese, E., Jaggi, S., & Bhowmik, A. (2015). Experimental designs for open pollination in polycross trials. *Journal of Applied Statistics*, 42 (11), 2478–2484. doi: 10.1080/02664763.2015.1043860
25. Volkodava, V. V. (Red.) (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprovuvannia silskohospodarskykh kultur*. Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 05.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Марініч Л. Г., Бараболя О. В., Кавалір Л. В. Порівняльна оцінка ефектів загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого методом полікросу та діалельного аналізу за елементами кормової та насінневої продуктивності. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 74–80.

© Марініч Любов Григорівна, Бараболя Ольга Валеріївна, Кавалір Любов Василівна, 2021



original article | UDC 631.5:633.13 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.10

EFFECT OF APPLYING GROWTH REGULATORS ON YIELD AND FORMATION
OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF SPRING BARLEY PLANTS IN THE CONDITIONS
OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

V. A. Ishchenko

ORCID  [0000-0002-7640-5659](https://orcid.org/0000-0002-7640-5659)

Institute of Agriculture of Steppe of NAAS
 Sozonivka village, Kropyvnytskyi district, Kirovohrad region, Ukraine
 E-mail: semena.2013@ukr.net

How to Cite

Ishchenko, V. A. (2021). Effect of applying growth regulators on yield and formation of productivity elements of spring barley plants in the conditions of the Steppe zone of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (2), 81–85. doi: 10.31210/visnyk2021.02.10

In the conditions of unstable moistening of the Northern Steppe, the necessity arises to study the application of Grain-active-C plant growth regulator in the technology of cultivating common spring barley of naked and chaffy types in the context of climate change. The comprehensive study and analysis of growth regulator application in resource-saving technology of common spring barley cultivation were conducted. On the plots where Grain-active-C preparation was used, the number of stems of Viking chaffy spring barley variety was higher as compared with the control variant by 27–71 pcs/m² (6.1–16.1 %), of Cardinal naked variety – by 16–70 pcs/m² (3.4–14.6 %). The crop yield of spring barley is determined by the number of productive stems per unit area and grain weight from one ear. In this case, the grain weight from one ear is directly dependent on grain content. The use of Grain-active-C plant growth regulator (PGR) for seed treatment and spraying of plants in the tillering phase had a positive effect on the individual productivity elements of spring barley plants. Larger grain weight of 1.12 and 1.03 g in the main ear, both of naked and chaffy varieties was formed in the variant of seed treatment and spraying crops with Grain-active-C in the tillering phase. The complex use of Grain-active-C PGR, the active substance of which is a biologically active organic compound well-soluble in water, the structure of which is close to the structure of protein substance, contains a large number of nitrogen atoms and has fungicidal and bactericidal properties for seed treatment and spraying crops of chaffy and naked spring barley, which ensured a significant increase in crop yield – by 0.68 t/ha and 0.52 t/ha (15.3 and 13.2 %). The results of experimental studies determine the expediency of using Grain-active C growth regulator for pre-sowing seed treatment and spraying crops in the tillering phase in order to increase the resistance of common spring barley plants to extreme growing conditions and increase yields. The obtained results confirmed the prospects of using Grain-active-C PGR in resource-saving technology of cultivating chaffy and naked spring barley varieties in the Steppe zone of Ukraine.

Key words: common spring barley, variety, growth regulator, plant stand density, crop yield, productivity elements.

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

В. А. Іщенко

Інститут сільського господарства Степу НААН, с. Созонівка, Кропивницький р-н, Кіровоградська обл., Україна

В умовах нестійкого зволоження північного Степу виникає необхідність вивчення застосування регулятора росту рослин Грейнактив-С у технології вирощування ячменю звичайного ярого голозерного та плівчастого типу в контексті змін клімату. Проведене комплексне вивчення та аналіз застосування регулятора росту в ресурсозберігаючій технології вирощування ячменю звичайного (яро го). На ділянках, де застосували препарат Грейнактив-С кількість стебел плівчастого ячменю ярого сорту Вікінг була більшою порівняно з контрольним варіантом на 27–71 шт./м² (6,1–16,1 %), голозерного сорту Кардинал – на 16–70 шт./м² (3,4–14,6 %). Врожайність ячменю ярого визначається кількістю продуктивних стебел на одиниці площі і масою зерна з одного колоса. При цьому маса зерна з одного колоса прямо залежить від його озерненості. Використання регулятора росту рослин Грейнактив-С для обробки насіння та обприскування рослин у фазу куціння позитивно вплинуло на елементи індивідуальної продуктивності рослин ячменю ярого. Більша маса зерна 1,12 та 1,03 г у головному колосі як голозерного, так і плівчастого сорту формувалась у варіанті обробка насіння + обприскування посівів у фазу куціння Грейнактив-С. Комплексне використання РРР Грейнактив-С, діючою речовиною якого є добре розчинна у воді біологічно активна органічна сполука, структура якої близька до структури білкової речовини, містить велику кількість атомів азоту і має фунгіцидні та бактерицидні властивості, для обробки насіння та обприскування посівів плівчастого та голозерного ячменю ярого забезпечило суттєве зростання урожайності на – 0,68 т/га та 0,52 т/га (15,3 та 13,2 %). За результатами експериментальних досліджень визначена доцільність застосування регулятора росту Грейнактив С для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів у фазі куціння з метою підвищення стійкості рослин ячменю звичайного (ярого) до екстремальних умов вирощування та збільшення рівня урожайності. Отримані результати підтвердили перспективність використання РРР Грейнактив-С у ресурсозберігаючій технології вирощування плівчастого та голозерного ячменю ярого в умовах степової зони України.

Ключові слова: ячмінь звичайний ярий, сорт, регулятор росту, густина стеблостою, урожайність, елементи продуктивності.

Вступ

Ячмінь – одна з провідних зернових культур у світовому землеробстві, а Україна належить до найбільших виробників та експортерів зерна цієї культури. Завдяки своїм цінним біологічним властивостям зерна, ячмінь є сировиною для пивоваріння, виготовлення харчових продуктів та технічної переробки [1]. Як поживний корм та цінна сировина для харчової промисловості особливого значення останнім часом набуває голозерний ячмінь [2, 3].

Рівень урожайності культур залежить не лише від родючості ґрунту й удобрення, але і таких чинників, як погодні умови, сорти, технологія їхнього вирощування [4]. Одним із найефективніших факторів стабілізації виробництва зерна та підвищення врожайності є сорт і насіння [5]. За умови оптимального поєднання усіх складників технології вирощування ячменю ярого можна стабільно отримувати врожайність цієї культури на рівні 5,0–6,0 т/га, а у сприятливі роки – 8,0 т/га і більше [6]. Водночас, на думку дослідників, потенціал продуктивності сортів ячменю звичайного ярого в Україні використовується лише на 30–50 % [7].

Як зазначають М. О. Сардак, М. І. Сардак, О. О. Гвоздь, для реалізації потенціалу продуктивності новостворений сорт повинен супроводжуватись рекомендованою технологією вирощування з урахуванням сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов. Особливо це стосується принципово нових сортів, зокрема голозерних [8].

На думку вчених, значна прибавка зернової продуктивності може бути отримана за рахунок використання фізіологічно активних речовин [9]. Підвищити стійкість рослин до абіотичних стресорів і таким чином стабілізувати їхню продуктивність можна у разі використання в агротехнологіях

регуляторів росту рослин (РРР) антистресової дії [10] для передпосівної обробки насіння і обприскування вегетуючих рослин [11], що сприяє збільшенню вегетативної і зернової продуктивності [12, 13].

Метою досліджень є визначити вплив комплексного використання РРР Грейнактив-С на формування елементів продуктивності та урожайність голозерного та плівчастого ячменю ярого в умовах північного Степу України.

Завдання дослідження. Дослідити вплив РРР Грейнактив С на формування продуктивності плівчастого ячменю ярого Вікінг та голозерного Кардинал у різні за погодними умовами роки.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження з вивчення ефективності застосування препарату Грейнактив-С при вирощуванні ячменю ярого проводили 2016–2018 рр. Польові досліди закладали в науковій сівозміні лабораторії селекції і насінництва зернових та технічних культур. Попередник – соя. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важкосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту 4,63 %, гідролізованого азоту – 12 мг на 100 г ґрунту, рухомих фосфору та калію – 11,6 та 11,8 мг на 100 г ґрунту відповідно, рН – 5,4. Вміст мікроелементу бор становить 1,0 мг; марганцю – 7,6 та цинку – 0,14 мг на 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ становить від 39,4 до 42,0 мг на 100 г ґрунту.

Результати досліджень та їх обговорення

Урожайність ячменю ярого визначається кількістю рослин на одиниці площі та продуктивністю окремої рослини, яка своєю чергою включає продуктивну кущистість, кількість зерен у колосі та масу зернівки [14]. Згідно з дослідженнями О. А. Барсукової [15], виділено чотири типи агрометеорологічних умов, що визначають динаміку кущистості та густоту продуктивного стеблостою: при першому типі формується стеблостій 650–700 стебел/м², другому – 675–725 стебел/м², третьому – 550–600 стебел/м², четвертому типі – 470–520 стебел/м². Продуктивна кущистість є однією із найважливіших кількісних ознак, що визначає врожайність ячменю ярого, однак її величина сильно варіює залежно від умов вирощування [16]. Кількість продуктивних стебел залежить від кількості тих, що вижили і їх продуктивної кущистості.

За результатами досліджень встановлено, що кількість продуктивних стебел на час збирання ярого плівчастого і голозерного ячменю залежала від біологічних особливостей сортів та використання РРР Грейнактив-С. Але рослини голозерного та плівчастого ячменю по-різному реагували на умови вирощування, а тому їхня кількість на одиниці площі по варіантах дослідів змінювалася в широких межах. За рахунок впливу рістактивуючих речовин можна створити належні умови для формування оптимальної густоти продуктивного стеблостою. В середньому за 2016–2018 рр. при вирощуванні плівчастого ячменю сорту Вікінг застосування препарату Грейнактив-С порівняно із контролем (441 шт./м²) сприяло формуванню густішого стеблостою на 27–71 шт./м² (6,1–16,1 %), голозерного сорту Кардинал – на 16–70 шт./м² (3,4–14,6 %).

Маса зерна з колосу ячменю ярого може істотно змінюватися залежно від режиму живлення, густоти стояння рослин, умов року та особливостей сортів [17, 18]. У наших дослідженнях при поліпшенні умов розвитку рослин відмічено збільшення маси зерна із колосу ячменю ярого. Маса зерна з одного колоса прямо залежить від його озерненості. Використання РРР Грейнактив-С позитивно вплинуло на формування маси зерна як у головному колосі, так і з рослин загалом, і у плівчастого сорту Вікінг вона зростала на 0,08–0,14 г (8,4–13,9 %) та 0,21–0,24 г (11,7–13,4 %), голозерного Кардинал – на 0,04–0,11 г (4,0–11,5 %) та 0,02–0,12 г (1,1–6,9 %). На контролі цей показник становив 0,99 г, 1,77 г та 0,93 г, 1,74 г по сортах відповідно.

У сучасних технологіях регулятори росту застосовують як при допосівній обробці насіннєвого матеріалу, так і для обприскування посівів [19]. Вони помітно впливають на покращення посухостійкості рослин та підвищення їхнього неспецифічного імунітету, зниження вмісту нітратів і радіонуклідів у відповідній продукції [20]. Головною діючою речовиною досліджуваного препарату Грейнактив-С є добре розчинна у воді біологічно активна органічна сполука, структура якої близька до структури білкової речовини, містить велику кількість атомів азоту і має фунгіцидні та бактерицидні властивості.

У середньому за 2016–2018 рр. в умовах північного Степу за умови ресурсоощадної технології вирощування (контроль) урожайність плівчастого ячменю сорту Вікінг становила 4,43 т/га, голозер-

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

ного Кардинал – 3,95 т/га (табл. 1). Використання Грейнактив-С для передпосівної обробки насіння сприяло підвищенню врожайності півчастого ячменю (Вікінг) на 0,35 т/га (7,9 %), голозерного (Кардинал) – 0,40 т/га (10,1 %). При обприскуванні посівів у фазу кушіння РРР Грейнактив-С урожайність становила 4,93 т/га та 4,39 т/га, або приріст склав 0,50 т/га та 0,44 т/га (11,3 %; 11,1 %).

1. Урожайність ячменю ярого півчастого та голозерного типу залежно від використання РРР, т/га (2016–2018 рр.)

Тип ячменю ярого (фактор А)	Спосіб використання регулятора росту (фактор В)	Урожайність, т/га				Прибавка	
		2016 р.	2017 р.	2018 р.	середнє	т/га	%
Півчастий (Вікінг)	Контроль (обробка насіння водою)	5,83	4,34	3,12	4,43	-	-
	Обробка насіння Грейнактив-С	6,23	4,63	3,47	4,78	0,35	7,9
	Обприскування посівів у фазу кушіння Грейнактив-С	6,34	4,61	3,85	4,93	0,50	11,3
	Обробка насіння + обприскування посівів у фазу кушіння Грейнактив-С	6,46	4,84	4,02	5,11	0,68	15,3
	Середнє	6,22	4,60	3,62	4,81		
Голозерний (Кардинал)	Контроль (обробка насіння водою)	4,90	4,06	2,90	3,95	-	-
	Обробка насіння Грейнактив-С	5,25	4,48	3,31	4,35	0,40	10,1
	Обприскування посівів у фазу кушіння Грейнактив-С	5,39	4,46	3,33	4,39	0,44	11,1
	Обробка насіння + обприскування посівів у фазу кушіння Грейнактив-С	5,51	4,53	3,38	4,47	0,52	13,2
	Середнє	5,26	4,38	3,23	4,29		
НІР ₀₅ АВ=0,26-0,28; А=0,04-0,06; В=0,14-0,16							

Обробка насіння та обприскування посівів Грейнактив-С сприяло підвищенню врожайності півчастого сорту на 0,68 т/га (15,3 %), голозерного – 0,52 т/га (13,2 %). У середньому за роки досліджень ярий півчастий ячмінь забезпечував урожайність 4,81 т/га, голозерний – 4,29 т/га або менше на 0,52 т/га (10,8 %).

Висновки

Результати досліджень свідчать, що застосування РРР Грейнактив-С при вирощуванні півчастого ячменю ярого сорту Вікінг забезпечувало формування більш густішого стеблостою порівняно із контролем (441 шт./м²) на 27–71 шт./м² (6,1–16,1 %), а при сівбі голозерного сорту Кардинал – на 16–70 шт./м² (3,4–14,6 %). Вищу урожайність 5,51 т/га (півчастого ячменю сорту Вікінг) та 4,47 т/га (голозерного ячменю сорту Кардинал) отримано у варіанті, де обробку насіння поєднували з обприскуванням посівів у фазу кушіння Грейнактив-С. При цьому комплексне використання РРР Грейнактив-С для обробки насіння та обприскування посівів півчастого та голозерного ячменю ярого забезпечило суттєве зростання урожайності на – 0,68 т/га та 0,52 т/га (15,3 %; 13,2 %).

Перспективи подальших досліджень. Визначена доцільність застосування регулятора росту Грейнактив-С для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів у фазі кушіння з метою підвищення стійкості рослин ячменю звичайного (ярого) до екстремальних умов вирощування та збільшення рівня урожайності. Отримані результати підтвердили перспективність використання РРР Грейнактив-С в ресурсозберігаючій технології вирощування півчастого та голозерного ячменю ярого в північному Степу.

References

1. Nosenko, Y. U. (2009). Tretya mirovaya kultura. Yachmen v Ukraine i mire. *Zerno*, 4, 61–65. [In Ukrainian].
2. Rybalka, O. (2014). Novyy produkt zernovoho kharchuvannya na osnovi yachmenyu vaksi, vysivok chornozernoyi pshenytsi ta boroshna lonu stane vashymy efektyvnymy likamy vid tyazhkykh neduh. *Zerno i Khlib*, 1, 48–51. [In Ukrainian].
3. Matvyeyeva, A., & Pavlyukevych, Y. E. (2015). U holozernomu yachmeni zamalo klitkovyny, ale bahato syroho proteyinu ta obminnoyi enerhiyi. *Zerno i Khlib*, 4, 37. [In Ukrainian].

4. Hospodarenko, H. M., Stasinyevych, O. Yu., & Prokopenko, E. V. (2015). Vrozhaynist zerna yachmenyu yaroho za tryvaloho zastosuvannya dobryv u poloviy sivozmini. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 3–6. [In Ukrainian].
5. Havrylyuk, M. M. (2009). Suchasni zavdannya ahraryi nauky v rozvytku henetyky, selektsiyi ta nasinnystva. *Visnyk Ahraryi Nauky*, 1, 5–10. [In Ukrainian].
6. Demydov, O., & Hudzenko V. (2017). Yachmin yaryy: realizatsiya potentsialu produktu *Propozytsiya*, 2, 66–69. Retrived from: <https://propozitsiya.com/ua/yachmin-yariy-realizaciya-potencialu-produktivnost> [In Ukrainian].
7. Mukan, Ya. M. & Rachenko, O. S. (2014). Vplyv mineralnykh dobryv na formuvannya ahrofitotsenozu yachmenyu zvychnoho yaroho (*Hordeum vulgare* L.). *Sortovyvchennya ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 2, 51–55. [In Ukrainian].
8. Sardak, M. O., Sardak, M. I., & Hvozdz, O. O. (2016). Formuvannya vrozhayu holozernoho ta plivchastoho yaroho yachmenyu zalezho vid normy vysivu ta mineralnoho zhyvlennya v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrayiny. *Myronivskyy Visnyk*, 2, 249–261. [In Ukrainian].
9. Zakharenko, V. A. (1992). Pestytsydy v yntehrovannoy zashchyte rastenyy. *Ahrokhymyya*, 12, 92. [In Ukrainian].
10. Prusakova, L. D., Malevannaya, N. N., Belopukhov, S. L., & Vakulenko, V. V. (2005). Rehulyatory rosta rastenyy s antystressovymy y ymmunoprotektoynymy svoystvamy. *Ahrokhymyya*, 11, 76–86. [In Ukrainian].
11. Butuzov, A. S. (2009). Effektyvnost pryimenenyya rehulyatorov rosta pry vozdeleyvanny ozymoy pshenytsy. *Ahraryy Vestnyk Urala*, 11 (65), 50–52. [In Russian].
12. Kalytka, V. V., & Zolotukhina, Z. V. (2010). Formuvannya urozhaynosti ozymoyi pshenytsi v umovakh nedostatnoho zvolozhennya Stepovoyi zony Ukrayiny. *Naukovi i praktychni aspekty ahropromyslovoho vyrobnytstva ta Rozvytku Silskykh Rehioniv*, 50–54. [In Ukrainian].
13. Kalenska, S. M., & Yehupova, T. V. (2008). Vplyv rehulyatoriv rostu roslin na morfo fiziologichni parametry posiviv, produktyvnist ta strukturu vrozhayu trytykale ozymoho. *Naukovyy Visnyk Ahraryoho Universytetu*, 123, 36–46. [In Ukrainian].
14. Trofymovskaya, A. Ya. (1972). *Yachmen (evolyutsyya, klasyfikatsyya, selektsyya)*. Leningrad: Kolos. [In Russian].
15. Barsukova, O. A. (2004). Ahroklimatechni resursy produktyvnosti yaroho yachmenyu v Ukrayini. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa State Ecological University, Odessa [In Ukrainian].
16. Vasylykivskyy, S. P., & Hudzenko, V. M. (2011). Otsinka adaptivnoho potentsialu yachmenyu yaroho za produktyvnoyu kushchystystyu. *Ahrobiolohiya*, 6 (86), 138–144. [In Ukrainian].
17. Kozar, S. F. (2000). Biologichni elementy tekhnolohiyi vyroshchuvannya ozymoyi pshenytsi, yaroho yachmenyu i vivsa v umovakh Polissya Ukrayiny. *Extended abstract of candidate's thesis*. Institute of Agriculture UAAS, Kyiv [In Ukrainian].
18. Tsekhmeystruk, M. H. (2001). Urozhay i yakist zerna vivsa zalezho vid tekhnolohiyi vyroshchuvannya v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrayiny. *Extended abstract of candidate's thesis*. Institute of Agriculture UAAS, Kyiv [In Ukrainian].
19. Chekurov, V. M. (2003). Novyye regulatory rosta rasteniy. *Zashchita i Karantin Rasteniy*, 9, 20–21. [In Russian].
20. Vakulenko, V. V. (2004). Regulatory rosta. *Zashchita i Karantin Rasteniy*, 1, 24–26. [In Russian].

Стаття надійшла до редакції: 06.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Іщенко В. А. Вплив застосування регуляторів росту на урожайність та формування елементів продуктивності рослин ячменю ярого в умовах степової зони України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 81–85.

© Іщенко Віталій Анатолійович, 2021



original article | UDC 633.11«324»:631.55/.526.3/.582 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.11

FORMATION OF YIELD STRUCTURE ELEMENTS IN DIFFERENT VARIETIES
OF WINTER WHEAT DEPENDING ON GROWING CONDITIONS

M. V. Yerashova

ORCID  [0000-0002-6799-9483](https://orcid.org/0000-0002-6799-9483)

State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, 14, Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49009, Ukraine
E-mail m.erashova@gmail.com

How to Cite

Yerashova, M. V. (2021). Formation of yield structure elements in different varieties of winter wheat depending on growing conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 86–92. doi: 10.31210/visnyk2021.02.11

The article presents the analysis results of yield structure elements of Kokhanka, Misiya Odeska and Pylypivka winter wheat varieties, which were sown after black fallow (at the background of pre-sowing application of $N_{30}P_{60}K_{30}$ complete fertilizer) and after spring barley ($N_{60}P_{60}K_{30}$) with further crops additional fertilizing with N_{60} locally after both predecessors at the end of plants tillering phase. The research was conducted in 2016–2018 at the State Enterprise “Experimental Farm “Dnipro” affiliated with the State Establishment “Institute of Grain Crops of the NAAS” in the crop rotation chain of black fallow – winter wheat – spring barley – winter wheat. It was established that during all the years of the research after black fallow, in comparison with crops after spring barley, such indicators as plant height and productive plant stand density were higher. Thus, during winter wheat cultivation after black fallow, the plants height in Kokhanka variety varied between 79.9–85.3 cm depending on the research year, Misiya Odeska variety – 86.2–89.0 cm; and in Pylypivka variety it was the largest – 95.7–105.6 cm. After spring barley, this indicator value according to the variety was equal to 70.0–76.1; 76.5–77.9 and 81.2–89.9 cm. Productive stems number per 1 m² in Kokhanka variety grown after black fallow varied depending on the years of the research in the range of 561.5–643.0 pcs., in Misiya Odeska variety – 507.2–612.6, and in Pylypivka variety – 556.6–644.5 pcs. After stubble predecessor, the values of this indicator decreased by 139.5–249.3 pcs.; 72.7–204.0 pcs.; and 72.7–204.0 pcs., respectively, depending on the variety. According to the experimental data, in 2016, as compared with other years, winter wheat plants after both predecessors formed the largest number of grains in the ear (up to 33.9–43.6 pcs. after black fallow and 39.5–50.0 pcs. after spring barley), but thousand-kernel weight was the lowest, especially after non-fallow predecessor (27.9–33.9 g). On the whole, in 2016, the maximum indicators of biological yield were formed; they amounted to 730.9–855.1 g/m² after black fallow, depending on the variety, and 564.5–653.3 g/m² after spring barley. At cultivating winter wheat after black fallow each year, different varieties prevailed in terms of biological yield. At the same time, after spring barley, the best results during all years of the research were obtained when Pylypivka variety was used.

Key words: winter wheat, variety, predecessor, yield structure elements, productive plant stand density, grain weight per ear, thousand-kernel weight, biological yield.

ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЙНОСТІ РІЗНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ**М. В. Єрашова**

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

У статті наведено результати аналізу елементів структури врожайності сортів пшениці озимої Коханка, Місія одеська та Пилипівка, які висівали по чорному пару (на фоні передпосівного внесення повного добрива $N_{30}P_{60}K_{30}$) та після ячменю ярого ($N_{60}P_{60}K_{30}$) з подальшим підживленням посівів після обох попередників наприкінці фази куціння рослин N_{60} локально. Дослідження проводили 2016–2018 рр. у Державному підприємстві «Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур НААН у ланці сівозміни чорний пар – пшениця озима – ячмінь ярий – пшениця озима. Виявлено, що у всі роки досліджень по чорному пару порівняно з посівами після ячменю ярого більшими були такі показники, як висота рослин та густина продуктивного стеблостою. Так, за умови вирощування пшениці озимої по чорному пару висота рослин у сорту Коханка залежно від року досліджень варіювала в межах 79,9–85,3 см, сорту Місія одеська – 86,2–89,0 см, а сорту Пилипівка була найбільшою та становила 95,7–105,6 см. Після ячменю ярого значення цього показника відповідно до сорту дорівнювали 70,0–76,1; 76,5–77,9 та 81,2–89,9 см. Кількість продуктивних стебел із розрахунку на 1 м^2 у сорту Коханка при вирощуванні по чорному пару змінювалася залежно від років досліджень у межах 561,5–643,0 шт., у сорту Місія одеська – 507,2–612,6, а в сорту Пилипівка – 556,6–644,5 шт. Після стерньового попередника значення цього показника відповідно до сортів зменшувалися на 139,5–249,3 шт.; 72,7–204,0 шт. та 72,7–204,0 шт. За експериментальними даними, в умовах 2016 р. порівняно з іншими у рослин пшениці озимої після обох попередників закладалося найбільше зерен у колосі (до 33,9–43,6 шт. по чорному пару та 39,5–50,0 шт. після ячменю ярого), але маса 1000 зерен була найменшою, особливо після непарового попередника (27,9–33,9 г). Загалом 2016 р. формувалися максимальні показники біологічної врожайності, які становили по чорному пару залежно від сортів 730,9–855,1, а після ячменю ярого – 564,5–653,3 г/м². При вирощуванні пшениці озимої по чорному пару кожного року за рівнем біологічної врожайності мали перевагу різні сорти. Водночас після ячменю ярого кращі результати у всі роки досліджень одержували при використанні в посівах сорту Пилипівка.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, попередник, елементи структури врожайності, густина продуктивного стеблостою, маса зерна з колосу, маса 1000 зерен, біологічна врожайність.

Вступ

Зернове господарство – основна галузь сільськогосподарського виробництва. Велике значення у збільшенні виробництва зерна має пшениця озима. Вона є однією з найбільш цінних зернових культур, а за врожайністю та збором продовольчого зерна посідає перше місце серед інших [1–4].

Важливими показниками структури врожайності озимих зернових культур є кількість продуктивних стебел на одиницю площі, довжина і озерненість колоса, кількість у колосі колосків. Стосовно кількості продуктивних стебел, то чим їх більше, тим, як правило, вищий урожай. Але на біологічну врожайність пшениці озимої впливають не тільки густина продуктивного стеблостою, а й продуктивність колоса, яка визначається такими елементами структури, як кількість зерен у колосі і маса 1000 зерен. Доведено, що оптимальний розвиток структурних елементів продуктивності зернових колосових культур, і зокрема пшениці озимої, пов'язаний з певними фазами розвитку рослин [5–7, 26].

Розміри колоса починають закладатися вже на 3-му етапі органогенезу. Довжина – важливий елемент продуктивності колоса, вона тісно пов'язана з погодними умовами і змінюється залежно від сортових особливостей [8–10]. Але за даними низки дослідників чіткої залежності врожайності зернових від довжини колоса не спостерігається [12, 13].

Початок виходу у трубку – це критичний період для озимих із забезпечення рослин вологою і живленням, від чого залежить кількість зернин у колосі [9]. Озерненість колоса насамперед визначається кількістю колосків. Чим більше колосків, тим більше зерен у колосі і маса зерна з одного колоса, а отже, вищий урожай [14–16]. Проте, розглядаючи структурні елементи врожаю, які входять до складу колоса, виникає низка логічних запитань. Так, якщо колоски в колосі розміщуються нещільно,

то навіть у разі його значної довжини озерненість колоса буде невелика. На формування продуктивності колосу значною мірою впливає розвиток шкідників на культурі [5, 9, 16].

Велике значення у структурі врожаю має маса 1000 зерен. Вона є сортовою ознакою, на яку можуть впливати погодні умови, а також агротехнічні прийоми вирощування. Маса зернівки закладається і формується у стислі терміни і зменшення цього показника не може бути компенсовано жодними іншими елементами врожаю [11, 14–17].

І на інші структурні показники, які забезпечують формування врожаю, істотно впливає низка факторів: режим живлення, біологічні особливості сорту та погодні умови. Під впливом мінеральних добрив зростає як загальна кількість стебел, так і продуктивних. Важлива роль у ефективному використанні добрив належить сорту [18, 19]. Внесення добрив позитивно впливає на число колосків у колосі і на кількість зерен у колосі. Озерненість колоса і загальна кустистість перебувають у зворотній залежності один від одного, тому що на створення вегетативної маси витрачається велика кількість елементів живлення, і до часу формування колоса їхній вміст у найбільш розкущених рослинах стає недостатнім для повноцінного формування врожаю [20, 21].

Кількість зерен у колосі зростає при розміщенні пшениці озимої після кращих попередників, сівбі в оптимальні строки, зменшенні норми висіву насіння до 3,0–4,0 млн шт./га [21]. Строки сівби також впливають на структуру врожаю. Чим пізніше висівають пшеницю озиму, тим меншою є кількість зерен у колосі, тоді як маса 1000 зерен може збільшуватися [22, 23].

За даними В. М. Юли та К. М. Олійника, а також J. Macholdt та B. Nonermeier, високої продуктивності посівів пшениці озимої можна досягти лише за умови оптимального співвідношення між складниками продуктивності, які закладаються на ранніх етапах розвитку рослин і формуються у процесі вегетації [24, 25].

Метою досліджень було виявити особливості формування елементів структури врожайності різних сортів пшениці озимої залежно від погодних умов та попередників у Північному Степу.

Завдання дослідження передбачали визначити висоту рослин, кількість продуктивних стебел на одиницю площі, довжину колоса, кількість у колосі колосків та зерен, масу зерна з колосу, масу 1000 зерен, біологічну врожайність різних сортів пшениці озимої по чорному пару та після ячменю ярого в неоднакові за погодними умовами роки.

Матеріали і методи досліджень

Досліди з пшеницею озимою закладали у Державному підприємстві «Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур НААН упродовж 2016–2018 рр. у ланці сівоzmіни чорний пар – пшениця озима – ячмінь ярий – пшениця озима. Сівбу пшениці озимої проводили по чорному пару (за умови передпосівного внесення повного добрива $N_{30}P_{60}K_{30}$) та після ячменю ярого ($N_{60}P_{60}K_{30}$) лабораторною сівалкою СН-16. Спосіб сівби – суцільний рядковий, глибина загортання насіння 5–6 см. Норми висіву насіння – 5 млн шт./га. Висівали пшеницю озиму 20 вересня у триразовій повторності. Ділянки розміщували послідовно, систематичним способом, загальна площа посівної ділянки – 40 м², облікової – 30 м².

Для вивчення та аналізу окремих елементів структури врожаю перед збиранням у варіанті, де на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив проводили підживлення посівів наприкінці фази кушіння рослин N_{60} локально, відбирали у чотирьох повтореннях сноповий матеріал трьох сортів пшениці озимої: Коханка (ДУ Інститут зернових культур НААН), Місія одеська та Пилипівка (Селекційно-генетичний Інститут НААН).

Результати досліджень та їх обговорення

Вплив гідротермічних чинників у період вегетації значною мірою обумовлює ріст і розвиток рослин пшениці озимої, умови її загартовування та перезимівлі, формування урожайності та якості зерна. Екстремальними для озимих зернових культур виявилися погодні умови осіннього періоду 2015/16 вегетаційного року (в. р.). через тривалу атмосферну та ґрунтову посуху після непарових попередників насіння пшениці озимої почало проростати лише у грудні, а на час відновлення весняної вегетації, яке відбулося 1 березня, посіви перебували у фазі шилець – 2 листків. Але потім встановилася тепла, достатньо волога погода у квітні та травні, коли за місяць випало 104,2 мм опадів, що на 58,2 мм більше кліматичної норми. Раннє відновлення вегетації рослин та відповідні погодні умови сприяли значному покращенню стану посівів пшениці озимої після ячменю ярого в

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

дослідах, і різниця в рості та розвитку рослин по чорному пару та після стерньового попередника на час колосіння не була вже такою контрастною.

Серед несприятливих для пшениці озимої метеорологічних явищ упродовж 2016/17 в. р. варто відмітити заморозки та випадання снігу у другій та третій декадах квітня, а 2017/18 в. р. – нерівномірний розподіл опадів упродовж весняно-літньої вегетації рослин.

Аналіз структури врожайності показав, що за умови вирощування по чорному пару порівняно з непаровим попередником у сортів пшениці озимої, які вивчали в досліді, у всі три роки досліджень більшими були такі показники, як висота рослин та густота продуктивного стеблостою. Так, за умови вирощування пшениці озимої по чорному пару висота рослин у сорту Коханка залежно від року досліджень варіювала в межах 79,9–85,3 см, сорту Місія одеська – 86,2–89,0 см, а сорту Пилипівка була найбільшою та становила 95,7–105,6 см. Після ячменю ярого значення цього показника становили відповідно до сорту 70,0–76,1; 76,5–77,9 та 81,2–89,9 см (табл. 1, 2).

1. Структурні показники врожайності різних сортів пшениці озимої за умови вирощування по чорному пару

Показник	Сорт		
	Коханка	Місія одеська	Пилипівка
2016 р.			
Висота рослин, см	79,9	88,1	95,7
Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	562,2	577,8	556,6
Довжина колосу, см	7,7	8,0	7,5
Кількість у колосі колосків, шт.	15,6	16,1	15,7
Кількість у колосі зерен, шт.	35,5	43,6	33,9
Маса зерна з колосу, г	1,30	1,48	1,41
Маса 1000 зерен, г	34,5	33,4	40,7
Біологічна врожайність, г/м ²	730,9	855,1	784,8
2017 р.			
Висота рослин, см	84,9	86,2	103,7
Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	561,5	507,2	558,0
Довжина колосу, см	7,8	7,0	7,2
Кількість у колосі колосків, шт.	14,9	12,5	13,9
Кількість у колосі зерен, шт.	30,7	28,2	30,5
Маса зерна з колосу, г	1,34	1,23	1,38
Маса 1000 зерен, г	43,7	44,6	44,4
Біологічна врожайність, г/м ²	752,4	623,8	770,1
2018 р.			
Висота рослин, см	85,3	89,0	105,6
Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	643,0	612,6	644,5
Довжина колосу, см	7,9	6,8	7,3
Кількість у колосі колосків, шт.	15,6	13,5	15,1
Кількість у колосі зерен, шт.	30,5	30,4	28,1
Маса зерна з колосу, г	1,19	1,19	1,21
Маса 1000 зерен, г	39,8	41,2	42,9
Біологічна врожайність, г/м ²	765,2	767,0	741,2

Кількість продуктивних стебел із розрахунку на 1 м² у сорту Коханка при вирощуванні по чорному пару змінювалася залежно від років досліджень у межах 561,5–643,0 шт., у сорту Місія одеська – 507,2–612,6, а в сорту Пилипівка – 556,6–644,5 шт. Після стерньового попередника значення цього показника відповідно до сортів зменшувалися на 139,5–249,3 шт.; 72,7–204,0 шт. та 72,7–204,0 шт.

За експериментальними даними, в умовах вегетації 2015/16 р. порівняно з іншими роками після обох попередників у рослин пшениці озимої було закладено найбільше продуктивних колосків у колосі та зерен у колосі. Так, за умови сівби по чорному пару кількість продуктивних колосків у

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

середньому на один колос у сорту Коханка становила 15,6 шт., зерен у колосі було 35,5 шт.; у сорту Місія одеська ці показники дорівнювали відповідно 16,1 та 43,6 шт., а в сорту Пилипівка – 15,7 та 33,9 шт. При вирощуванні пшениці озимої після ячменю ярого максимальні значення цих показників відмічали в сорту Коханка, а саме 17,6 колосків та 50 шт. зерен. У сорту Місія одеська в середньому на один колос сформувалося 15,6 колосків та 39,5 зерен, а в сорту Пилипівка – відповідно до показника 16,4 та 39,5 шт.

2. Структурні показники врожайності різних сортів пшениці озимої за умови вирощування після ячменю ярого

Показник	Сорт		
	Коханка	Місія одеська	Пилипівка
2016 р.			
Висота рослин, см	74,8	76,5	81,2
Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	422,7	499,6	483,9
Довжина колосу, см	8,8	7,7	7,8
Кількість у колосі колосків, шт.	17,6	15,6	16,4
Кількість у колосі зерен, шт.	50,0	39,5	39,5
Маса зерна з колосу, г	1,53	1,13	1,35
Маса 1000 зерен, г	31,2	27,9	33,9
Біологічна врожайність, г/м ²	646,7	564,5	653,3
2017 р.			
Висота рослин, см	76,1	77,9	89,9
Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	401,4	425,8	423,5
Довжина колосу, см	7,4	7,1	6,7
Кількість у колосі колосків, шт.	14,1	13,1	13,3
Кількість у колосі зерен, шт.	28,0	26,6	28,4
Маса зерна з колосу, г	1,15	1,13	1,20
Маса 1000 зерен, г	41,0	40,4	44,4
Біологічна врожайність, г/м ²	461,6	481,2	508,2
2018 р.			
Висота рослин, см	70,0	71,1	83,4
Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	393,7	381,5	440,5
Довжина колосу, см	7,4	6,8	7,1
Кількість у колосі колосків, шт.	14,6	13,2	14,9
Кількість у колосі зерен, шт.	33,4	28,6	30,5
Маса зерна з колосу, г	1,26	1,09	1,17
Маса 1000 зерен, г	37,9	37,6	38,9
Біологічна врожайність, г/м ²	496,1	415,8	515,4

Але потрібно зазначити, що маса зерна з колосу визначається не лише кількістю зерен, але й крупністю зерна. В умовах 2016 р. маса 1000 зерен пшениці озимої була меншою, ніж у інші роки досліджень, і особливо вона була низькою після непарового попередника, де становила залежно від сорту 27,9–33,9 г. Необхідно відмітити, що в сорту Пилипівка серед інших формувалося, як правило, крупніше зерно.

Біологічна врожайність, яка визначається двома показниками: кількістю продуктивних стебел на одиницю площі та масою зерна з колосу при вирощуванні пшениці озимої по чорному пару варіювала залежно від сортів та років досліджень у межах 623,8–855,1 г/м², та була найбільшою 2016 р. у сорту Місія одеська. Після ячменю ярого в умовах цього року вона становила залежно від сортів 564,5–653,3 г/м², і, навпаки, вищою була у сортів Пилипівка та Коханка, у яких формувалося крупніше зерно порівняно з сортом Місія одеська.

2017 та 2018 рр. рівень біологічної врожайності по чорному пару в сортів Місія одеська та Пилипівка був нижчий порівняно з 2016 р. відповідно до сортів на 231,3 і 88,1 г/м² та на 14,7 та 19,4 г/м², а в сорту

Коханка, навпаки, вищий на 21,5 та 34,3 г/м². Після ячменю ярого біологічна врожайність усіх сортів у ці роки була нижчою, ніж 2016 р., та становила 2017 р. 461,6–508,2, а у 2018 р. – 415,8–515,4 г/м².

Висновки

Формування структурних показників врожайності пшениці озимої в роки досліджень залежало від погодних умов упродовж вегетації рослин, сортів, попередників. При вирощуванні пшениці озимої по чорному пару порівняно з посівами після ячменю ярого більшими були такі показники, як висота рослин та густина продуктивного стеблостою. В умовах, які склалися 2016 р., закладалася найбільша кількість зерен у колосі (до 33,9–43,6 шт. по чорному пару та 39,5–50,0 шт. після ячменю ярого), але маса 1000 зерен була найменшою, особливо після непарового попередника (27,9–33,9 г). Загалом 2016 р. формувалися максимальні показники біологічної врожайності та становили по чорному пару залежно від сортів 730,9–855,1, а після ячменю ярого – 564,5–653,3 г/м². При вирощуванні пшениці озимої по чорному пару кожного року за рівнем біологічної врожайності мали перевагу різні сорти. Водночас після ячменю ярого кращі результати у всі роки досліджень одержували при використанні в посівах сорту Пилипівка.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень можуть бути використані при розробці науково-практичних робіт, спрямованих на підвищення реалізації генетичного потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці озимої після різних попередників в умовах степової зони.

References

1. Dorofiev, O. V. (2020). Napriamy naroshchennia eksportnoho potentsialu pidpriemstv zernovoi haluzi Ukrainy. *Ukrainskyi Zhurnal Prykladnoi Ekonomiky*, 2 (5), 197–205. doi: 10.36887/2415-8453-2020-2-24 [In Ukrainian].
2. Lapin, M. M. (1967). *Rastenievodstvo*. Selhozgiz: Moskva [In Russian].
3. Zubec, M. V. (2010). *Naukovi osnovi agropromislovogo virobnictva v zoni Stepu Ukrainy*. Kyiv: Agrarna nauka [In Ukrainian].
4. Shelepov, V. V., Malasaj, V. M., & Penzev, A. F. (2004). *Morfologiya, biologiya, khozyajstvennaya cennost pshenicy*. Mironovka [In Ukrainian].
5. Hodanickij, V., & Hodanicka, O. (2017). Formuvannya produktivnosti kolosa v zernovikh. *Propoziciya*, 4, 78–80. [in Ukrainian].
6. Gasanova, I. I., Astakhova, Ya. V., & Pedash, A. A. (2020). Osobennosti formirovaniya struktury urozhajnosti ozimoy pshenicy v usloviyakh severnoj Stepі Ukrainy. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Pashkany [In Russian].
7. Nazarenko, M. M., & Gorshchar, V. I. (2019). Minlivist za vrozhajnistyu ta yakistyu zerna kolekcii sortiv pshenicy ozimoyi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 108–115. doi: 10.31210/visnyk2019.01.12 [In Ukrainian].
8. Skromnij, S., & Antomonova, L. (2018). Mikroelementi vryatuyut urozhaj abo yak vporatis z naslidkami spekotnoi vesni. *Zerno*, 5 (146), 72–88 [In Ukrainian].
9. Likhochvor, V. (2013). Optimalni parametri strukturi vrozhayu ozimoyi pshenicy. *Agronomiya Sogodni*, Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/292-optymalni-parametry-struktury-vrozhaiu-ozymoi-pshenytsi> [In Ukrainian].
10. Kucenko, O. M., Lyashenko, O. V., & Kalantaj, O. O. (2008). Vpliv poperednikiv na produktivnist posiviv ozimoyi pshenicy v umovakh Livoberezhnogo Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 50–53 [in Ukrainian].
11. Zecevic, V., Boskovic, J., Knezevic, D., & Micanovic, D. (2014). Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74 (1), 23–28. doi: 10.4067/s0718-58392014000100004
12. Shakalij, S. M., & Laslo, O. O. (2018). Upravlinnya formuvanniam produktivnosti pshenicy ozimoyi za optimizacii sistemi udobrennya. *Materiali VI nauково-praktichnoyi internet-konferenciyi*. Poltava: Rvv. PDAA [In Ukrainian].
13. Lukyanenko, P. P. (1990). *Izbrannye trudy*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
14. Motornij, V. A. (2013). Formuvannya elementiv strukturi vrozhayu pshenicy ozimoyi zalezchno vid strokiv sivby. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnogo Naukovoho Tsentru*, 3–4, 46–52 [In Ukrainian].

15. Drobysh, A. V., & Tarukhno, G. I. (2017). Elementy struktury urozhajnosti perspektivnykh sortoobrazcov ozimoy myagkoj pshenicy. *Vestnik Belorusskoj Gosudarstvennoj Selskokhozyajstvennoj Akademii*, 4, 57–60. [In Russian].
16. Nekrasov, E. I., Marchenko, D. M., Rybas, I. A., Ivanisov, M. M., Grichanikova, T. A., & Romanyukina, I. V. (2018). Izuchenie urozhajnosti i ehlementov ee struktury u sortov ozimoy myagkoj pshenicy po predshestvenniku podsolnechnik. *Zernovoe Khozyajstvo Rossii*, 6 (60), 46–49. doi: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-46-49 [In Russian].
17. Zhemela, G. P., Barabolya, O. V., Tatarko, Yu. V., & Antonovskij, O. V. (2020). Vpliv sortovikh osoblivostej na yakist zerna pshenici ozimoyi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03 [In Ukrainian].
18. Smirnova, I. V. (2015). Urozhajnist ta yakist sortiv pshenici ozimoyi zalezno vid umov mineralnogo zhivlennya. *Naukovi Praci. Ekologiya*, 244 (256), 81–84. [In Ukrainian].
19. Gamayunova, V. V., & Smirnova, I. V. Vpliv sortovikh osoblivostej ta fonu zhivlennya na formuvannya elementiv strukturi i vrozhajnosti zerna pshenici ozimoyi. Mikolayivskij nacionalnij agrarnij universitet. Retrieved from: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3649/1/gamayunova_valentina_1.pdf [In Ukrainian].
20. Bozhkov, D. V., & Biryukova, O. A. (2012). Vliyanie kompleksnykh udobrenij na rost, razvitie i urozhajnost ozimoy pshenicy na chernozeme obyknovennom karbonatnom Rostovskoj oblasti. *Pitanie Rastenij*, 3, 2–5. [In Russian].
21. Lihochvor, V. V. (2004). Agrobiologichni osnovi formuvannya vrozhayu pshenici ozimoyi v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Extended abstract of doctor's thesis*. Institut zemlerobstva NAAN, Kyiv [In Ukrainian].
22. Chugrij, G. A. (2019). Formuvannya produktivnosti sortiv pshenici ozimoyi zalezno vid strokiv sivbi v umovakh Doneckoyi oblasti. *Tavrijskij Naukovij Visnik*, 107, 178–185. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.24 [In Ukrainian].
23. Gusenkova, O. V., & Tishchenko, V. M. (2018). Formuvannya i minlivist strukturnih elementiv urozhajnosti pshenici ozimoyi v umovah kontrolovanogo seredovishcha. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 100–103. doi: 10.31210/visnyk2018.04.14 [In Ukrainian].
24. Yula, V. M., & Olijnik, K. M. (2013). Upravlinnya produkciynimi procesami pshenici za agrobiologichnim kontrolem rozvitku elementiv produktivnosti. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru*, 3–4, 36–45. [In Ukrainian].
25. Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Yield Stability in Winter Wheat Production: A Survey on German Farmers and Advisors Views. *Agronomy*, 7 (3 (45)), 1–18. doi: 10.3390/agronomy7030045
26. Harasim, E., Wesolowski, M., Kwiatkowski, C., Harasim, P., Staniak, M., & Feledyn-Szewczyk, B. (2016). The contribution of yield components in determining the productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agrobotanica*, 69 (3), 1–10. doi: 10.5586/aa.1675

Стаття надійшла до редакції: 09.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Єрашова М. В. Формування елементів структури врожайності різних сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 86–92.

© Єрашова Маргарита Валеріївна, 2021

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

original article | UDC 631.4;911.6. | doi: 10.31210/visnyk2021.02.12

CHANGES IN AGRO-PHYSICAL PROPERTIES OF ORDINARY BLACK SOIL
AT LONG-TERM LAND USE AND ECONOMIC INCENTIVES FOR ITS RECOVERYS. M. Kramarov¹ORCID [id 0000-0002-0263-298X](https://orcid.org/0000-0002-0263-298X)L. P. Bandura^{1*}ORCID [id 0000-0003-0479-4162](https://orcid.org/0000-0003-0479-4162)S. F. Artemenko²ORCID [id 0000-0003-3473-6385](https://orcid.org/0000-0003-3473-6385)O. S. Kramarov²ORCID [id 0000-0002-0350-6213](https://orcid.org/0000-0002-0350-6213)P. V. Pysarenko³ORCID [id 0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)¹ Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, 25, Sergey Efremov Str., Dnipro, 49600, Ukraine² SE Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, 14, Volodymyra Vernadskoho Str.,
Dnipro, 49009, Ukraine³ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: bandura.l.p@dsau.dp.ua

How to Cite

Kramarov, S. M., Bandura, L. P., Artemenko, S. F., Kramarov, O. S., &
Pysarenko, P. V. (2021). Changes in agro-physical properties of ordinary black soil
with long-term land use and economic incentives for its recovery. *Bulletin of Poltava
State Agrarian Academy*, (2), 93–106. doi: 10.31210/visnyk2021.02.12

Ordinary black soils, unlike other subtypes of soils, are characterized by rather favorable agro-physical properties for cultivating crops. However, as a result of long-term agricultural use, the agro-physical properties of ordinary black soils begin to deteriorate. This is primarily connected with the fact that soil resources are considered as a source and means of making profit, without concern for the protection, preservation and reproduction of their agro-physical and agrochemical indicators. Thus, the primary natural value – the fertility of ordinary black soils is gradually being lost. At present, the rental use of land resources has led to negative consequences that are observed in land management: the spreading of erosion processes, low land productivity, catastrophic loss of humus from the soil and intensive physical degradation of indicators. Physical degradation results in over-compaction of the soil, loss of structure, deterioration of quality, formation of clods, crusts and cracks on the surface, and at the base of the arable layer – the plow pan. The main cause of physical degradation is excessive mechanical loading on the soil caused by heavy agricultural machinery, long-term use of traditional moldboard tillage, violation of crop rotations and excessive row crops' growing, loss of humus, etc. All this is confirmed by the data of conducted comprehensive comparative assessment of agro-physical properties of ordinary black soils on arable land in comparison with characteristics of virgin land plots. The parameters of agro-physical soil properties were determined according to the existing standard methods. Agrarian science and practice have developed various measures for prevention and elimination of degradation, which makes the existing problem quite solvable at high culture of land use and new technical implements of soil tillage. Therefore, the National Action Plan to Combat Degradation and Desertification (p. 28) envisages the achievement of land degradation neutrality, recognized as one of the key objectives of Ukraine's sustainable development for the period to 2030. However, the issues related to the search for economic incentives for measures to stop further development and spreading of degradation processes in the soil remain unsolved. New economic incentives for producers to improve the agro-physical properties of ordinary black soils have been proposed.

Key words: soil, degradation, structure, density, clods, crust, soil profile.

ЗМІНИ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО ЗА УМОВИ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА ЕКОНОМІЧНЕ СТИМУЛЮВАННЯ ЇХНЬОГО ВІДНОВЛЕННЯ

С. М. Крамарьов¹, Л. П. Бандура¹, С. Ф. Артеменко², О. С. Крамарьов², П. В. Писаренко³

¹ Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

² ДУ Інститут зернових культур НААН України, м. Дніпро, Україна

³ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Чорноземи звичайні на відміну від інших підтипів ґрунтів відрізняються доволі сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур агрофізичними властивостями. Однак у результаті тривалого сільськогосподарського використання агрофізичні властивості чорноземів звичайних з часом погіршуються. Це насамперед пов'язано з тим, що нині ґрунтові ресурси розглядають як джерело і засіб одержання прибутку, без турботи про охорону, збереження та відтворення їхніх агрофізичних та агрохімічних показників. Отже, первинна природна цінність – родючість чорноземів звичайних поступово втрачається. На сьогоднішнє використання земельних ресурсів призвело до негативних тенденцій, які спостерігаються в землекористуванні: поширення ерозійних процесів, низька продуктивність земель, катастрофічні втрати гумусу з ґрунту та інтенсивна фізична деградація показників. Фізична деградація призводить до переущільнення ґрунту, втрати структури, погіршення якості, утворення на поверхні глибоких тріщин, і в основі орного шару – плужної підшови. Основною причиною виникнення фізичної деградації є перевищення рівня механічного навантаження на ґрунт у разі використання важкої сільськогосподарської техніки, тривалого застосування традиційного відвального обробітку ґрунту, порушення сівозмін та надмірного насичення їх просапними культурами, втрати гумусу та ін. Усе це підтверджується даними проведеної всебічної порівняної оцінки агрофізичних властивостей чорноземів звичайних на ріллі порівняно з характеристиками цілинних ділянок. Параметри агрофізичних властивостей ґрунту визначали за існуючими стандартними методиками. Аграрна наука і практика розробили різноманітні заходи щодо запобігання і усунення деградації, що робить наявну проблему цілком вирішуваною за умов високої культури землекористування і нових технічних знарядь обробітку ґрунту. Тому Національний план дій щодо боротьби з деградацією та опустелюванням (п. 28) передбачає досягнення нейтрального рівня деградації земель, що визнано однією із пріоритетних цілей сталого розвитку України на період до 2030 року. Однак ще не розв'язаними залишаються питання, пов'язані з пошуками шляхів проведення економічного стимулювання заходів із припинення подальшого розвитку і поширення деградаційних процесів у ґрунті. Запропоновано нові економічні важелі стимулювання товаровиробників на поліпшення агрофізичних властивостей чорноземів звичайних.

Ключові слова: ґрунт, деградація, структура, щільність, брили, кірка, ґрунтовий розріз.

Вступ

На сучасному етапі розвитку України найбільш важливою еколого-економічною проблемою в аграрному секторі економіки є питання раціонального використання земельних ресурсів, оскільки саме цей показник може вирішити не тільки завдання щодо економічної безпеки, але й зняти питання продовольчої безпеки регіонів і країни загалом [1]. До системи економічного розвитку будь-якої держави включено раціональне використання ґрунтових ресурсів, що є основною умовою зростання обсягів виробництва сільськогосподарської продукції [1, 30]. Одним зі шляхів підвищення ефективності використання ґрунтів в аграрному виробництві є розв'язання проблеми відновлення втраченої їх родючості. Адже родючість ґрунтів сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і поліпшенню біохімічних показників якості вирощеної продукції [6, 18].

В умовах сьогодення проблема стану ґрунтового покриву, його деградації в Україні вже загально-визнана та включає цілу низку чинників [5]. Реалії часу переконливо свідчать про те, що деградаційні процеси, спричинені антропогенним впливом на ґрунти під час їх сільськогосподарського використання, які нині вже охопили весь світ та не минули й Україну. Ця проблема виникла, передусім, через недотримання науково обґрунтованої сівозміни та тривалого застосування традиційного відвального обробітку ґрунту, а довготривала його експлуатація із застосуванням різних агротехнічних засобів призвела до суттєвих змін його властивостей [2, 5]. Особливу актуальність це питання набуває в умовах інтенсивного та тривалого землекористування.

На фоні тривалого реформування земельних відносин істотно змінилась структура земельних угідь і були ліквідовані зональні науково-обґрунтовані сівозмінні. На зміну розпочали короткоротаційні сівозмінні, насичені комерційними культурами, зокрема соняшником, що сприяло інтенсивному розвитку деградаційних процесів [17]. Використовувана в умовах сьогодення суто мінеральна система удобрення створює сприятливі умови для мінералізації органічної речовини ґрунту через з їх кислу природу і це призводить до значних втрат загального гумусу, а переважання в номенклатурі добрив азотних туків – прямий шлях до декальцинації і дегуміфікації ґрунту [18].

Деградація ґрунтового покриву супроводжується порушенням співвідношень агроценозів і природних угідь та недотриманням закону повернення відшкодованих біогенних елементів [21]. Ці фактори мали негативний вплив і на низку показників агрофізичних властивостей ґрунту [27]. Повсюдно у ґрунтах спостерігається втрата потужності профілю, а також знеструктурення і переущільнення [27]. Насамперед негативний вплив діяльності людини позначився на фізичних властивостях і вмісті органічної частини ґрунту. Особливо це стосується найбільш родючих і значно розораних чорноземних ґрунтів, які є національним багатством та запорукою стабільної прибутковості економіки України і які займають 60 % орних земель держави, а їхня загальна площа становить 26 млн га [1, 6, 18, 21]. Серед їх підтипів найбільшу площу, майже 10 млн га, займають чорноземи звичайні, які за агрофізичними властивостями на відмінну від інших підтипів ґрунтів є найбільш сприятливими для вирощування всіх сільськогосподарських культур. Визначальними факторами формування агрофізичних властивостей цих ґрунтів є ґрунтові породи, представлені лесами і лесовидними суглинками, а також відносно високий вміст гумусу, який відіграє роль цементу при створенні водостійких структурних агрегатів [2].

Завдяки своїй високій родючості ці ґрунти в нашій державі майже на 80% розорані і в результаті тривалого періоду їх експлуатації людиною із застосуванням різних технічних і хімічних засобів вони зазнали суттєвих змін агрофізичних властивостей, що врешті-решт призвело до виникнення розвитку в них деградаційних процесів. Повсюдно в них спостерігається втрата потужності профілю, а також знеструктурення і переущільнення, що є причиною розвитку посух, ерозії та деградаційних процесів. З вищенаведеного видно, що деградація ґрунту доволі серйозна проблема і аграрна наука перебуває в пошуку альтернативних технологій, покликаних загальмувати або й навіть призупинити розвиток цього негативного процесу. Тому Національний план дій щодо боротьби з деградацією та опустелюванням (п. 28) передбачає досягнення нейтрального рівня деградації земель, що визнано однією із пріоритетних цілей сталого розвитку України на період до 2030 року [7, 17]. І ось ще один парадокс: на фоні деградації чорнозему з його багатим мінералогічним складом і високим органо-енергетичним потенціалом, у низці країн Західної Європи штучно і вдало створюють високопродуктивні ґрунти із бідних кислих підзолистих та дерново-підзолистих, а іноді навіть з оглеєних ґрунтів. При цьому як еталон береться чорнозем України. Недарма в деяких країнах, у яких практично немає чорноземних ґрунтів, 2005 рік офіційно був проголошений роком чорнозему. В такому разі постає природне запитання: «Чому ж таки в нашій державі цим ґрунтам не приділяється належна увага?». Це, мабуть, пов'язано з тим, що, на перший погляд, ці негативні зміни, які відбулися у ґрунті за тривалий час, зовні не завжди помітні і тому не у всіх випадках викликають занепокоєння. Адже такі різючі зміни спочатку майже непомітні і побачити можна лише при проведенні моніторингових досліджень. Однак досліді такого характеру на сьогодні проведено не у всіх країнах. Тільки у США й Канаді (починаючи приблизно з 70-х років минулого століття), у Європі (з 90-х років), у Китаї (в окремих провінціях з 2000 р.) і деяких інших країнах налагоджено моніторинг [5, 33, 36, 40, 44]. До речі, варто відмітити, що і в європейських країнах, так само, як і в Україні, системних спостережень за змінами агрофізичних властивостей ґрунтів дуже обмаль [43]. Тому одним із напрямів розв'язання цієї проблеми є виконання порівняльної оцінки показників, які характеризують агрофізичні властивості ґрунту на цілих ділянках чорноземів звичайних та ріллі [2]. Тобто, для виявлення наявності негативних змін, що відбулися у ґрунті потрібно мати у своєму розпорядженні еталон із чітко фіксованими початковими показниками. Понад те, спостереження змін агрофізичних властивостей ґрунтів виконані на цілих ґрунтах, ніколи не були великомасштабними. Фактично єдиним джерелом інформації про наявність агрофізичної деградації ґрунтів можуть бути тільки результати порівняльних обстежень показників цілини і ріллі [17]. Тільки в такому разі зміни агрофізичної деградації ґрунтів стають помітними і на основі їхнього аналізу можна зробити об'єктивні висновки, що й слугувало основою для проведення наших наукових досліджень. Але поряд з констатуванням факту наявності

розвитку у ґрунті деградаційних процесів, потрібно впровадити у виробничих умовах рекомендації щодо призупинення їх подальшого розвитку.

Безумовно, сільськогосподарська наука вже розробила низку рекомендацій, завдяки виконанню яких можна призупинити подальший розвиток у ґрунтах деградаційних процесів [3, 27]. Згідно з цими рекомендаціями потрібно удосконалити агротехнології і насамперед знизити механічний вплив на ґрунт, який є одним із головних чинників погіршення його структурного складу [29]. Однак ще, на превеликий жаль, не розроблені економічні стимули, які би спонукали товаровиробників виконувати ці рекомендації [30, 31]. Через це виникла необхідність у розгляді наслідків агрофізичної деградації ґрунтів і розробці економічних стимулів до їх впровадження у виробничих умовах [31]. Оскільки проблеми економічного регулювання раціонального використання ґрунтів та пошук найбільш досконалого економічного механізму відновлення втраченої їх родючості і припинення подальшого розвитку деградаційних процесів набувають все більшої актуальності, тому розгляду цих питань і буде приділена належна увага в цій статті.

Мета роботи полягала у вивченні змін агрофізичних властивостей чорноземів звичайних, які відбулися під впливом тривалої дії на них антропогенних чинників та розробці способу економічного стимулювання відновлення втрачених агрофізичних параметрів.

Серед *завдань* досліджень: проведення порівняльної оцінки основних агрофізичних показників чорнозему звичайного на ріллі та цілині у ґрунтових розрізах глибиною 0–200 см з використанням стандартизованих методів проведення досліджень.

Матеріали і методи досліджень

Для формування порівняльної оцінки чорнозему звичайного за вмістом у ньому гумусу та основними агрофізичними показниками на цілині та ріллі на Ерастівській дослідній станції ДУ Інституту зернових культур НААН України провели дослідження з вивчення цих питань упродовж (2010–2016 рр.). Вивчення агрофізичних властивостей ґрунту проводили у тривалих стаціонарних дослідках на ґрунтових розрізах чорнозему звичайного, виконаних на ріллі та цілинних ділянках. За еталон чорнозему звичайного була обрана ділянка цілинного степу, який ще зберігся на території Ерастівської дослідної станції у П'ятихатському районі Дніпропетровської області на околицях села Байківка. Дослідження чорнозему звичайного та його агрофізичних властивостей проводили на ґрунтових розрізах, виконаних по ріллі та цілині. Розрізи ґрунту мали глибину 0–200 см. Цілина і рілля були розміщені на одній території на відстані між ними 250 м. У ґрунтових розрізах проводили порівняльні дослідження чорноземів звичайних, що перебувають у різних умовах використання – від абсолютно заповідної цілини та у виробничих і дослідницьких умовах, де тривалий час застосовуються різноманітні агрозаходи. Оскільки експертних приладів для визначення основних агрофізичних показників у режимі *in-situ* (безпосередньо в полі) і тим паче в режимі on-line (безперервна реєстрація) немає, тому параметри агрофізичних властивостей ґрунту визначали за існуючими стандартними методиками. Вміст загального гумусу аналізували за методом І. В. Тюріна (ДСТУ 4289-2004). Структурно-агрегатний склад ґрунту вивчали за методом сухого просіювання через набір сит (по М. І. Саввінову) – за ДСТУ 4744:2007, який набув в Україні статус стандартного [10, 11]. Визначення водомістності агрономічно цінних структурних агрегатів проводили за їх розпливчастістю обліково-статистичним методом Андріанова, твердість ґрунту твердоміром Ревякіна – за ДСТУ 5096 : 2008, щільність складення ґрунту визначали методом ріжучого кільця об'ємом 500 см³ за методикою Качинського [12]. Для оцінки структурного складу наявних у ґрунті компонентів були виділені брили розміром (>10мм), агрономічно цінні структурні одиниці (10–0,25 мм) і пил

(>0,25 мм) [8, 9, 13]. Усі дослідження виконували в чотирикратній повторності. У результаті виконаних досліджень опанували значний масив інформації і зробили спробу сформулювати закономірності антропогенної трансформації орних чорноземів звичайних у розрізі ґрунту на глибині 0–200 см.

Результати досліджень та їх обговорення

Виробнича практика і науковий досвід переконливо свідчать, що родючість ґрунту залежить не лише від наявних у ньому поживних речовин, а й тісно пов'язана з фізичними властивостями і залежить від його структурного стану, твердості, шпаруватості й інших фізичних параметрів, за змінами яких можна прослідкувати лише за умови їх зіставлення на цілинних ділянках та ріллі [6, 19, 23]. Зважаючи на це, була проведена порівняльна оцінка морфологічних ознак цілинних і староорних

ділянок, яка чітко показала різницю в потужності їх двох верхніх гумусових горизонтів. На ріллі вона була меншою порівняно з цілиною майже на 10 см. У цьому випадку скорочення потужності гумусового горизонту відбувається під дією постійного механічного навантаження на ґрунт різноманітних сільськогосподарських машин та знарядь, звичайної переваги ерозійних втрат над приростом ґрунту в результаті ґрунтоутворювального процесу й загалом, як наслідок, зниження стійкості ріллі, особливо на схилах з великим кутом нахилу. Зазвичай на схилах різного ухилу залягають еродовані ґрунти, які мають укорочений профіль і знижену родючість порівняно з нееродованими аналогами. Процеси втрат потужності гумусових горизонтів ґрунту можуть бути наявними під час сильних злив на розораних схилах, але зазвичай це поступовий і дуже тривалий процес. На схилах ерозія погіршує фізико-хімічні, механічні й водно-фізичні властивості ґрунту, що призводить до зниження вмісту гумусу, суми обмінних катіонів і доступності поживних речовин. У процесі ерозії знижується вміст глинистої та пилюватої фракції і, як наслідок, це призводить до погіршення гранулометричного складу ґрунту, до зменшення ємності обміну катіонів і погіршення структуроутворювальної здатності ґрунту [16, 27]. Зазвичай за таких умов землекористування погіршується структура ґрунту.

Дослідження вітчизняних і зарубіжних учених [2, 6, 17, 34, 35, 41, 44] доводять, що агрономічно цінна структура ґрунту є одним із основних факторів його родючості тому, що створює сприятливі умови для формування оптимального повітряного, водного та поживного його режимів. Варто відмітити, що всі процеси, які відбуваються у ґрунті, взаємопов'язані та взаємообумовлені. У ґрунті одночасно постійно тривають процеси формування і руйнації структури [3]. Сільськогосподарське використання ґрунту приводить, з однієї сторони, до руйнування ґрунтових агрегатів, а з іншої, навпаки, викликає утворення ґрунтових агрегатів та підвищення їхньої міцності [9]. У польових умовах чинники, які руйнують і формують структуру ґрунту, діють одночасно і завдяки їм у ґрунті виникають елементи структури різні за формою та розмірами. За формою в чорноземах звичайних агрономічно цінною є грудочкувато-зерниста структура, а за властивостями – пружно-міцна, водотривка і оптимально пориста – із часткою пор $>45\%$. Відносно сприятливих розмірів ґрунтових агрегатів, у вчених існують різні погляди. Наприклад, П. В. Вершинін [11] стверджує, що для кращого росту й розвитку рослин найсприятливішими є ґрунтові агрегати у розмірі від 2 до 3 мм і близькі до них – 1–2 та 3–5 мм. М. А. Качинський [12] вважає, що допустимий діапазон розміру оптимальних агрегатів від 1 до 10 мм, а оптимальний – 2–4 мм. За І. Б. Ревутом [13, 16] агрономічно цінною фракцією ґрунту є частки розміром 0,25–7 мм. В. Р. Вільямс [14] встановив, що у структурному ґрунті частка агрегатів розміром від 1 до 10 мм має бути не менше 70 %. Усі вітчизняні і зарубіжні вчені [2, 5, 23, 27, 37, 39, 43, 44] одноголосно стверджують, що якщо у ґрунті зростає вміст пилу, тобто агрегатів розміром менше за 0,5–0,25 мм, то його фізичні властивості погіршуються [16].

Зазвичай у цілининних умовах чорноземи звичайні формують характерну для них зернисту структуру, про що наголошував В. Р. Вільямс [14]. У цьому випадку грудочки розміром менше 10 мм пронизані корінням і не розпливаються під час злив, навіть якщо зняти з ґрунтового покриву дернину, та до того ж мають високу механічну міцність. Тоді структура ґрунту відповідає наявним оптимальним параметрам. Такий структурний ґрунт здатний забезпечувати гармонійні взаємовідносини між водним і повітряним режимами і міцно утримувати вологу всередині ґрунтових агрегатів, підтримувати на належному рівні біологічну активність, забезпечувати сприятливі умови для проходження обмінних процесів і мінерального живлення рослин.

Ґрунтовий покрив сільськогосподарських угідь на ріллі має переважно важкосуглинковий гранулометричний склад, що при знеструктуренні ґрунтів може сприяти збільшенню щільності, липкості та погіршенню інших агрофізичних його показників. До того ж на ріллі, після багаторічного її обробітку домінують положення займають грудки (брили) неправильної форми, як правило розміром понад 20 мм, і для них характерна порохоподібна структура. Грудки містять у своєму складі мало коріння. Тут характерні для чорноземів звичайних цілини зернисті структурні одиниці поступово трансформуються в кутасті (гексагональні) недосконалі утворення із численними порушеннями в зовнішній і внутрішній будові. Після літньої зливи вони розпливаються й утворюють кірку. До того ж на ріллі залежно від вирощуваних культур (просапних чи суцільної сівби) стан структури поверхнього шару ґрунту розрізняється. Під просапними культурами, це, щонайбільше, сухий, пилюватий та пухкий після численних міжрядних обробок і ущільнений особливо після дощу. Під зерновими колосовими культурами поверхня ґрунту впродовж більшої частини вегетаційного періоду покрита кіркою і тріщинами різного розміру.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Також розорювані чорноземи відрізняються від цілинних будовою верхнього гумусового горизонту: у цілинних він однорідний із зернистою структурою, а на ріллі чітко виділяються два шари – орний (0–25 см) з порушеною зернисто-грудкуватою структурою і підорний (25–50 см) з добре вираженою грудкувато-зернистою структурою. На ріллі ці два шари ґрунту розділяє плужна підшва з підвищеною щільністю. Лінія закипання під впливом 10%-ї соляної кислоти знижується від 10–30 см у цілинному до 37–60 см на ріллі.

Під час вивчення структури цілинного ґрунту на основі одержаних результатів досліджень методом сухого просіювання було встановлено, що у верхньому шарі 0–5 та 5–10 см знаходяться досить високі показники агрономічно цінної фракції (10–0,25 мм). У цих шарах кількість цінної фракції становила 84,3 і 82,2 %, у горизонті 10–15 та 15–20 см – відповідно по 75,1 % і в шарі 20–25 см – 72,9 і горизонті 25–30 см – 70,6 %. Найбільші зміни показників агрономічно цінної фракції ґрунту відбулись на ріллі в орному шарі 0–30 м за довготривалого її використання. Частка цінних агрегатів на ріллі в шарі 0–5 см становила 69,9 %, у шарі ґрунту 5–10 та 10–15 см – відповідно 70,0 та 68,6 %. Кількість агрономічно цінної фракції в показниках на цілині за вищезгаданими шарами ґрунту зменшилась відповідно на 14,4; 12,2 та 6,5 %. На ріллі в нижніх шарах ґрунту (20–30 см) цей показник знизився на 5,2–6,1 %, а в підорному шарі – на 2,9–5,5 %. Детальніша порівняльна оцінка показників цінної структури чорнозему звичайного по ріллі та цілині наведена в (табл. 1).

Довготривала традиційна оранка мала негативний вплив на ґрунт і змінила його агрегатний склад, особливо у верхніх шарах, де інтенсивно проводився цей обробіток. Наприклад, у шарі ґрунту 0–5 см і 5–10 см брилиста фракція на ріллі становила 23,3 та 25,3 %, що перевищило ці показники на цілині відповідно на 9,9 і 8,6 %. Із глибиною ця брилиста фракція дещо зростає порівняно з цілиною, але різниця суттєво скорочується.

1. Гранулометричний склад цілинного ґрунту

Шар ґрунту, см	Фракція, %			Коефіцієнт структурності
	брили, >10 мм	агрономічно цінна, 7–0,25 мм	пил, <0,25 мм	
0–5	13,4	84,3	2,3	5,37
5–10	16,7	82,2	1,1	4,62
10–15	23,0	75,1	1,9	3,02
15–20	23,6	75,1	1,3	3,02
20–25	25,7	72,9	1,4	2,69
25–30	28,1	70,6	1,3	2,40
30–40	29,8	68,7	1,5	2,19
40–50	33,0	65,3	1,7	1,88
50–60	35,1	63,4	1,5	1,73
60–70	34,9	63,5	1,6	1,74
70–80	32,8	65,1	2,1	1,87
80–90	33,6	64,2	2,2	1,79
90–100	35,0	62,5	2,5	1,67
100–110	36,3	61,2	2,5	1,58
110–120	38,1	59,9	2,0	1,49
120–130	38,6	59,5	1,9	1,47
130–140	37,4	60,4	2,2	1,53
140–150	36,0	61,9	2,1	1,62
150–160	35,0	62,9	2,1	1,70
160–170	34,7	63,4	1,5	1,75
170–180	34,2	64,5	1,3	1,82
180–190	36,0	62,5	1,5	1,67
190–200	37,0	61,6	1,4	1,60

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

В шарі ґрунту 10–15 та 15–20 см вона вже відрізняється відповідно на 4,0 та 4,8 %. У шарі ґрунту 20–25 см і 25–30 см різниця на ріллі порівняно з цілиною становила 4,8 та 5,4 %. Зростання показників брилистої фракції відмічали до глибини 100 см, а далі вони були майже однакові (табл. 2).

2. Показники структури староорного ґрунту за умови тривалого його використання

Шар ґрунту, см	Фракції, %			Коефіцієнт структурності
	брили, > 10 мм	агрономічно цінна 7–0,25 мм	пил, <0,25 мм	
0–5	23,3	69,9	6,8	2,32
5–10	25,3	70,0	4,7	2,33
10–15	27,0	68,6	4,4	2,18
15–20	28,4	69,0	2,6	2,23
20–25	30,5	67,7	1,8	2,10
25–30	33,5	64,6	1,9	1,82
30–40	36,6	61,8	1,6	1,62
40–50	36,9	61,0	2,1	1,56
50–60	37,4	60,5	2,1	1,53
60–70	37,7	60,3	2,0	1,52
70–80	38,3	59,6	2,1	1,48
80–90	38,5	58,9	2,6	1,43
90–100	38,3	59,3	2,4	1,46
100–110	38,1	59,6	2,3	1,47
110–120	37,9	59,5	2,6	1,47
120–130	38,9	59,1	2,0	1,44
130–140	39,1	58,7	2,2	1,42
140–150	39,5	58,1	2,4	1,39
150–160	39,8	57,8	2,4	1,37
160–170	39,8	58,2	2,0	1,39
170–180	39,6	58,7	1,7	1,42
180–190	38,5	59,7	1,8	1,48
190–200	38,2	60,0	1,8	1,50

Проведений аналіз показників ґрунту на цілині за вмістом пилу показав, що в шарі 0–5 см його було 2,3 %, в горизонті 5–10 см – 1,1 % і в 10–15 см – 1,9 %. У шарі ґрунту 15–20 см і 25–30 см цей показник становив 1,3 та 1,4 %. У глибших шарах ґрунту (до 70 см) кількість пилу варіювала в межах 1,5–1,7 %, а з глибини 70–150 см – від 1,9 до 2,5 %.

Проведений облік фракції пилу на ріллі показав, що під час інтенсивного обробітку зв разі використання відвальної оранки значно збільшилася частка пилу в шарі 0–5 см. Уміст її зріс майже втричі та досягнув 6,8 %, а в шарі 5–10 см і 10–15 см – відповідно 4,7 та 4,4 %. Пилова фракція ґрунту діаметром менше, ніж 0,25 мм по оранці на глибині 30–40 см вирівнюється, але з подальшим заглибленням її кількість дещо зростає (табл. 2).

Дуже важливим показником, який характеризує агрофізичні властивості ґрунту є коефіцієнт структурності, що характеризує відношення агрономічно цінної фракції до суми показників брилистої і пилюватої частини ґрунту. Характеризуючи цей показник, потрібно відзначити, що під дією довгострокового обробітку чорнозему звичайного на ріллі відбувається його суттєве зниження через збільшення брилистості та пилюватої фракції і зменшення агрономічно цінної структури ґрунту. На цілині загальний коефіцієнт структурності в шарі ґрунту 0–5 см і 5–10 см становив 5,37 та 4,62, а по ріллі – відповідно 2,32 і 2,33. Цей показник на цілині в шарі ґрунту 10–15; 15–20 і 25–30 см становив по 3,02 і 2,40, а на ріллі – відповідно 2,18; 2,10 і 1,82. У глибших шарах ґрунту (30–100 см) на цілині коефіцієнт структурності варіював від 1,67 до 1,88, а на ріллі – в межах 1,36–1,62. У цьому разі зниження коефіцієнту структурності відбулося за рахунок збільшення брилистої та пилюватої фракцій.

Одним із важливих інформаційних показників агрофізичних властивостей будови ґрунту є щільність, що характеризує співвідношення твердої та газоподібної фаз [4]. Щільність будови є основним показником рівня розпушеності чи ущільнення та залежить від механічного складу, вмісту органічної речовини, а також указує на будову та структуру ґрунту [20]. Щільність будови ґрунту залежить від показників структури. Показники щільності ґрунту суттєво знижуються за найліпших умов по формуванню структурних агрегатів, що відмічалось на цілині. Тут процес формування агрегатів виявляється найкраще, і щільність була близька до 1,0 г/см³ [19].

Показники щільності ґрунту суттєво знижуються за найкращих умов під час формування більшої частини структурних агрегатів, що відмічалось на цілині. За даними Н. А. Качинського щільність менше 1,0 має ґрунт розпушений і багатий органічною речовиною, від 1,0–1,1 г/см³ ґрунт щойно зораний і оптимальні параметри щільності чорноземних ґрунтів є в межах 1,0–1,2 г/см³ [12]. Показники щільності більше 1,2 відповідають ущільненому ґрунту, а в межах 1,3–1,4 г/см³ – значно ущільненому. Одержані результати щодо щільності ґрунту показали, що найменші показники щільності ґрунту були характерними для цілини. Так, у шарі ґрунту 0–5 см вона становила 0,73 г/см³, а в шарі ґрунту 5–10, 10–15 і 15–20 см – відповідно 0,85; 0,87 та 0,22 г/см³ (табл. 3).

3. Показники щільності староорного і цілинного ґрунту

Шар ґрунту, см	Щільність ґрунту, г/см ³		
	староорного	цілинного	+ до цілини
0–5	0,88	0,73	0,15
5–10	0,95	0,85	0,10
10–15	0,96	0,87	0,09
15–20	0,99	0,92	0,07
20–25	0,99	0,94	0,05
25–30	1,05	0,97	0,08
30–40	1,04	0,98	0,06
40–50	1,07	1,06	0,01
50–60	1,12	1,12	0,00
60–70	1,18	1,14	0,04
70–80	1,18	1,16	0,02
80–90	1,20	1,17	0,03
90–100	1,19	1,16	0,03
100–110	1,16	1,13	0,03
110–120	1,13	1,13	0,00
120–130	1,14	1,12	0,02
130–140	1,14	1,12	0,02
140–150	1,13	1,13	0,00
150–160	1,14	1,15	0,01
160–170	1,16	1,15	0,01
170–180	1,15	1,16	0,01
180–190	1,15	1,16	0,01
190–200	1,16	1,16	0,00

Тут варто відмітити – рілля в пухкому стані, тобто близькому до ущільнення цілини, перебуває не більше 2-х місяців. Упродовж іншої частини року, а саме, не менше 10 місяців, вона переущільнена. Тоді рілля вже не може розущільнитися до величини ущільнення у природному стані. В такому разі можна прогнозувати, що збереження в подальшому сучасної, переважно невисокої культури землеробства, що супроводжується зменшенням вмісту гумусу в чорноземах звичайних, призведе в майбутньому до подальшого збільшення їх рівноважної щільності.

В умовах інтенсивного використання ґрунтів і застосування різних спеціалізованих сівозмін, вивчення впливу різних сільськогосподарських культур на зміни структурного складу чорноземів звичайних стало досить актуальним [22, 28, 32, 38, 39]. Визначення структури ґрунту в посівах кукурудзи у фазі 3–5 листків показали, що різні попередники по-різному впливають на кількість

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

агрегатів фракцій розміром 7–0,25 мм, відрізнялись між собою несуттєво. Їхній вміст у шарі ґрунту 0–10 см варіював у межах 90,6–91,8 %, у шарі 10–20 см 91,8–94,8 і в шарі 20–30 см – 92,1–94,4 % (табл. 4).

4. Вплив попередника на структурний склад чорнозему звичайного під кукурудзою залежно від попередників

Попередник	Шар ґрунту, см	Розмір агрегатів (мм) та їх кількість, %			
		7,0–0,25	5–1	3–1	0,5–0,25
3–5 листків					
Пшениця озима	0–10	90,6	41,8	31,2	23,3
	10–20	94,8	42,9	33,0	21,5
	20–30	94,2	43,9	35,6	20,7
Ячмінь ярий	0–10	91,8	42,0	31,9	23,4
	10–20	94,1	42,4	33,5	20,8
	20–30	94,4	43,6	34,7	21,4
Кукурудза на зерно	0–10	91,3	39,6	29,0	25,1
	10–20	91,5	39,7	31,4	23,6
	20–30	92,1	42,3	33,4	20,6
Перед збиранням врожаю					
Пшениця озима	0–10	90,9	36,2	29,0	23,2
	10–20	91,7	38,4	30,1	16,0
	20–30	91,6	38,3	29,5	17,3
Ячмінь ярий	0–10	90,8	35,9	27,6	24,0
	10–20	92,7	36,5	28,6	16,3
	20–30	94,6	38,5	30,5	16,9
Кукурудза на зерно	0–10	90,2	32,5	26,3	25,2
	10–20	92,8	32,6	25,0	15,8
	20–30	93,2	35,9	27,6	14,1

Значно більше було агрегатів цієї фракції в шарі 10–20 см, по попередниках пшениця озима і ячмінь ярий і менше після розміщення кукурудзи після просапної культури (кукурудза на зерно). Різниця у вмісті агрегатів у шарах 0–10 і 20–30 см не перевищувала 0,8–3,6 %. По всім попередникам кількість агрегатів фракції розміром 7,0–0,25 мм зростала зі збільшенням глибини, що пов'язано зі впливом на верхні шари ґрунту сільськогосподарських машин у період догляду за посівами. Відмічено різницю по попередниках і за вмістом фракції 5–1 мм. У разі розміщення кукурудзи по кукурудзі кількість агрегатів цієї фракції в шарі 0–30 см було на 0,8–3,5 % менше, ніж після культур суцільного посіву. Водночас, несуттєво зросла, кількість агрегатів розміром 0,5–0,25 мм у посівах кукурудзи, розміщених після просапних культур.

Цим же можна пояснити збільшення вмісту агрегатів найдрібнішої фракції у верхніх шарах ґрунту. Найбільш позитивно діє на агрофізичні властивості ґрунту пшениця озима. Уже навесні під нею структурно-агрегатний склад і щільність будови 1,1–1,2 г/см³ були ліпші, ніж під іншими культурами. Погіршення агрофізичних властивостей ґрунту під просапними культурами порівняно з пшеницею озимою відбувається в результаті використаних частих механічних обробіток і прискореного розкладання органічних речовин (табл. 4).

На фізичні властивості ґрунту великий вплив здійснює механічний обробіток ґрунту [25, 26, 27, 28]. Крім того, різні сільськогосподарські знаряддя по-різному впливають на ґрунти не лише під час проведення агрозаходів, а й після виконання певних технологічних операцій, пов'язаних із передпосівною підготовкою ґрунту, включаючи і саму сівбу. Кількість агрономічно цінних агрегатів розміром (10–0,25 мм) було вищим за оранки плугом ПН–4–35, але більшу кількість цінних агрегатів відмічали навесні, а восени – за рахунок помітного зменшення кількості брилистої фракції.

Підвищення було незначним і становило всього 3–5 %. Варто відмітити, що вміст пилу у верхніх шарах ґрунту за літній період на фонах з різним обробітком ґрунту помітно зріс, а кількість брилистих агрегатів зменшилося, причому так, що забезпечило незначне зростання на 0,7–7,8 % кількості

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

агрономічно цінних агрегатів (табл. 5). фактором, що визначає оптимальні параметри щільності будови чорнозему.

5. Вплив способів основного обробітку ґрунту на структурний склад чорнозему звичайного в посівах кукурудзи

Спосіб основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст (%) агрегатів, мм					
		травень			жовтень		
		>10	10– 0,25	<0,25	>10	10–0,25	<0,25
Оранка ПН–4–35	0–5	17,8	69,6	12,6	14,5	66,8	18,7
	5–10	54,6	41,9	3,5	34,5	54,8	10,7
	0–10	36,2	55,8	8,0	24,5	60,8	14,7
Плоскорізний обробіток КПГ–2–150	0–5	19,1	65,5	15,4	18,1	62,7	19,2
	5–10	55,0	40,3	4,7	40,4	50,5	9,1
	0–10	37,1	52,9	10,0	29,3	56,6	14,1
Розпушення стійками Сибі МЕ	0–5	22,5	64,5	13,0	14,4	67,7	17,9
	5–10	54,1	41,9	4,0	36,7	54,2	9,1
	0–10	38,3	53,2	8,5	25,5	61,0	13,5
Безвідвальний обробіток плугом ПРПВ – 5–50	0–5	17,9	69,0	13,1	17,0	65,1	17,9
	5–10	50,3	45,8	3,0	39,7	51,0	9,3
	0–10	34,1	57,4	8,5	28,3	58,1	13,6
Чизельний обробіток ПЧ–4,5	0–5	24,3	62,5	13,2	15,2	65,5	19,3
	5–10	51,5	43,2	5,3	45,0	46,4	8,1
	0–10	37,9	52,8	9,3	30,4	55,9	13,7

Виконані дослідження з вивчення змін агрофізичних показників чорнозему звичайного на ріллі по відношенню до цілини, свідчать, що тривалий обробіток призводить до стійкого розвитку у ґрунті деградаційних процесів. Чорноземам звичайним раніше хоча й було характерно висока стійкість проти деградації, проте за умови інтенсивного традиційного обробітку вони втратили цю здатність через значні втрати гумусу та погіршення фізичних властивостей ґрунту.

Екстенсивний шлях використання землі призвів до погіршення агрофізичних властивостей, зниження кількості органічної речовини ґрунту. За умови руйнування агрономічно цінної структури на ріллі збільшилась кількість фракції брил і пилу, відмічається переущільнення і, як наслідок, – погіршення водно-повітряного режиму та умов для росту і розвитку рослин, їхніх кореневих систем. Знижується загальний рівень створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин, що суттєво скорочує продуктивність сільськогосподарських культур.

До зменшення запасу гумусу призводить часте розпушення ґрунту та оранка з використанням полиневих знарядь. До того ж швидко розкладається активна гумусова частина. Такий негативний процес особливо інтенсивно відбувається в перші роки розорювання цілинних земель. При обробітку порушується характерна для цілинних земель стабільність простору пор, зменшується довжина пор одного діаметра. Пори заповнюються мікроагрегатами й тонко дисперсним не агрегованим матеріалом. При обробітку ґрунту різко зростає кількість міжагрегатних пор (зокрема розміром 10–20 мм), які навіть при зволоженні, рівній найменшій вологоємності не можуть утримати капілярну вологу. Пори такого розміру характеризуються високою вологопроникністю (саме тому всмоктування вологи на ріллі в перші години спостережень істотно вище, ніж на цілині). Вода в порах не затримується: стікає в нижні шари ґрунту, або випаровується. Тому цінність таких пор у забезпеченні рослин вологою невелика. Роль пор зводиться тільки до сприйняття атмосферних опадів і здійснення процесів газообміну з атмосферою. Внаслідок цього орні ґрунти здатні ефективно сприймати вологу атмосферних опадів, але й одночасно швидко їх випаровувати, а за рахунок брил волога атмосферних опадів по великих порах провалюється на глибину профілю, знижує агрономічну якість структури орного шару ріллі.

Найбільші зміни макро- і мікоморфології структурних одиниць і пор відзначилися під дією ходових систем машинно-тракторних агрегатів [15]. У цьому випадку за їх тривалого впливу відбувалась майже повна втрата міжагрегатних пор і зменшення кількості агрономічно-цінних агрегатів у

місцях їхнього контакту з ґрунтозачіпами шин. Отже, тривала оранка чорноземів призводить до морфологічної деградації агрегатів ґрунту, глибокої перебудови простору пор і загалом будови: порівняно з цілиною знижується коефіцієнт оформленості агрегатів, збільшується вміст неагрегованого матеріалу та співвідношення видимої і внутрішньоагрегатної пористості. Розпушення й часткове руйнування ґрунту під час обробітку, а також наступне відновлення рівноважної щільності призводять до змін водно-повітряного й інших режимів.

Проведені дослідження переконливо показують, що утворення брил, кірки і тріщин на поверхні чорноземів звичайних практично стали характерними для давньої ріллі. Так, як після осіннього обробітку, на поверхні ґрунту завжди утворюються брили, які через свою підвищену механічну міцність і низьку пористість менш проникні для коріння і вологи, внаслідок чого здатні довго зберігатись практично без змін. Поява в поверхневому шарі ґрунту на ріллі брил, кірки і тріщин є наслідком погіршення процесів структуроутворення і водостійкості ґрунтових агрегатів властивим орним ґрунтам. Тут доречним було б відмітити, що перелік негативних змін агрофізичних властивостей чорнозему звичайного на ріллі не обмежується зменшенням кількості і водостійкості агрономічно цінних агрегатів, утворенням брил, кірки і тріщин. Водночас в основі орного шару формується ще й плужна підшва потужністю 7–10 см, докорінно перетворюючи будову, властивості і процеси в ріллі.

На ріллі активізуються процеси мінералізації завдяки високому рівню аерації, насиченості сівозмін просапними культурами, незначному використанню органічних добрив. Якщо й надалі будуть відбуватися такі негативні процеси і винос поживних речовин із урожаєм не буде компенсуватися науково обґрунтованою системою удобрення, то чорноземи звичайні будуть продовжувати деградувати і в майбутньому просто можуть стати непридатними для їх використання в землеробстві і рослинництві. На сьогодні рівень внесення органічних добрив є недостатнім і потребує застосування підвищених доз для відновлення родючості ґрунту.

Отже, всі перераховані зміни агрофізичних властивостей чорноземів звичайних на ріллі узгоджено показали помітне погіршення структури ґрунту, що давно розорується. Проведений комплексний аналіз родючості чорноземів звичайних за фізичними властивостями та вмістом гумусу після їхнього інтенсивного й довготривалого сільськогосподарського використання порівняно з цілиною свідчить про суттєву деградацію за всіма показниками, а різниця між чорноземами звичайними на цілині і ріллі настільки суттєві, що їх вже потрібно не тільки констатувати, а й робити відповідні висновки.

Для припинення подальшого розвитку фізичної деградації чорнозему звичайного потрібно не допускати переушільнення і руйнування структури ґрунту. Цього можна досягти за рахунок дотримання агрозаходів високої культури землеробства, шляхом створення бездефіцитного балансу гумусу і біофільних елементів мінерального живлення та введенням мінімізації механічного впливу на ґрунт і впровадженням у виробництво зональних сівозмін. Також потрібна повна заборона спалювання стерні після збирання зернових культур і запровадження обов'язкового розміщення на поверхні ґрунту мульчі та введення в сівозміни багаторічних трав. Слід відмітити, що всі перелічені агрозаходи давно відомі, але з різних причин не використовуються у виробничих умовах [30, 31].

Тому потрібно впровадити економічні важелі, завдяки яким нові господарі будуть енергійно відновлювати погіршені в результаті їхньої сільськогосподарської діяльності агрофізичні показники ґрунту. Яким же чином можна розв'язати це вкрай важливе питання? Спочатку розглянемо нинішній стан справ який склався в державі. Держава нині перебуває у скрутному економічному становищі й не може повністю відшкодувати виробничі витрати дотаціями, як це робиться в державах з розвинутою економікою. Через це товаровиробник мусить завчасно сам шукати шляхи компенсації виробничих витрат. Нині в Україні є велика кількість сільськогосподарських підприємств, різних за формою господарювання, які знаходяться на орендних короткострокових засадах. Їхні власники не мають жодної мотивації щодо впровадження заходів агрономічного спрямування на забезпечення відтворення втрачених агрофізичних властивостей ґрунту. Тому землекористування ведеться за принципом «більше взяти і менше вкласти додаткового капіталу». Водночас ухвалення законів і постанов щодо примусового здійснення заходів раціонального використання землі не мали успіхів, однак породили велику корупцію у розв'язанні цієї проблеми. Тому тільки зацікавленість самого землевласника забезпечить збереження і підвищення продуктивності земельних ресурсів, а цьому може сприяти тільки держава шляхом створення умов довготривалого землекористування або навіть повної власності.

Нині загальною є проблема щодо земельного оподаткування, яка наразі здійснюється на основі врожайності зернових культур за минулий рік [30]. Проте такий підхід до розв'язання цієї проблеми

не зовсім вдалий, тому що виробники будь-якої форми власності не зацікавлені в достовірній інформації з цього питання і тому держава недоотримує коштів у повному обсязі. Нині є всі підстави розв'язати цю проблему за нормативною продуктивною здатністю чорнозему звичайного, тобто за його агрохімічними та агрофізичними показниками на початку і в кінці орендних відносин. Необхідне лише бажання уряду у розв'язанні цієї проблеми.

Запропонований підхід не потребує великої кількості контролерів і водночас значно поліпшить мотивацію землекористувачів до впровадження у виробництво науково обґрунтованих заходів раціонального використання ґрунтових ресурсів.

Висновки

На основі проведеного аналізу одержаних агрофізичних даних встановлено, що причиною значного погіршення агрофізичних показників ґрунту є традиційні агротехнічні заходи щодо землекористування. Екстенсивний шлях використання ґрунту призвів до значних втрат гумусу, погіршення агрофізичних показників. Зі значною втратою гумусу і руйнуванням структури спостерігається зростання щільності, що призводить до інтенсивних процесів розвитку деградації ґрунту. На ріллі порівняно з цілиними ділянками знижується рівень створення сприятливих умов росту і розвитку рослин, що суттєво зменшує продуктивність сільськогосподарських культур. Чорноземи звичайні в минулому хоча і характеризувались високою стійкістю проти агрофізичної деградації, проте при інтенсивному традиційному використанні втратили здатність протистояти деградації через значне зниження вмісту гумусу. Тому необхідно систематично впроваджувати заходи, направлені на суттєве зменшення негативного впливу антропогенних факторів на ґрунт та збільшити обсяги внесення органічної речовини. Важливими агрозаходами, направленими на підтримання агрономічно цінної структури ґрунту, є науково обґрунтований підбір попередників, їхнє співвідношення та чергування в сівозміні, зональна система обробітку ґрунту і збільшення вмісту органічної речовини у ґрунті.

References

1. Medvediev, V. V., & Laktionova, T. M. (1998). *Zemelni resursy Ukrainy: monografiia*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
2. Medvedev, V. V. (1988). *Optimizatsiya agrofizicheskikh svoystv chernozemov: monografiia*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
3. Medvedev, V. V. (2008). *Struktura pochvyi (metodyi, genezis, klassifikatsiya, evolyutsiya, geografiya, monitoring, ohrana): monografiia*. Harkov: «13 tipografiya» [In Russian].
4. Medvedev, V. V. (2009). *Tverdost pochv: monografiia*. Harkov: KP «Gorodskaya tipografiya» [In Ukrainian].
5. Medvedev, V. V. (1986). Fizicheskaya degradatsiya chernozemov, ee prichinyi, sledstvie i puti ustraneniya. *Uspehi pochvovedeniya: zbornik nauchnykh trudov uchastnikov XIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. Gamburg. Moskva: Nauka [In Russian].
6. Medvedev, V. V., Laktionova, T. M., Lyndina, T. Ye. (2002). Otsinka vtrat urozhaiu silskohospodarskykh kultur v Ukraini vid pereushchilnennia gruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3, 53–59. [In Ukrainian].
7. Bulyhin, S. Yu. (1999). Suchasnyi stan ta perspektyvy zakhystu ґрунту vid dehradatsii. *Zbirnyk Naukovykh prats NNTs «Instytut Zemlerobstva»*, 4, 40–45. [In Ukrainian].
8. Bondarev, A. G., & Medvedev V. V. (1980). Nekotoryie puti opredeleniya optimalnykh parametrov agrofizicheskikh svoystv pochv. *Teoreticheskie Osnovy i Metodyi Opredeleniya Optimalnykh Parametrov Svoystv Pochv: Zbornik Nauchnykh Trudov Instituta im. V. V.Dokuchaeva*, 84–98. [In Russian].
9. Antipov-Karataev, I. N., Kellerman, V. V., & Han, D. V. (1948). *O pochvennom agregate i metodah ego issledovaniya: monografiia*. Moskva: AN SSSR [In Russian].
10. Vadyunina, A. F., Korchagina, Z. A. (1986). *Metodyi issledovaniya fizicheskikh svoystv i gruntov: monografiia*. Moskva: Agromromizdat [In Russian].
11. Vershinin, P. V. (1959). *Osnovy agrofiziki pochv: monografiia*. Moskva: Fizmatgiz [In Russian].
12. Kachinskiy, N. A. (1963). *Struktura pochvyi: monografiia*. Moskva: MGU [In Russian].
13. Revut, I. B. (1972). *Fizika pochv: monografiia*. Leningrad: Kolos [In Russian].
14. Vilyams, V. R. (1955). *Izbrannyye sochineniya*. Moskva: AN SSSR. [In Russian].
15. Slobodiuk, P. I. (1978). Zmina fizychnykh vlastyvostei ґрунту zalezno vid dii khodovykh system traktoriv *Visnyk Silskohospodarskoi Nauky*, 2, 12–18. [In Ukrainian].

16. Revut, I. B., Poyasov, N. P. (1953). O nekotorykh fizicheskikh usloviyakh v strukturnykh pochvakh v svyazi s sodержaniem pyilevatykh fraktsiy. *Sbornik tezisev nauchnykh trudov po agronomicheskoy fizike*, 6, 228–242. [In Russian].
17. Datsko, L. V. (2006). Dehradatsiia gruntiv – problema sohodennia. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 4 (2), 34–39. [In Ukrainian].
18. Korchynska, O. A. (2008). *Rodiuchist gruntiv: sotsialno– ekonomichna ta ekolohichna sutnist): monohrafiia*. Kyiv: NNTs «Instytut ahrarnoi ekonomiky» [In Ukrainian].
19. Medvedev, V. V., Lyindina, T. E., & Laktionova, T. N. (2004). Plotnost slozheniya pochv (geneticheskii, ekologicheskii i agronomicheskii aspekty). Harkov: 13 tipografiya [In Russian].
20. Smagin, V. P. & Zazdravnyi, A. N. (1981). Agronomicheskoe znachenie tverdosti pochv. *Pochvovedenie*, 2, 138–141 [In Russian].
21. Tarariko, O. H., Hrekov, V. O., & Panasenko, V. M. (2011). Okhorona ta vidnovlennia dehradovanykh gruntiv vidpovidno proektu dyrektyvy Yevrosoiuзу. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 9–13. [In Ukrainian].
22. Desiatnyk, L. M., & Krotinov, I. V. (1999). Strukturno– ahrehatnyi sklad gruntu pislia riznykh poperednykh ta system osnovnoho obrobittu u pivdenno– skhidnii chastyni Stepu Ukrainy. *Biulleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 10, 41–44. [In Ukrainian].
23. Berezhniak, M. F., & Berezhniak, Ye. M. (2010). Optymizatsiia ahrofizychnykh parametriv chornozemnoho gruntu za riznykh system obrobittu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 16–19 [In Ukrainian].
24. Tretyakov, N. N., & Galitskiy V. I. (1963). Plotnost pochvy i kornevaya sistema rasteniy. *Zemledelie*, 3, 56–63. [In Russian].
25. Korytnyk, V. M., & Taranenko V. I. (1993). Vplyv osnovnoho obrobittu na ahrofizychni vlastyivosti chornozemu i produktyvnist kultur. *Zemlerobstvo: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 68, 63–67. [In Russian].
26. Akentieva, L. I. (1981). Vplyv ploskoriznoho obrobittu na fizychni vlastyivosti ta strukturnyi stan chornozemiv zvychaynykh. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 9, 9–13. [In Ukrainian].
27. Bulyigin, S. Yu. (1985). Rezhimy parametrov agrofizicheskikh svoystv chernozema obyknovennogo pri razlichnykh tehnologiyah obrabotki: “Povyishenie effektivnosti ispolzovaniya udobreniy i plodorodiya pochv v Ukrainskoy SSR”: *Zbornik nauchnykh trudov uchastnikov konferentsii*. Harkov [In Russian].
28. Viter, A. F. (1976). Vodoprochnaya struktura pochvy pri razlichnykh obrabotkakh. *Sbornik nauchnykh rabot Nauchno-issledovatel'skogo instituta selskogo hozyaystva Tsentralno-Chernozemnoy polosyi im. V. V. Dokuchaeva*. Kamennaya Step: Istoki [In Ukrainian].
29. Mishchenko, Yu. H., Prasol V. I., & Voronin D. V. (2008) Perspektivy pokrashchennia ahrofizychnykh vlastyvostei gruntiv. *Visnyk Sum'skoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya: Ahronomiia ta Biolohiia*, 11, 67 – 69. [In Ukrainian].
30. Fedorov, M. M. (1998). *Ekonomichni problemy zemelnykh vidnosyn u silskomu hospodarstvi*. Kyiv: IAE [In Ukrainian].
31. Fedorov, M. M. (2007). Osoblyvosti formuvannia rynku zemel silskohospodarskoho pryznachennia v Ukraini. *Ekonomika APK*, 5, 73–78. [In Ukrainian].
32. Abiven, S., & Mennasseri, S. (2007). Dynamic of aggregates ability and biological binding agents during composition of organic materials. *European Journal of Soil Science*, 58 (1), 239–247.
33. Angers, D. A. (2004). Plant-induced changes in soil structure: processes and Feedbacks. *Biochemistry*, 42 (1-2), 55–72.
34. Bryk, M. (2004). Indices of shape in the classification of soil structure. *Polish Journal of Soil Science*, 37 (1), 1–10.
35. Bryk, M., Słowińska-Jurkiewicz, A., & Medvedev, V. (2012). Morphometrical structure evaluation of long-term manured Ukrainian chernozem. *International Agrophysics*, 26 (2), 117–128. doi: 10.2478/v10247-012-0018-6
36. Beniles, J. R. (2003). The current status and future growth potential of conservation agriculture in the World context. *International Soil Tillage Research Organisation Conference*. Australia.
37. Blanco-Canqui, H., Lal, R., Owens, L. B., Post, W.M., & Izaurralde, R. C. (2005). Mechanical Properties and Organic Carbon of Soil Aggregates in the Northern Appalachians. *Soil Science Society of America Journal*, 69 (5), 1472–1481. doi: 10.2136/sssaj2004.0356
38. Oztas, T., & Fayetorbay, F. (2003). Effect of freezing and thawing processes on soil aggregate stability. *CATENA*, 52 (1), 1–8. doi: 10.1016/s0341-8162(02)00177-7

39. Van Veen, J. A., & Kuikman, P. J. (1990). Soil structure aspects of decomposition of organic matter by microorganisms. *Biogeochemistry*, 11, 213–233.
40. Tijinik, F. G. (2001). Engineering approaches to prevent subsoil compaction in cropping system with sugar beet. *Advances in Geoecology*, 32, 442–452.
41. Comia, R. A., Stenberg, M., Nelson, P., Rydberg, T., & Håkansson, I. (1994). Soil and crop responses to different tillage systems. *Soil and Tillage Research*, 29 (4), 335–355. doi: 10.1016/0167-1987(94)90107-4
42. Jabran, K., & Farooq, M. (2012). Implications of Potential Allelopathic Crops in Agricultural Systems. *Allelopathy*, 349–385. doi: 10.1007/978-3-642-30595-5_15
43. Kunz, C., Sturm, D., Varnholt, D., Walker, F., & Gerhards, R. (2016). Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. *Plant, Soil and Environment*, 62 (2), 60–66. doi: 10.17221/612/2015-pse

Стаття надійшла до редакції: 11.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Крамарьов С. М., Бандура Л. П., Артеменко С. Ф., Крамарьов О. С., Писаренко П. В. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему звичайного за довготривалого землекористування та економічне стимулювання їх відновлення. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 93–106.

© Крамарьов Сергій Михайлович, Бандура Любов Павлівна, Артеменко Сергій Федорович,
Крамарьов Олександр Сергійович, Писаренко Павло Вікторович, 2021



original article | UDC 631.87:633.112.1:631.53.01–021.465 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.13

TECHNOLOGICAL QUALITIES AND PRODUCTIVITY OF HARD WINTER WHEAT
GRAIN DEPENDING ON USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONSI. I. Yarchuk^{1*}ORCID  [0000-0002-8107-0582](https://orcid.org/0000-0002-8107-0582)T. V. Melnyk²ORCID  [0000-0002-8106-9901](https://orcid.org/0000-0002-8106-9901)S. A. Chernykh¹¹ Dniprovsky State Agrarian and Economic University, 25, Serhiy Yefremov str., Dnipro, 49027, Ukraine² “HYCS Ukraine” LLC, 5, Gurjuanska str., Synelnykovo, Dnipropetrovsk region, 52500, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: i.i.yarchuk@gmail.com

How to Cite

Yarchuk, I. I., Melnyk, T. V., & Chernykh, S. A. (2021). Technological qualities and productivity of hard winter wheat grain depending on use of biologically active preparations. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 107–113. doi: 10.31210/visnyk2021.02.13

The need for hard wheat grain is approximately a million ton for Ukraine per year. However, such amount of grain is not produced in the country, that's why a significant volume of grain and ready products are bought in other countries. Of course, this case cannot be considered normal especially taking into account the fact that Ukraine has one of the best soil and climatic conditions for growing wheat. The article deals with the results of field studies of biologically active preparations' influence on the productivity and technological qualities of hard winter wheat in the conditions of the Northern Steppe. The experiments (2014–2017) were held on the black fallow land at two mineral fertilization backgrounds: $P_{15} + N_{30}$ and $N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$ at cultivating Continent winter hard wheat using such preparations as AKM, Antistress, Biohumus (granulated), Vympel, Mars ELBi, Reacom-CP-zerno, Chlormekvat-chloride 750 at different application time with the dosages recommended by their producers. It was established that during the years of the study the highest yield increase was observed at using the preparations AKM (autumn) – 1.45 t/ha and Mars ELBi (spring) – 1.34 t/ha. Positive results were also received at applying AKM (spring) – the increase made 1.16 t/ha, Chlormekvat-chloride 750 (spring) – 0.71 t/ha and Biohumus + Aidar – 0.71 t/ha. In contrast to the low mineral fertilization background ($P_{15} + N_{30}$), the high mineral fertilization background ($N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$) was not effective. Chlormekvat-chloride 750 preparation showed the positive effect only in the conditions of high agricultural background. AKM preparation at spring fertilization constantly increased the yield at all variants of agricultural background but best of all under the low level of mineral fertilization. Among the studied preparations, the greatest stability in hard wheat grain productivity was demonstrated by Mars ELBi used in spring after the spring vegetation recovery (at average day temperature $+10^{\circ}\text{C}$) with the rate of 750 ml/ha. The grain quality varied a lot during the years of studies: in 2016, with the lowest yields, protein content in the majority of variants was the highest. Among the studied preparations in dry 2016, independently of the level of mineral fertilization, the following preparations were effective: Antistress, AKM, Biohumus + Aidar, Chlormekvat-chloride 750. And in 2014, a relatively favorable year, only at Biohumus + Aidar and Reacom-CP-zerno application at the low background and Mars ELBi application at the high background, the grain could be classified as the first class by protein content. The rest of the preparations did not improve the grain quality; by the protein content the grain could be classified as the 3rd and even 4th class.

Key words: *Triticum durum*, fertilizers, complex biologically active preparations, yield (productivity), grain quality.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЯКОСТІ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ПРЕПАРАТІВ*І. І. Ярчук¹, Т. В. Мельник², С. А. Черних¹*¹ Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна² ТОВ «ХІКС Україна», м. Синельникове, Україна

Річна потреба України в зерні пшениці твердої складає приблизно мільйон тонн. Однак така кількість у державі не виробляється, тому значні обсяги як зерна, так і готової продукції закуповуються в інших країнах. Звичайно, що таке становище не можна вважати нормальним, особливо якщо зважити на те, що Україна має одні з найкращих ґрунтово-кліматичних умов для вирощування пшениці. У статті висвітлюються результати польових досліджень з визначення впливу біологічно активних препаратів на урожайність та технологічні якості пшениці озимої твердої в умовах північного Степу. Досліди (2014–2017 рр.) проводили по чорному пару на двох фонах мінерального живлення: $P_{15} + N_{30}$ та $N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$ із сортом пшениці твердої озимої Континент з використанням таких препаратів як: АКМ, Антистрес, Біогумус (гранульований), Вимпел, Марс ELBi, Реаком-СР-зерно, Хлормекват-хлорид 750 у різні строки використання дозами, рекомендованими їх виробниками. Встановлено, що в середньому за роки досліджень найбільші прибавки урожайності на низькому фоні живлення отримані в результаті використання препаратів АКМ (осінь) – 1,45 т/га і Марс ELBi (весна) – 1,34 т/га. Позитивні результати також отримані при застосуванні препаратів АКМ (весна), прибавка склала – 1,16 т/га, Хлормекват-хлорид 750 (весна) – 0,71 т/га і Біогумус + Айдар – 0,71 т/га. На відміну від низького фону мінерального живлення ($P_{15} + N_{30}$), на високому фоні ($N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$) ефективність більшості препаратів була або відсутня, або вкрай низька. Препарат Хлормекват-хлорид 750 виявляв позитивний ефект лише за умови високого агрофону. Препарат АКМ при весняній обробці стабільно підвищував урожайність на всіх варіантах агрофону, але найкраще за умов низького рівня мінерального живлення. Серед препаратів, що вивчалися, найбільшу стабільність у суттєвому підвищенні зернової продуктивності пшениці твердої озимої виявив препарат Марс ELBi при внесенні навесні після відновлення весняної вегетації (при середньодобовій температурі $+ 10^{\circ}\text{C}$) нормою витрат 750 мл/га. Якість зерна по роках суттєво варіювала: у найменш урожайний 2016 рік вміст білка в зерні у більшості варіантів був найвищим. Серед препаратів, що досліджувалися, в посушливому 2016 р. незалежно від рівня мінерального живлення, добре себе проявили Антистрес, АКМ, Біогумус + Айдар, Хлормекват-хлорид 750. А у відносно сприятливому 2014 р. за вмістом білка до першого класу зерна можна було віднести варіанти на низькому фоні Біогумус + Айдар і Реаком-СР-зерно, а на високому – Марс ELBi. Всі інші препарати не сприяли покращенню якості зерна, їх клас за рівнем білка відповідав третьому і навіть четвертому.

Ключові слова: *Triticum durum*, добрива, комплексні біологічно активні препарати, урожайність, якість зерна.

Вступ

Пшениця – основна продовольча культура світу. За даними прес-служби Мінагрополітики України, наша держава входить до 10 найбільших виробників пшениці у світі, рекордну кількість зерна пшениці та борошномельної продукції було експортовано 2016/17 маркетингового року – 43,8 млн тонн.

Основна мета вирощування зерна пшениці обумовлюється хлібопекарськими властивостями, найкращі з яких відносяться до сильних пшениць вищого, першого та другого класів зерна. Тверда пшениця використовується лише для поліпшення хлібопекарських властивостей слабких пшениць, а в чистому вигляді для хлібопечення не придатна.

Цінність пшениці твердої в тому, що її зерно є єдиною сировиною для макаронної промисловості та виготовлення круп, і може використовуватися, як поліпшувач хлібопекарських властивостей слабких пшениць. Використання високобілкових сортів пшениці м'якої у виробництві макаронних виробів суттєво знижує їхні споживчі властивості та призводить до їх розвалювання під час варки, адже вміст білка в зерні пшениці м'якої першого класу не відповідає кількісним, а головне якісним показникам. У зерні твердих сортів масова частка білка для першого класу згідно з ДСТУ 3768:2019

не має бути меншою за 14 % і, незважаючи на те, що вміст сирі клейковини Держстандартом не регламентується, відсоток її в зерні твердої пшениці сягає понад 30 % [1].

Макаронні вироби є одним із найпоширеніших продуктів харчування населення України. Налагодити якісне виробництво їх можна лише із зерна пшениці твердої. Річна потреба України в зерні пшениці твердої складає приблизно мільйон тонн. Однак така кількість у державі не виробляється, тому значні обсяги як зерна, так і готової продукції закупаються в інших країнах. Звичайно, що таке становище не можна вважати нормальним, особливо якщо зважити на те, що Україна має одні з найкращих ґрунтово-кліматичних умов для вирощування пшениці [1].

Сучасні економічні реалії сьогодення вимагають від виробників отримувати не тільки високі урожаї, а і максимально знизити витрати на вирощування збіжжя. Через необхідність знизити собівартість продукції аграрії останнім часом намагаються за рахунок препаратів з біологічною активністю підвищити продуктивність і якість сільськогосподарських культур та одночасно зменшити витрати на їх вирощування [2–8]. Тому виникає потреба дослідити можливість використання біологічно-активних препаратів різного спрямування на посівах пшениці твердої озимої.

Мета досліджень полягала у визначенні впливу біологічно активних препаратів на зернову продуктивність і технологічні якості зерна.

Завданням досліджень передбачалось з'ясувати ефективність дії різних препаратів на посівах пшениці твердої.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили шляхом постановки польових двофакторних дослідів згідно із загально-прийнятою методикою [9]. Досліди закладалися методом розщеплених ділянок. Облікова площа ділянок складала 30 м², повторність трикратна [10]. Технологія вирощування пшениці озимої відповідала зональним рекомендаціям крім заходу, який вивчався [11, 12]. Висівали пшеницю навісною сівалкою СН-16 з міжряддям 15 см, збирали урожай прямим комбайнуванням за допомогою комбайну «Samro-500». Зерно зважували і перераховували на 100% чистоту і стандартну вологість. Отримані урожайні дані обробляли стандартним методом дисперсійного аналізу [9].

Технологічні заходи догляду за паром і вирощуванням пшениці проводили з урахуванням агротехнічних рекомендацій для цієї зони [13].

Показники технологічних якостей зерна визначали в лабораторії агробіологічних ресурсів озимих зернових культур ДУ Інститут зернових культур НААН України за методиками, передбаченими чинними ДСТУ: маса 1000 зерен (ДСТУ 4138–2002); натура (ГОСТ 10840–64); кількість та якість клейковини визначали шляхом ручного відмивання у воді (ГОСТ 13586.1–68); вміст білка в зерні – методом інфрачервоної спектроскопії (ГОСТ 10846–91) [14, 15].

У дослідях використовували включений до Державного реєстру сортів рослин сорт пшениці твердої озимої Континент [16–18].

Для проведення польових досліджень були створені два рівні удобрення по чорному пару – $P_{15} + N_{30}$ і $N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$. До того ж використовували аміачну селітру (34 %), потрійний суперфосфат (46 %) і калій хлористий (60 %).

На вивчення в дослідях було взято цілу низку препаратів, які використовувались у різні періоди росту та розвитку рослин. Два з досліджуваних препаратів застосовували для обробки насіння перед сівбою – Айдар та Реаком-СР-зерно. Препарат Біогумус вносили перед сівбою у ґрунт, інші ж препарати використовували шляхом обприскування вегетуючих рослин або восени, або навесні. Восени ділянки обприскували у другій декаді жовтня, тобто за три тижні до припинення осінньої вегетації (середньобагаторічна дата припинення осінньої вегетації – 7 листопада). В подальшому цей період позначатиметься як «осінь». Навесні обробку ділянок проводили після відновлення весняної вегетації при середньодобовій температурі +10 °С. Далі за текстом цей період буде позначатися як «весна».

Схема дослідів була такою:

1. Контроль (без обробки);
2. Біогумус (гранульований, передпосівне внесення – 8 т/га) + Айдар (обприскування восени – 1,5 л/га);
3. Реаком-СР-зерно (обробка насіння 1,25 л/т) + Реаком-СР-зерно (обприскування восени – 1,25 л/га);

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

4. Антистрес (обприскування восени – 1,7 кг/га);
5. Марс ELBi (обприскування восени – 750 мл/га, тобто 500 мл Марс EL (темного розчину) та 250 мл Бішофіту (світлого розчину);
6. АКМ (обприскування восени – 500 мл/га);
7. Вимпел (обприскування восени – 1,25 л/га).
8. Хлормекват-хлорид 750 (обприскування восени – 1,5 л/га);
9. Хлормекват-хлорид 750 (обприскування навесні – 1,5 л/га);
10. Антистрес (обприскування навесні – 1,7 кг/га);
11. Марс ELBi (обприскування навесні – 750 мл/га, тобто 500 мл темного розчину та 250 мл світлого);
12. АКМ (обприскування навесні – 500 мл/га).

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень свідчать, що в середньому за чотири роки по пару на низькому фоні живлення найбільші прибавки урожайності отримані в результаті використання препаратів АКМ (осінь) – 1,45 т/га або 36,9 % і Марс ELBi (весна) – 1,34 т/га або 33,5 % (табл. 1). Позитивні результати також отримані, якщо застосовані препаратів АКМ (весна), а прибавка склала – 1,16 т/га або 29,1 %, Хлормекват-хлорид 750 (весна) – 0,71 т/га або 17,9 %, Біогумус + Айдар – 0,71 т/га або 17,7 %.

1. Урожайність зерна пшениці твердої озимої залежно від фону живлення та біологічно активних препаратів (2014–2017 рр.), т/га

Препарат (фактор В)	Фон живлення – P ₁₅ + N ₃₀ (фактор А)			Фон живлення – N ₃₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀ (фактор А)		
	врожайність, т/га	прибавка		врожайність, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль	3,99	-	-	4,69	-	-
Біогумус + Айдар*	4,70	0,71	17,7	5,58	0,89	19,1
Реаком-СР-зерно*	4,62	0,63	15,8	4,58	- 0,11	- 2,4
Антистрес*	3,61	- 0,38	- 9,4	4,08	- 0,61	- 12,9
Марс ELBi*	4,12	0,13	3,2	4,45	- 0,24	-5,2
АКМ*	5,44	1,45	36,3	3,77	- 0,92	- 19,6
Вимпел*	4,60	0,61	15,2	5,18	0,49	10,4
Хлормекват-хлорид 750*	4,65	0,66	16,5	4,53	-0,16	- 3,4
Хлормекват-хлорид 750**	4,70	0,71	17,9	5,36	0,67	14,2
Антистрес**	4,63	0,64	16,1	3,73	-0,96	- 20,5
Марс ELBi**	5,33	1,34	33,5	4,74	0,05	1,0
АКМ**	5,15	1,16	29,1	4,92	0,23	5,0
НІР ₀₅	2014 р.: А – 0,08; В – 0,19; АВ – 0,27; 2015 р.: А – 0,04; В – 0,10; АВ – 0,14; 2016 р.: А – 0,06; В – 0,16; АВ – 0,22; 2017 р.: А – 0,08; В – 0,20; АВ – 0,29.					

Примітки: * Застосовувався препарат восени; ** Застосовувався препарат навесні.

На відміну від низького фону живлення (P₁₅ + N₃₀) на високому фоні (N₃₀P₆₀K₄₀ + N₃₀) препарати виявили значно меншу активність, а деякі навіть призвели до зниження урожайності порівняно з контролем. Стабільно позитивний вплив на зернову продуктивність незалежно від фону живлення мали препарати: Біогумус + Айдар, який забезпечив прибавку на низькому фоні 0,71 т/га або 17,7 %, а на високому 0,89 т/га або 19,1 %; Хлормекват-хлорид 750 (весна) забезпечив приріст 0,71 і 0,67 т/га або 17,9 і 14,2 %, відповідно; Вимпел дав приріст 0,61 і 0,49 т/га або 15,2 і 10,4 %, відповідно, і АКМ (весна) – 1,16 і 0,23 т/га або 29,1 і 5,0 %, відповідно. Негативно проявив себе на обох фонах живлення по пару в середньому за чотири роки препарат Антистрес при використанні його восени.

Потрібно зауважити, що по кращому попереднику за умови достатнього забезпечення елементами живлення ефективність більшості препаратів була або відсутня, або вкрай низька.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

При вивченні ефективності дії різних препаратів на урожайність пшениці твердої озимої спостерігалися значні коливання її залежно від гідротермічних умов року і рівня мінерального живлення. Ця нестабільність, на нашу думку, пояснюється насамперед тим, що препарати містять цілий комплекс речовин різного спрямування, а також відмінністю погодних умов по роках. Це значно ускладнює аналіз впливу препаратів на продуктивність рослин.

Окрім врожайності для твердих сортів важливою характеристикою є якість зерна, адже впровадження твердих сортів обумовлено необхідністю отримання стабільно високого вмісту білка в зерні пшениці, без зменшення рівня врожайності [19–21].

Відповідно до технічних умов згідно з ДСТУ 3768-2019 вміст білка в зерні пшениці твердої першого класу повинен бути не менше 14 % [14]. За даними, які були отримані від лабораторії агробіологічних ресурсів озимих зернових культур ДУ Інститут зернових культур НААН України, якість зерна по роках сильно різнилась. У найменш урожайний 2016 рік вміст білка в зерні у більшості варіантів був найвищим (табл. 2).

Крім того, в посушливий 2016 р. додаткове внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню вмісту білка в зерні, а у відносно сприятливому 2014 р. внесення більших норм мінеральних добрив не призвело до збільшення вмісту білка. Вміст білка у відсотках не підвищувався через так званий «ефект розбавлення», коли збільшення маси зерна відбувається переважно не за рахунок білкової частини – зародку, а за рахунок вуглеводної частини зернівки – ендосперму [19].

2. Якість зерна пшениці твердої озимої по пару залежно від препаратів і фону мінерального живлення

Варіант		Показник					
		вміст білка, %		натура зерна, г/л		маса 1000 зерен, г	
препарат	час обробки	роки					
		2014	2016	2014	2016	2014	2016
Рівень мінерального живлення – P ₁₅ + N ₃₀							
Контроль	осінь	14,39	14,13	759	726	49,60	42,60
Біогумус + Айдар		14,18	15,00	756	714	46,30	42,85
Реаком-СР-зерно		14,18	13,48	752	712	44,80	42,33
Антистрес		12,92	15,10	749	721	47,50	40,82
Марс ELBi		12,25	13,88	750	712	49,90	41,38
АКМ		11,94	15,72	749	718	47,90	41,49
Вимпел		13,58	14,59	752	703	50,10	39,46
Хлормекват-хлорид 750		11,34	15,20	753	712	48,50	37,81
Хлормекват-хлорид 750	весна	12,66	14,41	752	705	47,30	38,00
Антистрес		12,17	14,88	755	701	48,40	38,55
Марс ELBi		11,43	14,58	744	716	49,50	40,49
АКМ		11,98	14,76	749	712	49,90	39,03
Рівень мінерального живлення – N ₃₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀							
Контроль	осінь	14,12	14,68	747	707	44,00	41,73
Біогумус + Айдар		13,52	15,48	747	703	47,10	39,31
Реаком-СР-зерно		12,54	15,43	747	708	45,90	39,84
Антистрес		13,36	15,29	742	713	16,80	40,61
Марс ELBi		14,13	14,30	749	715	50,00	42,99
АКМ		12,78	14,77	747	710	49,10	40,71
Вимпел		12,30	15,19	747	706	47,90	39,73
Хлормекват-хлорид 750		12,00	14,78	747	694	48,60	36,35
Хлормекват-хлорид 750	весна	11,48	14,23	741	711	48,30	38,12
Антистрес		11,24	15,25	740	708	46,80	38,61
Марс ELBi		11,48	14,58	741	710	48,80	39,65
АКМ		11,73	15,53	744	686	46,90	36,52

Серед препаратів, що досліджувалися, в посушливому 2016 р., незалежно від рівня мінерального живлення, добре себе проявили Антистрес, АКМ, Біогумус + Айдар, Хлормекват-хлорид 750.

У відносно сприятливому 2014 р. за вмістом білка до першого класу зерна можна було віднести, крім контролю, варіанти на низькому фоні Біогумус + Айдар і Реаком-СР-зерно, а на високому – Марс ELBi. Всі інші препарати не сприяли покращанню якості зерна, їх клас за рівнем білка відповідав третьому і навіть четвертому.

Натура зерна як у сприятливий, так і несприятливий роки, залежно від застосування всіх препаратів, які вивчалися, не перевищувала контроль і 2014 року цей показник трохи не досяг рівня першого класу.

Маса тисячі зерен була більшою у відносно сприятливий 2014 рік порівняно з посушливим 2016 роком. Цей показник на низькому фоні і на високому у сприятливий і несприятливий роки стабільно підвищувався лише при використанні препарату Марс ELBi. Дещо підвищилась маса тисячі зернин 2014 року на низькому фоні мінерального живлення також при використанні препаратів Вимпел та АКМ.

Висновки

1. Встановлено, що по пару за умови достатнього забезпечення елементами живлення ефективність більшості досліджуваних препаратів або відсутня, або вкрай низька. Хлормекват-хлорид 750 виявляв позитивний ефект лише за умови високого агрофону. Препарат АКМ при весняній обробці стабільно підвищував урожайність на всіх варіантах агрофону, але найкраще за умов низького рівня мінерального живлення. Серед препаратів, що вивчалися, найбільшу стабільність у суттєвому підвищенні зернової продуктивності пшениці твердої озимої виявив препарат Марс ELBi при внесенні навесні після відновлення весняної вегетації (при середньодобовій температурі + 10 °C) нормою витрат 750 мл/га.

2. Виявлено, що якість зерна по роках сильно різнилась, у найменш урожайний, посушливий 2016 рік вміст білка в зерні був найвищим. Серед препаратів, що досліджувалися, в посушливому році незалежно від рівня мінерального живлення якнайкраще сприяли підвищенню вмісту білка препарати Антистрес, АКМ, Біогумус + Айдар, Хлормекват-хлорид 750. А у відносно сприятливому за вологозабезпеченням 2014 році за вмістом білка до першого класу можна було віднести зерно з рослин, які були оброблені такими препаратами: на низькому фоні мінерального живлення – Біогумус + Айдар і Реаком-СР-зерно, а на високому – Марс ELBi.

References

1. Franchenko, L. O. (2013). Viroshhuvannya tverdoyi psheniczi v Ukrayini - krok do polipshennya yiyi konkurentospromozhnosti na svitovomu rinku. *Efektivna Ekonomika*, 7. Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_7_19 [In Ukrainian].
2. Bilitiuk, A. P., & Skurotivska, O. V. (2000). Rehuliatory rostu u formuvanni vrozhaivosti. *Zakhyst Roslyn*, 10, 21–23. [In Ukrainian].
3. Mazarenko, D. I., & Maznieva, H. Ie. (Eds.). (2007). *Efektivnist tekhnologii vyroshchuvannya ozymykh zernovykh pry riznomu resursnomu zabezpechenni*. Kharkiv: KhNTUSH [In Ukrainian].
4. Yavorska, V. K., Drahovoz, I. V., & Bohdanovych, A. V. (2008). Rehuliatory rostu pryrodnoho pokhodzhennia yak zasoby pidvyshchennia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur. *Fyzyolohiya y Byokhymiya Kulturnikh Rasteniy*, 4, 40. [In Ukrainian].
5. Zavalyn, A. A. (2012). Biologizatsiya mineralnykh udobreniy kak sposob povisheniya effektivnosti ikh ispol'zovaniya. *Dostizheniya Nauki i Tekhniki APK*, 9, 45–47. [In Russian].
6. Karpischenko, O. I., & Karpischenko, O. O. (2013). Ecologo-economicni problemy vykoristannya mineralnykh dobryv. *Visnyk Sums'kogo Derzhavnogo Universytetu. Seriya Ekonomika*, 2, 5–11. [In Ukrainian].
7. Vinyukov, O. O. (2016). Vpliv biopreparativ i regulatoriv rostu roslin na pokazniki yakosti zerna ozimoyi psheniczi. *Materiali Vseukrayinskoyi naukovo-praktichnoyi konferenciyi molodih vchenih i specialistiv 25–26 travnya 2016 r.* Vinnitsya: NAAN, DU IZK NAAN, Ministerstvovo agrarnoyi politiki ta prodovolstva Ukrayini, ekspertizi sortiv roslin [In Ukrainian].
8. Melnyk, T. V., Yarchuk, I. I., & Masliiov, S. V. (2019). Efficiency of cultivation of hard winter wheat of the variety Kontynent in conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Grain Crops*, 3 (1), 45–51. doi: 10.31867/2523-4544/0059

9. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy*. Moskva: Ahropromizdat [In Russian].
10. Tsikov, V. S., & Pikush, G. R. (1983). *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh opytov s zernovymi, zernobobovymi i kormovymi kulturami*. Dnepropetrovsk [in Russian].
11. Cherenkov, A. V. (2014). *Suchasni tehnologii vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi v zoni Stepu*. NAAN Ukrainy. Dnipropetrovsk: Institut sil'skogo gospodarstva stepovoi zony [In Ukrainian].
12. Netis, I. T. (2011). *Psheniczya ozima na pivdni Ukrayini: monohrafiia*. Kherson: Oldi-plyus [In Ukrainian].
13. Chulakov, E. R. (Red.). (1982). *Nauchno obosnovannaya sistema zemledeliya Dnepropetrovs'koi oblasti*. Dnepropetrovsk: Oblpoligraphizdat [In Russian].
14. DSTU 3768 : 2019. Pshenytsia. Tekhnichniy standart. Chynnyi vid 2019-06-10. (2019). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].
15. DSTU 4138-2002. Nasinnya silskogospodarskikh kultur. Metodi viznachennya yakosti. Chynnyi vid 2004-01-11. (2003). Kyiv [In Ukrainian].
16. *Derzhavnij reyestr sortiv roslin pridanikh dlya poshirennya v Ukrayini` v 2016 rochi*. (2016). Kyiv: TOV "ALEFA" [In Ukrainian].
17. Ulich, L. I., & Gryniv, S. M. (2010). Gospodars'ki i morpho-agrobiologichni vlastyvoli sortiv pshenytsi ozymoi (*Triticum durum*) novogo pokolinnya. *Sortovyvchennya ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn: Naukovo-Praktychnyi Zhurnal*, 1 (11). [In Ukrainian].
18. Yarchuk, I. I., Melnyk, N. V., & Masliiov, S. V. (2019). Yield of durum winter wheat depending on the seeding rate in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Advances of Science. Proceeding of articles the international scientific conference. 5 April, 2019*. Czech Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv.
19. Tarasenko, B. A. (1990). O povypshenii kachestva zerna ozymoi pshenitsi. *Nauchnie trudy KGAU. Selskohozyaistvennye Nauki*, 58, 3–9. [In Russian].
20. Zhemela, G. P., & Musatov, A. G. (1989). *Agrotehnichni osnovi pidvishennya yakosti zerna*. Kyiv: Urozhaj [In Ukrainian].
21. Bilousova, Z. V. (2019). Tekhnologichni vlastyvoli zerna pshenytsi ozymoi zalezno vid dii rehulatora rostu ta rivnia azotnoho zhyvlennia. *Taurian Scientific Herald*, 110 (1), 19–24. doi: 10.31867/2523-4544/0037 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 11.05.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ярчук І. І., Мельник Т. В., Черних С. А. Технологічні якості та урожайність зерна пшениці твердої озимої залежно від застосування біологічно активних препаратів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 107–113.

© Ярчук Ігор Іванович, Мельник Тарас Віталійович, Черних Світлана Анатоліївна, 2021

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

original article | UDC 581.4:631.559: 633:[620.925:58] | doi: 10.31210/visnyk2021.02.14

INFLUENCE OF PLANT BIOMETRICS ON BIOMASS YIELD OF INTRODUCED
RARE ENERGY CROPS

I. Rozhko*

D. D'omin

M. Kulyk

ORCID  [0000-0002-0646-4004](https://orcid.org/0000-0002-0646-4004)ORCID  [0000-0002-2421-0729](https://orcid.org/0000-0002-2421-0729)ORCID  [0000-0003-0241-6408](https://orcid.org/0000-0003-0241-6408)

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

*Corresponding author

E-mail: ilona.rozhko1@ukr.net

How to Cite

Rozhko, I., D'omin, D., & Kulyk, M. (2021). Influence of plant biometrics on biomass yield of introduced rare energy crops. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 114–123. doi: 10.31210/visnyk2021.02.14

The involvement of rare energy crops into cultivation is highly important in the context of obtaining an additional energy resource – the biomass of these plants. Solid, liquid and gaseous biofuels are produced from plant raw materials of energy crops, and their use will reduce the energy dependence of local communities. The study of their morphological and biological traits is another important issue that will enable to identify the peculiarities of yield formation and find effective ways to manage energy crop areas. Therefore, the aim of our research was to provide morphological and biological characteristics of plants and to reveal the peculiarities of biomass formation of rare energy crops. Observations and analyses based on the monographic method, data from dictionaries and reference books as well as the authors' own work and scientific publications of both Ukrainian and foreign scientists were used for this purpose. Authorized scientific methods, DSTU and methods of research in agronomy were used in the laboratory and field experiments. The results of multi-year research made it possible to establish the variability of biometric indicators of energy crops: Indian grass (*Sorghastrum nutans* (L.) Nash), Big Bluestem (*Andropogon Gerardii* Vitman) and Columbus grass (*Sorghum Almu Parodi*). The highest height and plant stem density are formed by Indian grass and Columbus grass. The interdependence between the quantitative indicators of plants of rare energy crops has been determined: as the height of plants increases, their number and biomass yield increases. The highest yield of dry biomass is formed by Columbus grass and Indian grass, 8.0 and 5.0 t/ha, respectively. This indicator is significantly lower in Big Bluestem – at a level of 2.3 t/ha. It has been established that the biometric indices of plants in height and plant stem density have a significant impact on the level of biomass yield of the studied energy crops. This is confirmed by a strong rectilinear correlation ($r > 0.71$) and multidimensional relationship, and is described by the following equation: $z = -2.7247 + 0.0664 \times x - 0.0103 \times y$. Prospects for further research will be to study the seed productivity of rare energy crops depending on growing conditions.

Key words: Indian grass, Big Bluestem, Columbus grass, biometrics, biomass.

ВПЛИВ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН НА ВРОЖАЙНІСТЬ БІОМАСИ ІНТРОДУКОВАНИХ МАЛОПОШИРЕНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

І. І. Рожко, Д. Г. Дьомін., М. І. Кулик

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Залучення до вирощування малопоширених енергетичних культур має важливе значення через отримання додаткового енергетичного ресурсу – біомаси цих рослин. Із рослинної сировини енергетичних культур виготовляють: тверді, рідкі та газоподібні біопалива, а їх застосування дасть змогу знизити енергозалежність територіальних громад. Не менш важливим питанням є вивчення їхніх морфологічних та біологічних особливостей, що дасть можливість виявити важливі чинники, що впливають на формування врожайності та знайти ефективні шляхи управління посівами енергокультур. Тому метою наших досліджень було надати морфологічну та біологічну характеристики рослин, розкрити особливості формування біомаси малопоширених енергетичних культур. Для цього використано: спостереження та аналізування на основі монографічного методу, дані словників і довідників, власні напрацювання авторів та наукові публікації інших учених як України, так і зарубіжжя. Під час проведення лабораторних і польових досліджень застосовували затверджені методики, ДСТУ й методику дослідної справи в агрономії. Результати багаторічних досліджень дали можливість встановити мінливість біометричних показників рослин енергокультур: індіанграсу (сорговника поникаючого), бігблустему (Бородача Жерарді) та сорго багаторічного (трави Колумба). З-поміж них найбільшу висоту та густоту стеблостою формують сорговник поникаючий та сорго багаторічне. Визначено взаємозалежність між кількісними показниками рослин малопоширених енергетичних культур: зі збільшенням висоти рослин буде зростати їх кількість та врожайність біомаси. Найбільшу врожайність за сухою біомасою формує сорго багаторічне й сорговник поникаючий, відповідно 8,0 і 5,0 т/га. Суттєво менший цей показник виявився у Бородача Жерарді – на рівні 2,3 т/га. Визначено, що біометричні показники рослин за висотою і густотою стеблостою здійснюють суттєвий вплив на рівень врожайності біомаси досліджуваних енергетичних культур. Що підтверджується сильним прямолінійним кореляційним ($r > 0,71$) та багатомірним зв'язком та описується рівнянням $z = -2,7247 + 0,0664 \times x - 0,0103 \times y$. Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні насіннєвої продуктивності малопоширених енергетичних культур залежно від умов вирощування.

Ключові слова: сорговник поникаючий, Бородач Жерарді, сорго багаторічне (трава Колумба), біометричні показники, урожайність біомаси.

Вступ

Необхідність зниження енергетичної залежності нашої країни спонукає українських учених до всебічного вивчення нового напрямку – біоенергетики, і насамперед – рослинного енергетичного ресурсу. В цьому плані найліпшим варіантом є вирощування на маргінальних землях вже інтродукованих, певною мірою вивчених, переважно багаторічних енергетичних культур. До цих рослин належать: міскантус гігантський, просо прутоподібне, верба кошикова, клони тополі та ін. Водночас залучення до закладки енергоплантацій нових, менш поширених енергокультур набуває актуального значення. Що пов'язано із їхніми адаптивними властивостями, потенціалом урожайності, можливістю бінарного культивування цих рослин та ін. Саме тому виникає потреба у вивченні їхніх біологічних особливостей та аспектів технології вирощування. Інколи в науковій літературі малопоширені енергетичні культури (МЕК) відносять і до так званих «нішевих культур», що здатні щорічно формувати значний обсяг біомаси та забезпечити додатковий прибуток агрогосподарству. До малопоширених енергокультур належать: індіанграс, мініблустем, бігблустем, сорго багаторічне, стоколос безостий (родина тонконогових), рицина (родина молочайні), сіда, або мальва Віргінська (родина мальвові), щавнат (родина гречкові), павловнія томентоза та елонгата (родина павловнієві) та інші [1]. Зважаючи на це, виникає потреба вивчення шляхів отримання якісного насіннєвого матеріалу МЕК для закладки нових, високопродуктивних енергоплантацій. Це дозволить отримати поновлювану енергоємну рослинну сировину із енергетичних культур для виробництва біопалив та сприятиме зменшенню енергетичної залежності населення територіальних громад [2].

Агроекологічне обґрунтування та впровадження різних агротехнологічних заходів за умови вирощування енергетичних культур на маргінальних землях набуває актуального значення. Адже використання біомаси енергокультур як рослинної сировини для виробництва біопалив має щонайперше значення. Це передбачає зниження енергетичної залежності країни загалом та територіальних громад зокрема. Окрім цього у разі багаторічного вирощування енергетичних культур відмічається збільшення вмісту органічної речовини у ґрунті, поліпшення водного балансу ґрунтового профілю та кругообігу карбону в ньому та ін. [3, 4, 5].

Натепер вивчається вихідний матеріал енергетичних культур для селекції [6], досліджуються агробіологічні особливості формування врожайності та якості насіння проса прутноподібного [7], вивчається потенціал біомаси для певного регіону [8], обґрунтовуються шляхи використання біомаси енергетичних культур для виробництва біопалив, розробляються способи їхнього виробництва та енергоконверсії [9, 10].

На сьогодні особливої уваги заслуговують питання, пов'язані з використанням ділянок, що постраждали внаслідок техногенного впливу, вивчаються можливості використання едофітів для очищення виробничих площ [11], їхньої рекультиваци та очищення ґрунтів за допомогою енергетичних культур [12].

Одночасно з монокультурними насадженнями перспективним є розгляд культивування травосуміші, що передбачає вирощування таких енергетичних культур: свічграсу (*Panicum virgatum* L.), сорго багаторічного або трави Колумба (*Sorghum Almum Parodi*), а також Бігблuestem або Бородача Жерарді (*Andropogon Gerardii Vitman*), Соргоvníк поникаючий або Індіанграсс (*Sorghastrum nutans* (L.) Nash) [13]. Ці культури також придатні до вирощування на маргінальних землях і ростуть у подібних до України кліматичних умовах, а, відповідно, можуть культивуватися на території нашої країни.

Можливість культивування вищезазначених рослин на сьогодні підтверджуються проведені дослідження. Наприклад, *Sorghastrum Nutans* (Nash) L. проявив високий адаптивний потенціал в умовах степу України. Рослини з другого року життя активно накопичують підземну і надземну біомасу й досягають максимуму наприкінці третього року. Урожайність вегетативної біомаси становить до 15,0 т/га [14]. Ця теза також підтверджується власним досвідом авторів у разі вирощування індіанграсу в умовах Лісостепу України.

Наведемо опис малопоширених трав'янистих енергетичних культур.

Соргоvníк поникаючий (Indiangrass, *Sorghastrum nutans* (L.) Nash) [15] – природний багаторічник, що застосовується для боротьби з ерозією, для озеленення ландшафтів; забезпечує харчування й укриття для диких тварин. Соргоvníк – злак теплого сезону в екосистемі високотравних прерій Північної Америки. Природне середовище існування рослин – відкриті поля та луки. Рослини соргоvníка пристосовані до ґрунтів з глибоким заляганням вологи, починаючи від важких глинистих і глинистих пісків із діапазоном рН від 4,8 до 8,0. Соргоvníк має середню стійкість до засолення та посухи, пристосований до періодичного спалення і виживає, проростаючи з підземних кореневих ризом. Висота рослин 1,8–3,2 м; мінімальна глибина проникнення коріння 60–70 см. Врожайність біомаси 12–15 т/га. Норми висіву для природних умов – 4–5 кг/га; в суміші 10–50 %, близько 350 000 насінин в 1 кг. Тривалість культивування на ділянці – до 15 років; кількість років до максимальної врожайності біомаси з 1 га – три роки. Ця рослина може стати інвазійною в деяких регіонах або місцях проживання і може витіснити бажану рослинність, що регулюють обґрунтованим менеджментом вирощування.

Бородач Жерарді (*Big Bluestem, Andropogon gerardii Vitman*) – трав'яниста багаторічна рослина. Цей злак використовується для боротьби з ерозією ґрунтів, зростає в кар'єрах і на узбіччях доріг. *Big Bluestem* застосовують як сировину для виробництва біопалив та можуть використовуватись як якісний корм тваринництву, що сприяє поліпшенню біорізноманіття [16].

Big Bluestem є одним із найбільш поширених видів в екосистемі високотравних прерій Північної Америки. Природне середовище існування фітоценозів *Big Bluestem* – відкриті поля та луки. Висота рослин 1,8–2,5 м; мінімальна глибина проникнення коріння 50 см. Толерантний до широкого спектру ґрунтових умов і рівнів вологості; наявна висока посухостійкість; помірна солестійкість. Норми висіву для природних умов – 4,5–6,0 кг/га; в суміші 10–50 %, близько 288000 насінин в 1 кг. Врожай-

ність біомаси 10–12 т/га. Тривалість культивування на ділянці становить 12–14 років; кількість років до максимальної врожайності біомаси з 1 га – три роки.

Big Bluestem на біопаливо потрібно збирати восени, щоб мінімізувати втрату сухої біомаси, оскільки найчастіше він вилягає за зиму. Деякі дослідження показали, що біомаса Big Bluestem має меншу зольність, ніж у інших спеціалізованих енергетичних культур [17–19].

Сорго багаторічне (Трава Колумба, Columbus Grass, *Sorghum alnum* Parodi) відрізняється високою урожайністю біомаси і насіння, морозостійкістю і має відпрацьовану технологію вирощування [20].

Висота рослин 2,8–3,5 м; мінімальна глибина проникнення коренів 70–80 см; висока посухостійкість; помірна солестійкість. Норми висіву для природних умов – 8,5–10 кг/га; в суміші – не досліджено. Врожайність біомаси 18–20 т/га. Кількість років культивування на ділянці – до 7; кількість років до максимальної врожайності біомаси с 1 га – два [21].

За результатами огляду літератури визначено, що рослини з різних родин відносять до малопоширених енергокультур (МЕК): індіанграс, мініблюестем, бігблюестем, сорго багаторічне, стоколос безостий (родина тонконогових), рицина (родина молочайні), сіда, або мальва Віргінська (родина мальвові), щавнат (родина гречкові), павловнія томентоза та елонгата (родина павловнієві) та інші. Встановлено, що більшість МЕК є багаторічними рослинами, в основному маючи генеративний тип розмноження, в окремих із них переважає вегетативний спосіб (павловнія). Що і обумовлює особливості їхнього вирощування на малопродуктивних ґрунтах. Менеджмент культивування МЕК передбачає послідовність виконання визначених агрозаходів з урахуванням необхідності створення для рослин умов, близьких до оптимальних. Агротехнологія вирощування кожної енергокультури спрямована на забезпечення на достатньому рівні для росту і розвитку рослини сприятливого поживного, водного та температурного режимів. Кінцевий результат вирощування МЕК – отримання сталої врожайності біомаси, яку використовують у свіжому, зеленому вигляді, або за умови повністю сухого стеблостою. Із рослинної енергоємної сировини МЕК виготовляють: тверді, рідкі та газоподібні біопалива, а їх застосування дозволить знизити енергозалежність територіальних громад.

Отже, актуальним питанням є визначення впливу видового складу та біометричних показників рослин малопоширених енергетичних культур на врожайність їхньої біомаси.

Метою дослідження є визначення впливу видового складу та біометричних показників рослин енергетичних культур на врожайність їхньої біомаси.

Для досягнення мети були поставлені такі *завдання*:

1. Встановити мінливість біометричних показників рослин енергетичних культур та їхній вплив на врожайність біомаси.
2. Визначити рівень врожайності сухої біомаси енергетичних культур.

Матеріал і методика досліджень

Наші дослідження були направлені на вивчення особливостей формування врожайності малопоширених енергетичних культур: сорговника поникаючого, бігблюестему (бородача Жерарді), та сорго багаторічного, встановлення зв'язку між біометричними показниками рослин та врожайність сухої біомаси.

Дослід закладався за методом систематичних повторювань варіантів на маргінальних землях у ґрунтово-кліматичних умовах України. При цьому в кожному повторенні варіанти досліду розміщувались по ділянках послідовно [22]. Повторюваність дослідів – триразова, площа кожної ділянки була 50 м². Агротехніка досліду – загальноприйнята для кожної культури. За рік до вирощування рослин маргінальні ґрунти дискували проводили оранку та три осінні культивації – для знищення проростаючих бур'янів. Сівбу здійснювали навесні розрахунковою нормою висіву з урахуванням посівної придатності насіння. Після чого проводили коткування поверхні поля. При появі сходів, з інтервалом у 2 тижні проводили культивації та розпушування ґрунту у міжряддях.

Закладка польових дослідів та їхнє виконання здійснювалося з урахуванням вимог методики дослідної справи в агрономії [23, 24]. Схема досліду наведено на рис. 1.

У наших дослідженнях здійснювали спостереження, обліки й аналізу відповідно до загальноприйнятих та спеціальних наукових методик і рекомендацій з виробництва [25, 26].

Облік урожайності сухої рослинної біомаси проводили після закінчення вегетації рослин [27]. Результати досліджень аналізували згідно зі статистично-математичною методикою, яку здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу із застосуванням комп'ютерної програми «Statistica–6.0» [28, 29].

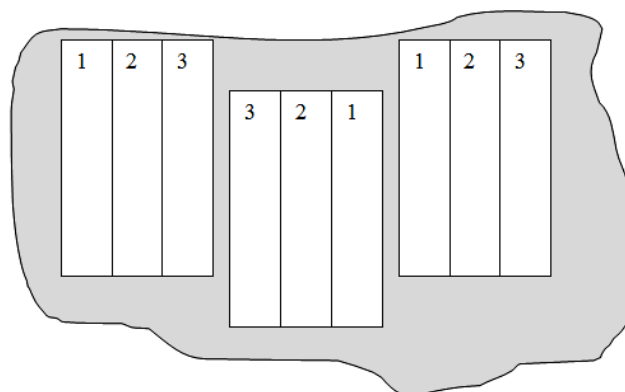


Рис. 1. Схематичне зображення варіантів дослідів із енергетичними культурами:
1 – сорговник поникаючий, 2 – біг-блуестем, 3 – сорго багаторічне.

Отже, методика досліджень є відповідною, що застосовують до виконання агрономічних експериментів із рослинами.

Характеризуючи погодні умови місця проведення досліджень протягом вегетаційного періоду проса прутноподібного за травень-жовтень, спостерігаємо нерівномірності опадів. В окремі періоди росту й розвитку рослин фіксували відсутність опадів, що дозволило оцінити реакцію рослин на стійкість до посухи. Відмічено також періоди надмірного зволоження на фоні підвищених температур, що дало можливість визначити стійкість рослин енергокультур до різних коливань погодних умов (рис. 2-3).

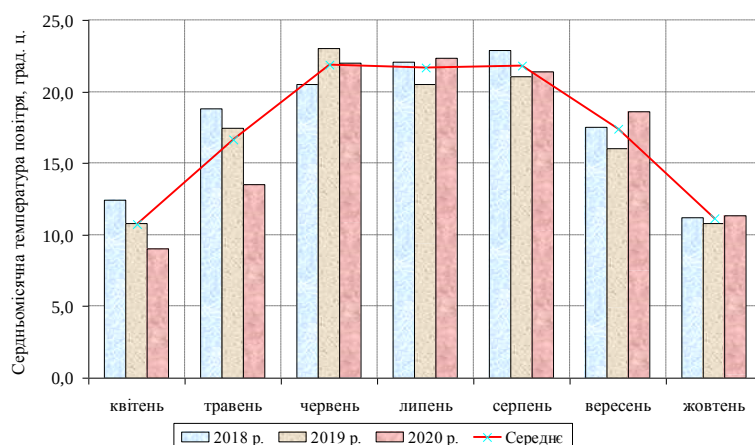


Рис. 2. Середньомісячні температури повітря, 2018–2020 рр.

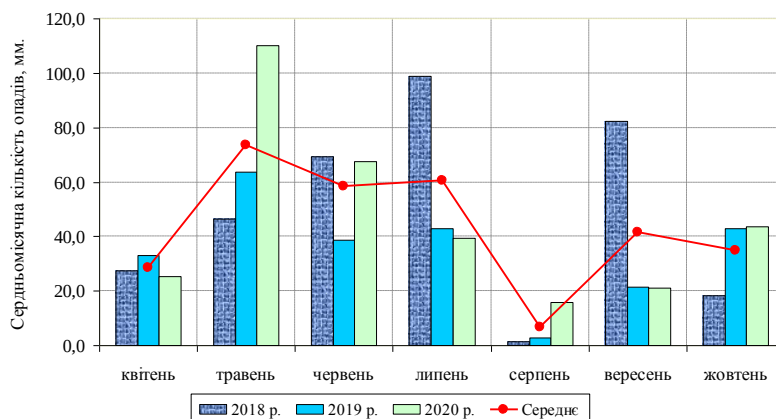


Рис. 3. Середньомісячна кількість опадів, 2018–2020 рр.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Упродовж року найбільших значень температура повітря сягає в липні – до 25,0 °С, в середньому вона сягала 21,8–23,2 °С, в середньому по області 22,3 °С. Мінімальна температура спостерігається в січні – в середньому –4,1 і –4,3 °С. Абсолютний мінімум температури звичайно спостерігається в січні і становить від –25° до –34 °С. Абсолютний максимум у липні-серпні становить від +38° до +40 °С [30].

По території опади розподіляються нерівномірно. Найбільша річна норма опадів спостерігається в центрі та на південному сході області, по м/с Дніпро (567 мм на рік), найменша – на південному заході, по м/с Кривий Ріг і Нікополь (450 і 464 мм відповідно). В середньому по області випадає 516 мм опадів. Такий розподіл можна пояснити тим, що атлантичні антициклони, які приносять основні опади, рухаються територією України з північного заходу на південний схід, переважно долиною Дніпра.

Отже, результати аналізу стану погоди цієї місцевості свідчать, що ґрунтово-кліматичні умови сприятливі для вирощування енергетичних культур, що були взяті на дослідження.

Результати досліджень та їх обговорення

За роки дослідження під час вирощування енергетичних культур на маргінальних ґрунтах встановлено значну мінливість за біометричними показниками рослин. Ця особливість проявилася як за висотою, так і густотою стеблостою (табл. 1–2).

1. Висота рослин енергетичних культур (см), 2018–2020 рр.

Культура	Рік			Середнє за культурою
	2018	2019	2020	
Сорговник поникаючий	111,5	149,5	206,0	155,7
Бородач Жерарді	57,2	96,4	119,7	91,1
Сорго багаторічне	117,9	188,7	257,1	187,9
Середнє за рік	95,5	144,9	194,3	144,9
НІР _{0,05}	12,01	14,05	16,07	-

У сорговника поникаючого тенденція щорічного збільшення висоти стеблостою – від 111,5 до 206,0 см, що в середньому за три роки становило 155,7 см. Тренд збільшення висоти рослин у Бородача Жерарді сягав показників – від 57,2 у перший рік до 119,7 см на третій вегетаційний рік. Щорічне збільшення лінійного приросту рослин був у межах – від 23,3 до 39,2 см. У середньому за три роки висота рослин досягла 91,1 см. У сорго багаторічного варіювання висоти було в межах – від 117,9 см до 257,1 см, що у середньому становило 187,9 см.

За роки дослідження густота стеблостою енергокультур змінювалася від 34,7 до 301,1 шт./м² (табл. 2).

2. Густота стеблостою енергетичних культур (шт./м²), 2018–2020 рр.

Культура	Рік			Середнє за культурою
	2018	2019	2020	
Сорговник поникаючий	112,8	244,6	301,1	219,5
Бородач Жерарді	34,7	80,0	114,9	76,5
Сорго багаторічне	96,8	145,3	205,7	149,3
Середнє за рік	81,4	156,6	207,2	148,4
НІР _{0,05}	17,1	19,2	19,8	-

У сорговника поникаючого густота стеблостою була від 112,8 (на перший рік вегетації) до 301,1 шт./м² (на третій). У результаті, в середньому за три роки густота рослин становила 219,5 шт./м². Відмічена тенденція щорічного збільшення густоти стеблостою на 56,5–131,8 шт./м² рослин.

Значно менші показники за густотою стеблостою виявлено у Бородача Жерарді: цей показник у розрізі років дослідження змінювався від 34,7 до 114,9 шт./м² зі щорічним збільшенням цього показника від 34,9 до 45,3 шт./м², що у середньому за три роки склало 76,5 шт./м².

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Збільшення кількості рослин у сорго багаторічного за роки вегетації було від 96,8 шт./м² у перший рік до 205,7 шт./м² – на третій вегетаційний рік, у середньому за роки – 149,3 шт./м². Щорічне збільшення кількості рослин було в межах – від 48,5 до 60,4 шт./м².

Встановлені щільний зв'язок та залежності між висотою та густотою стеблостою в розрізі досліджуваних енергетичних культур (табл. 3).

3. Залежності між висотою та густотою стеблостою енергетичних культур, 2018–2020 рр.

Культура	Коефіцієнт кореляції (r)	Рівень апроксимації (R ²)	Рівняння регресії
Сорговник поникаючий	0,94	0,83	$y = 1,440 \times x$
Бородач Жерарді	0,99	0,88	$y = 0,872 \times x$
Сорго багаторічне	0,97	0,89	$y = 1,223 \times x$

Примітка: зв'язок суттєвий при 5 % рівні значущості.

Видові особливості поряд із кількісними показниками рослин енергокультур мали вплив і на рівень врожайності отриманої сухої біомаси (табл. 4).

4. Урожайність сухої біомаси енергетичних культур (т/га), 2018–2020 рр.

Культура	Рік			Середнє за культурою
	2018	2019	2020	
Сорговник поникаючий	2,8	4,7	7,6	5,0
Бородач Жерарді	1,4	2,4	3,0	2,3
Сорго багаторічне	5,2	7,9	11,0	8,0
Середнє за рік	3,1	5,0	7,2	5,1
HP _{0,05}	0,16	2,4	2,8	-

У розрізі років дослідження відмічено збільшення тренду сухої біомаси сорговника поникаючого від 2,8 до 7,6 т/га, що в середньому за роки становило 5,0 т/га, відповідно у бородача Жерарді – від 1,4 до 3,0 т/га, а у сорго багаторічного – від 5,2 до 11,0 т/га.

Встановлено щільний зв'язок та регресійні залежності між висотою й густотою стеблостою та врожайністю сухої біомаси енергетичних культур (табл. 5–6).

5. Залежності між висотою рослин та врожайністю біомаси енергетичних культур, 2018–2020 рр.

Культура	Коефіцієнт кореляції (r)	Рівень апроксимації (R ²)	Рівняння регресії
Сорговник поникаючий	0,99	0,87	$y = 0,034 \times x$
Бородач Жерарді	0,98	0,97	$y = 0,025 \times x$
Сорго багаторічне	0,99	0,99	$y = 0,043 \times x$

Примітка: зв'язок суттєвий при 5 % рівні значущості.

6. Залежності між густотою стеблостою та врожайністю біомаси енергетичних культур, 2018–2020 рр.

Культура	Коефіцієнт кореляції (r)	Рівень апроксимації (R ²)	Рівняння регресії
Сорговник поникаючий	0,93	0,88	$y = 0,023 \times x$
Бородач Жерарді	0,98	0,83	$y = 0,028 \times x$
Сорго багаторічне	0,96	0,75	$y = 0,034 \times x$

Примітка: зв'язок суттєвий при 5 % рівні значущості.

Встановлена пряmlinійна сильна кореляція свідчить про тісний зв'язок між кількісними показниками рослин (висотою та густотою стеблостою) і врожайністю сухої біомаси усіх енергетичних культур, що й підтверджується даними графіку багатомірного зв'язку (рис. 4).

Моделювання впливу кількісних показників рослин: висоти (x) та густоти стеблостою (y) показує їх вплив на рівень врожайності сухої біомаси (z) усіх енергетичних культур, що були взяті на дослідження. Це описано рівнянням $z = -2,7247 + 0,0664 \times x - 0,0103 \times y$.

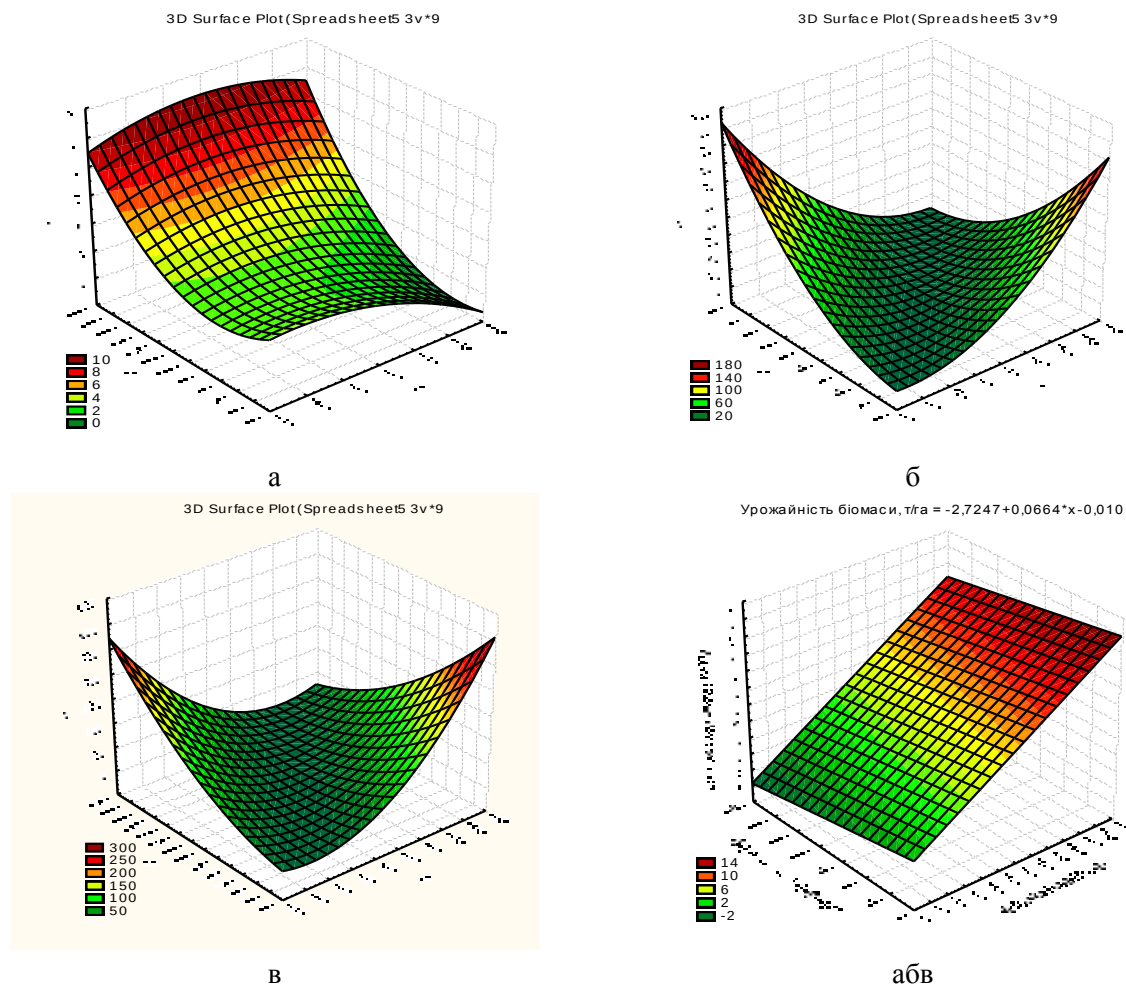


Рис. 4. Багатомірний зв'язок між кількісними показниками рослин і врожайністю біомаси енергетичних культур:

а – сорговник поникаючий, б – бородач Жерарді, в – сорго багаторічне.

Висновки

1. Встановлено взаємозалежність між кількісними показниками рослин малопоширених енергетичних культур: зі збільшенням висоти рослин буде зростати їх кількість та навпаки.

2. Визначено динаміку щорічного збільшення біометричних показників рослин енергетичних культур від першого по третій вегетаційний рік. Найбільшу висоту та густоту стеблостою формують сорговник поникаючий та сорго багаторічне.

2.3-поміж енергетичних культу, взятих на дослідження, найбільшу врожайність за сухою біомасою формує сорго багаторічне й сорговник поникаючий, відповідно 8,0 і 5,0 т/га. Суттєво менший цей показник виявився у Бородача Жерарді – на рівні 2,3 т/га.

3. Визначено, що біометричні показники рослин за висотою і густотою стеблостою вносять суттєвий вплив на рівень врожайності біомаси досліджуваних енергетичних культур, що підтверджує прямолінійний кореляційний зв'язок ($r > 0,71$).

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні насінневої продуктивності малопоширених енергетичних культур залежно від умов вирощування.

References

1. Kulyk, M. I. (2016). *Enerhetychni kultury: navchalnyi posibnyk*. Poltava: Astraia [In Ukrainian].
2. Korenko, M., Bulgakov, V., Kurylo, V., Kulyk, M., Kainichanko, A., Ihnatiev, Y., & Matušeková, E. (2021). Formation of Crop Yields of Energy Crops Depending on the Soil and Weather Conditions. *Acta Technologica Agriculturae*, 24 (1), 41–47. doi: 10.2478/ata-2021-0007
3. Roik, M. V., & Hanzhenko, O. M. (2021). Agricultural and environmental aspects of sustainable bioenergy development. *Bioenergy*, 1, 4–7. doi: 10.47414/be.1.2020.224906
4. Roik, M. V., Hanzhenko, O. M., & Honcharuk, H. S. (2021). The influence of perennial bioenergy crops on the soil fertility restoration. *Bioenergy*, (2). doi:10.47414/be.2.2020.224980
5. Kulyk, M., Galytskaya, M., Plaksienko, I., Kocherga, A., & Mishchenko, O. (2020). Switchgrass and lupin as phytoremediation crops of contaminated soil. *20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM 2020, Ecology, Economics, Education and Legislation*. doi: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.098
6. Rakhmetov, D. B., Verhun, O. M., & Rakhmetova, S. O. (2014). Panicum virgatum L. as a promising introduced species at M. M. Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Introduktsiia Roslyn*, 3, 3–14.
7. Orlov, S. D. (2013). Osoblyvosti proiavu biolohichnykh, hospodarskykh oznak roslyn Panicum virgatum (svitchhras) z metoiu stvorennia sortiv z vysokoju enerhetychnoiu tsinnistiu v lisostepovii zoni Ukrainy. *Naukovi Pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 18, 93–96 [In Ukrainian].
8. Kurylo, V. L., Honcharuk, H. S., & Humentyk, M. Ia. (2014). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia prosa prutopodibnoho. *Bioenerhetyka*, 2, 28–30 [In Ukrainian].
9. Christian, D., Riche, A., & Yates, N. (2002) The yield and composition of switchgrass and coastal panic grass grown as a biofuel in Southern England. *Bioresour Technology*, 83, 115–124. doi: 10.1016/s0960-8524(01)00201-2
10. Kaletnik, H. M. (2008). *Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
11. Batova, Yu. V., Kaznina, N. M., Titov, A. F., & Laydinen, G. F. (2014). Sostoyanie travyanistoy rastitelnosti i nakoplenie tyazhelykh metallov rasteniyami, proizrastayushimi v usloviyah tehnogennogo zagryazneniya pochvyi. *Vestnik Tambovskogo Universiteta. Seriya: Estestvennyie i Tehnicheskie Nauki*, 19 (5), 1642–1645. [In Russian].
12. Keshwani, D. R., & Cheng, J. J. (2009). Switchgrass for bioethanol and other value added applications: a review. *Bioresour Technology*, 100, 1515–1523. doi: 10.1016/j.biortech.2008.09.035.
13. Voigt, T. B. (2012). Perennial herbaceous crops with potential for biofuel production in the temperate regions of the USA. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 7 (015). doi: 10.1079/pavsnnr20127015
14. Martynova, N. V., Lykhopat, Yu. V., Kabar, A. M., Rula, I. V., & Hryhoruk, I. P. (2020). Adaptivnyi potentsial zlakovykh vydiv roslyn Sorghastrum Nutans, Pennisetum Setaceum ta Spodiopogon Sibiricus v umovakh introduksii stepu Ukrainy. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 37–41. [In Ukrainian].
15. Domin, D. H., & Kulyk, M. I. (2021). Perspektyvni maloposhyreni enerhetychni kultury dlia otrymannia biolohichnoi syrovyny ta rekultyvatsii gruntiv. *Orhanizatsiia diialnosti v ahropromyslovomu kompleksi ta aktualni pytannia veterynarii: materialy I mizhnarodnoi spetsializovanoi naukovoï konferentsii, m. Khmelnytskyi, 5 bereznia, 2021 r.* Vinnytsia: Yevropeiska naukova platforma [In Ukrainian].
16. Kulyk, M., D'omin, D., & Rozhko, I. (2021). Reclamation of marginal lands using rare energy crops. In: *European vector of development of the modern scientific researches: collective monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing doi: 10.30525/978-9934-26-077-3-27
17. Delucia, E. H., Heckathorn, S. A., & Day, T. A. (1992). Effects of soil temperature on growth, biomass allocation and resource acquisition of Andropogon gerardii Vitman. *New Phytologist*, 120 (4), 543–549. doi: 10.1111/j.1469-8137.1992.tb01804.x
18. Forwood, J. R., & Magai, M. M. (1992). Clipping Frequency and Intensity Effects on Big Bluestem Yield, Quality, and Persistence. *Journal of Range Management*, 45 (6), 554–559. doi: 10.2307/4002571

19. McKone, M. J., Lund, C. P., & O'Brien, J. M. (1998). Reproductive biology of two dominant prairie grasses (*Andropogon gerardii* and *sorghastrum nutans*, Poaceae): male-biased sex allocation in wind-pollinated plants? *American Journal of Botany*, 85 (6), 776–783. doi: 10.2307/2446412
20. Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2009). *Proso. Osoblyvosti biolohii, fiziolohii, henetyky: monohrafiia*. Kyiv: Kolobih [In Ukrainian].
21. Rakhmetov, D. B. (2007). Rol novykh kultur u fitoenerhetytsi Ukrainy. *Naukovyi Visnyk NAU*, 116, 13–20 [In Ukrainian].
22. Moiseichenko, V. F., & Yeshchenko, V. O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].
23. Dosphehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
24. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., & Opryshko, V. P. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Diia [In Ukrainian].
25. Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., Honcharuk, H. S., Smirnykh, V. M., Horobets, A. M., Kaskiv, V. V., Maksymenko, O. V., & Mandrovskaya, S. M. (2012). *Metodychni rekomendatsii z provedennia osnovnogo ta peredposivnogo obrobittiv gruntu i sivby prosa lozovydnoho*, Kyiv: Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv [In Ukrainian].
26. Smart, A. J., & Moser, L. E. (1997). Morphological Development of Switchgrass as Affected by Planting Date. *Agronomy Journal*, 89 (6), 958–962. doi: 10.2134/agronj1997.00021962008900060018x
27. Kulyk, M. I., Rakhmetov, D. B., & Kurylo, V. L. (2017). *Methodology of conducting field and laboratory researches with switchgrass (*Panicum virgatum* L.)*. Poltava [In Ukrainian].
28. Borovykov, V. P. (2003). *Statistica. Yskusstvo analiza dannykh na kompiutere: dlia professyonalov*. Sankt-peterburg: Pyter [In Russian].
29. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica – 6: Metodychni vkazivky*. Kyiv [In Ukrainian].
30. *Ekolohichniy pasport Dnipropetrovskoi oblasti*. Retrived from: https://mepr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2017 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 12405.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Рожко І. І., Дьомін Д. Г., Кулик М. І. Вплив біометричних показників рослин на врожайність біомаси інтродукованих малопоширених енергетичних культур. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 114–123.

© Рожко Ілона Іванівна, Дьомін Дмитро Геннадійович, Кулик Максим Іванович, 2021



original article | UDC 504.45.058 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.15

SCIENTIFIC FUNDAMENTALS OF FORMING REGIONAL ADAPTIVE STRATEGY
OF HYDROSYSTEM MANAGEMENT (ON THE EXAMPLE OF THE VORSKLA RIVER
IN POLTAVA REGION)

P. V. Pysarenko

M. S. Samoilik

A. O. Taranenko*

Yu. A. Ts'ova

M. M. Prystavs'kyi

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  [0000-0002-1305-939X](https://orcid.org/0000-0002-1305-939X)ORCID  [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)

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., Samoilik, M. S., Taranenko, A. O., Ts'ova, Yu. A., & Prystavs'kyi, M. M. (2021). Scientific fundamentals of forming regional adaptive strategy of hydro-system management (on the example of the Vorskla river in Poltava region). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 124–134. doi: 10.31210/visnyk2021.02.15

The article deals with investigating chemical, physical-chemical and hydro-biological parameters of water in the Vorskla. The relationship between anthropogenic loading and water quality has been established. The direct relationship between N, P content in water and the development of blue-green algae has also been determined. The resistance of aquatic ecosystems to anthropogenic eutrophication in four areas of the Vorskla was assessed. The areas having better production processes were singled out. Area T.1 of the Vorskla is capable of self-cleaning. The aquatic ecosystem of T.2-T.4 areas produces more organic matter than it can decompose, which reduces its ability to self-purification and intensifies eutrophication processes. The reduction of anthropogenic loading on the studied sections of the Vorskla was estimated by the P/D ratio. On the basis of the obtained results agro-ecological recommendations for regulating eutrophication of water systems were developed for the existing, optimal and perspective scenarios and their economic efficiency was determined. According to the current scenario, the damage from water pollution makes UAH 62 million annually. The optimal scenario (during 2022–2030) includes the following measures: the use of probiotics (the total amount of 720 kg in 4 areas during 5 years); construction of modern wastewater purification systems with using probiotics; reduction of wastewater from cesspits (by using bio-preparations and replacing them with septic preparations). The perspective scenario (for 2030–2040) includes the following measures: construction of rainwater and melt water collection system; cleaning of bottom sediments by using hydro-biological methods; re-cultivation of solid domestic wastes landfills (by liming and using of probiotics). To solve the top-priority measures of the 1-st stage, UAH 43 million are necessary. The approximate implementation period is 8 years. After implementing these methods, the damage from water pollution will be reduced by 85 % and will amount to UAH 9.3 million. The implementation of optimal measures covers the losses in the amount of UAH 52.7 million and will have the economic efficiency of UAH 9.7 million per year. During 8 years of implementing measures, the economic effect will make about UAH 378.6 million. UAH 70.8 million is necessary to fulfill all perspective measures. The compensation of losses from water pollution as a result of implementing these measures makes 15 % (UAH 9.3 million). Improving the aquatic ecosystem of the Vorskla river will enable to reduce the

environmental risks to public health, promote the development of recreation and fisheries (social and economic effect).

Key words: eutrophication, aquatic ecosystem, primary products, destruction of organic matter, economic effect.

НАУКОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ АДАПТИВНОЇ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ГІДРОСИСТЕМОЮ (НА ПРИКЛАДІ Р. ВОРСКЛИ В МЕЖАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, А. О. Тараненко, Ю. А. Цьова, М. М. Приставський

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Проведено дослідження хімічних, фізико-хімічних та гідробіологічних показників на різних ділянках р. Ворскли. На досліджуваних ділянках річки встановлена залежність між антропогенним навантаженням та якістю води. Визначено пряму залежність між вмістом у воді азоту та фосфору та розвитком водоростей. Проведена оцінка стійкості водних екосистем до антропогенної евтрофікації на чотирьох ділянках р. Ворскли. Виділені ділянки з перевагою продукційних процесів. На ділянці Т.1 гідросистема р. Ворскли здатна до самоочищення. На ділянках Т.2-Т.4 гідросистема продукує більше органічної речовини, ніж може розкласти, що знижує її здатність до самоочищення, посилює процеси евтрофікації. Проведена оцінка зменшення антропогенного навантаження на ділянках р. Ворскли за Р/D-відношенням. На основі отриманих результатів розроблені агроекологічні рекомендації регулювання евтрофікації водних систем для існуючого, оптимального та перспективного сценарію та визначено їхню економічну ефективність. Існуючий сценарій – збиток від забруднення водного середовища складає 62 млн грн щорічно. Оптимальний сценарій (2022–2030 рр.) включає заходи: використання пробіотику (протягом 5 років у 4 точках загальним обсягом 720 кг); будівництво сучасних систем очистки стічних вод з використанням пробіотичних препаратів; зменшення скидів від вигрібних ям (за рахунок використання біопрепаратів та заміна їх на септики). Перспективний сценарій (2030–2040 рр.) – побудова системи збору дощових і талих вод, очистка донних відкладень з використанням гідробіологічних методів, рекультивація звалища ТПВ (методом вапнування та використання пробіотику). Для вирішення першочергових заходів (I етап) необхідно 43 млн грн. Орієнтовний термін реалізації – 8 років. При реалізації даних методів збиток через забруднення водного середовища зменшиться на 85 % і складатиме 9,3 млн грн. Реалізація оптимальних заходів покриває збиток у розмірі 52,7 млн грн та матиме економічну ефективність – 9,7 млн грн за рік. За 8 років економічний ефект складатиме 378,6 млн грн. Для реалізації перспективних заходів необхідно 70,8 млн грн. Покриття збитку за забруднення водного середовища від реалізації даних заходів складає 15 % (9,3 млн грн.). Поліпшення гідросистеми дасть змогу зменшити екологічні ризики здоров'я населення, сприятиме розвитку рекреації, рибного господарства (соціально-економічний ефект).

Ключові слова: евтрофікація, водна екосистема, первинна продукція, деструкція органічної речовини, економічний ефект.

Вступ

Низька стійкість водних об'єктів урбанізованих територій до постійного антропогенного навантаження призводить до зниження здатності гідробіоценозів до самовідновлення. Внаслідок цього водні об'єкти мають високий рівень хімічного і бактеріологічного забруднення та непридатні для господарсько-побутового та рекреаційного використання. Наприклад, евтрофікація водоймищ, яка пов'язана з підвищеним вмістом азоту та фосфору, «цвітінням» водоростей, їхнім накопиченням, відмиранням, розкладанням із інтенсивним поглинанням кисню з води є наслідком перенасичення ґрунтів і водойм хімікатами. Це явище спричиняє задуху водойм та призводить до загибелі водної фауни.

Питання оцінки екологічного стану якості води та процесів евтрофікації водних екосистем вивчалось багатьма вітчизняними та зарубіжними науковцями, зокрема М. Келлі [1], Г. Г. Вінбергом [2], М. М. Ганущак [3], А. В. Гриценком [4], В. Карігнаном [5], М. О. Клименком [6–7], В. Й. Мельник [8], В. Б. Мокінім [9], П. В. Писаренком [10–12], А. В. Яциком [13], О. М. Скулбергом [14], С. І. Сніжком [15], Дж. Ферейрою [16], Дж. Хлоерном [17],

О. І. Цибульським [18] та іншими. Однак потребують подальшого розвитку дослідження з виявлення регіональних особливостей антропогенної евтрофікації водойм.

Аналіз системи моніторингу поверхневих вод України свідчить про те, що цей компонент системи державного моніторингу довілля потребує удосконалення. В екологічному і геоecологічному моніторингах водного середовища відсутня практика використання показників швидкостей і інтенсивностей обмінних процесів. Тому важливо посилити цей складник моніторингу поверхневих вод України за допомогою включення в його постійний склад продукційно-деструкційного коефіцієнту. Коефіцієнт визначається як відношення первинної продукції органічної речовини до її деструкції (P_v/D). Якщо $P_v/D < 1$, то система здатна до самоочищення та має стійкість до навантаження на неї; якщо $P_v/D > 1$, то система більшою мірою продукує органічну речовину, ніж може розкласти [19]. Отже, виникає необхідність у формуванні наукових засад комплексної системи регулювання процесу евтрофікації водних систем, зважаючи на регіональні особливості, зокрема продукційно-деструкційні відношення гідросистеми для ідентифікації рівня забруднення.

Метою статті стало формування наукових засад комплексної системи регулювання процесу евтрофікації водних систем за рахунок включення продукційно-деструкційних відносин гідросистеми для ідентифікації рівня забруднення, а також новітні екологобезпечні методи регулювання процесу евтрофікації водних систем, як необхідну умову сталого розвитку гідросистем. Для цього необхідно розробити адаптивну стратегію управління гідросистемою (на прикладі р. Ворскли) для існуючого, оптимального та перспективного сценарію розвитку. Це дасть змогу визначати екологобезпечні методи регулювання процесу евтрофікації водних систем з пріоритетом регіональних екологічних імперативів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження процесу евтрофікації води проводилися у річці Ворсклі в межах м. Полтави та у його передмістях. Розміщення ділянок: № 1 (Т. 1) – с. Петрівка, Полтавського р-ну; № 2 (Т. 2) – м. Полтава, вул. Сакко, р-н Дублянщина; № 3 (Т. 3) – м. Полтава, вул. Сакко, р-н Дублянщина; № 4 (Т. 4) – с. Нижні Млини, передмістя м. Полтава. Проби води відбиралися в період червень-липень на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми, між 12:00 та 17:00 годинами. Всього відібрано 72 проби. Фіксація розчиненого кисню проводилася в кожній відібраній пробі на місці.

У процесі дослідження використовували теоретичні (аналіз, синтез, системний аналіз) та прикладні (польові, лабораторні) методи досліджень. Визначення основних фізико-хімічних показників якості води проводили згідно із загальноприйнятими методиками показників. Достовірність результатів забезпечувалась внутрішньо-лабораторним контролем визначення похибок складу проб води, впровадженням програмного обчислення результатів досліджень та побудови калібрувальних графіків на комп'ютері, неодноразовою участю в міжлабораторних та міжнародній інтеркалібраціях контролю якості вимірювань.

Визначення величини валової первинної продукції проводили кисневим методом в умовах «*in situ*». Розрахунок валової первинної продукції проводили за формулою [20]:

$$P_v = (V_c - V_m) / t, \quad (1)$$

де: P_v – валова первинна продукція, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3 \cdot \text{год}$;

V_c – вміст кисню у світлій склянці після експонування, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$;

V_m – вміст кисню в темній склянці після експонування, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$;

t – час, години.

Деструкція (D) фітопланктону водної системи р. Ворскли розрахована за різницею вмісту розчиненого кисню в початковій і темній склянках за [8]:

$$D = (V_{c(\text{поч.})} - V_m) / t, \quad (2)$$

де: D – деструкція, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3 \cdot \text{год}$;

$V_{c(\text{поч.})}$ – початковий вміст кисню у склянці перед експонування, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$;

V_m – вміст кисню в темній склянці після експонування, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$;

t – час, години.

Результати досліджень та їх обговорення

1. Оцінка стійкості водних екосистем до антропогенної евтрофікації на досліджуваних ділянках р. Ворскли

Відповідно до Водного Кодексу України (від 6 червня 1995 року №213/95-ВР) в контексті екологічного моніторингу контроль природного середовища ґрунтується на гранично допустимих концентраціях забруднюючих речовин. Одним із найпростіших способів оцінки евтрофікації водойми є перевірка перевищення фактичними концентраціями забруднюючих речовин ГДК, зокрема біогенних елементів [21]. У результаті дослідження виявлена чітка залежність між антропогенним навантаженням та якістю води на відповідних ділянках (рис. 1–2).



Рис. 1. Фізико-хімічні показники досліджуваних ділянок річки Ворскли (2019 р.)

Позначення: 1 - температура, °C; 2 - кольоровість, градуси; 3 - рН; 4 - ХСК, мгО/дм³; 5 - БПК₅, мгО/дм³; 6 - нітрат-іони, мг/дм³; 7 - нітрит-іони, мг/дм³; 8 - амоній-іони у перерахунку на азот амонійний, мг/дм³; 9 - свинець, мг/дм³; 10 - марганець, мг/дм³; 11 - залізо загальне, мг/дм³; 12 - сухий залишок, мг/дм³; 13 - мідь, мг/дм³; 14 - сульфати, мг/дм³; 15 - нафтопродукти, мг/дм³; 16 - розчинний кисень; 17 - фенол, мг/дм³; 18 - фосфат-іони у перерахунку на мінеральний фосфор, мг/дм³; 19 - вміст водоростей.

Режим біогенних елементів розглядається як вихідний показник потенціальної евтрофікації. Як показують результати проведених досліджень води, в різних ділянках річки Ворскли існує залежність між вмістом азоту у воді та розвитком водоростей (рис. 3). Так, чим вищий вміст у воді азоту й фосфору, тим масовішим є розвиток водоростей, що, відповідно, посилює процес евтрофікації. Найбільш інтенсивний процес евтрофікації характерний для ділянок Т.3 і Т.4, де вміст фітопланктону перевищує відповідні значення на ділянці Т.1 у 1,9 та 1,7 разів відповідно.

Вміст розчиненого у воді кисню входить до основних показників, що визначають поверхневі води як ресурс і розглядається як визначальний фактор для прогнозування кисневого режиму. Середній вміст розчиненого у воді кисню на досліджуваних ділянках 2018 року був у діапазоні 4,50±0,14–5,91±0,34 мгО₂/дм³. Найбільші значення зафіксовані у Т.1 (с. Петрівка, Полтавського р-ну). 2019 року вміст розчиненого кисню перебував у діапазоні 4,50±0,14–6,12±0,44 мгО₂/дм³. 2020 року цей показник склав 4,30±0,11–5,01±0,21 мгО₂/дм³.

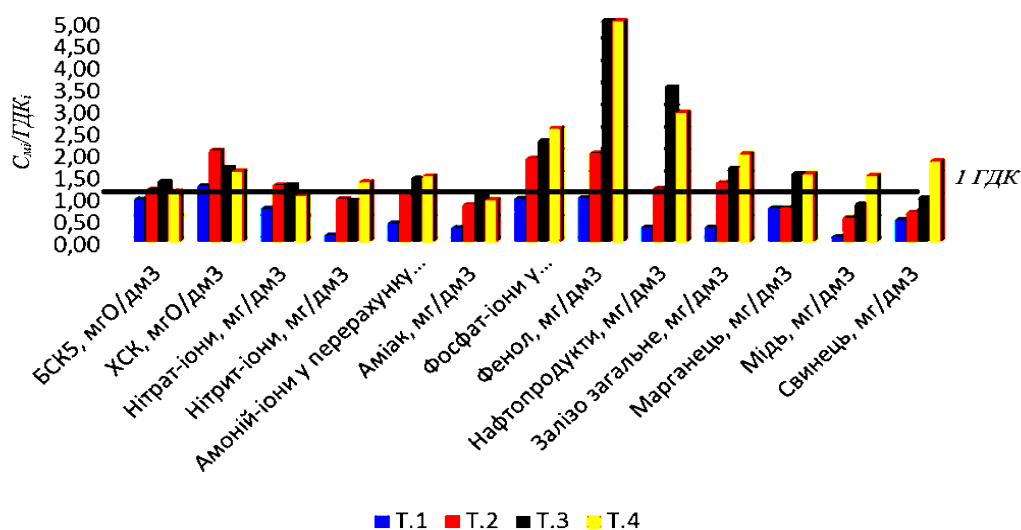


Рис. 2. Результати порівняння фактичних значень зі значеннями ГДК ($C_{mi}/ГДК_i$) досліджуваних показників на ділянках р. Ворскли

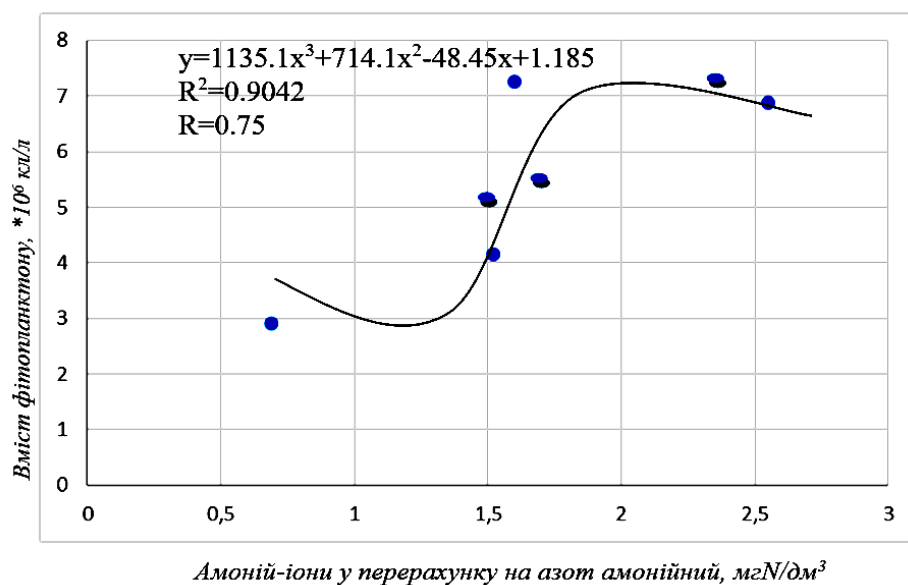


Рис. 3. Залежність між вмістом фітопланктону та азоту амонійного (середнє значення 2018–2020 рр.)

Дослідження вмісту розчиненого кисню протягом року дозволило встановити, що найменше його значення зафіксовано влітку, коли відбувається інтенсивний ріст фітопланктону, найбільше значення – взимку, коли ріст фітопланктону призупиняється. Також дослідження свідчать, що показники вмісту розчиненого кисню у воді річки Ворскли найбільші в період між 12 та 16 годинами дня.

Результати досліджень (усереднені дані 2018–2020 р., червень–липень) фіксують, що валова первинна продукція води (P) р. Ворскли в динаміці в межах м. Полтави становила від $0,50 \pm 0,001$ до $2,10 \pm 0,08$ $\text{мгO}_2/\text{дм}^3 \cdot \text{год}$. Найбільші її значення визначені на ділянці Т.3, найменші – на ділянці Т.1. Значення деструкції (D) у р. Ворскли в межах м. Полтави становило від $0,55 \pm 0,002$ до $0,90 \pm 0,007$ $\text{мгO}_2/\text{дм}^3 \cdot \text{год}$. Виділені ділянки з перевагою продукційних процесів – Т.3, Т.4. Саме органічна речовина автотрофних організмів забезпечує функціонування трофічних рівнів, біотичний колообіг речовин і потік енергії в екосистемах, а переважання продукції над деструкцією приводить до евтрофікації. Значення продукційно-деструкційного коефіцієнту для досліджуваних ділянок р. Ворскли наведено на рис. 4.

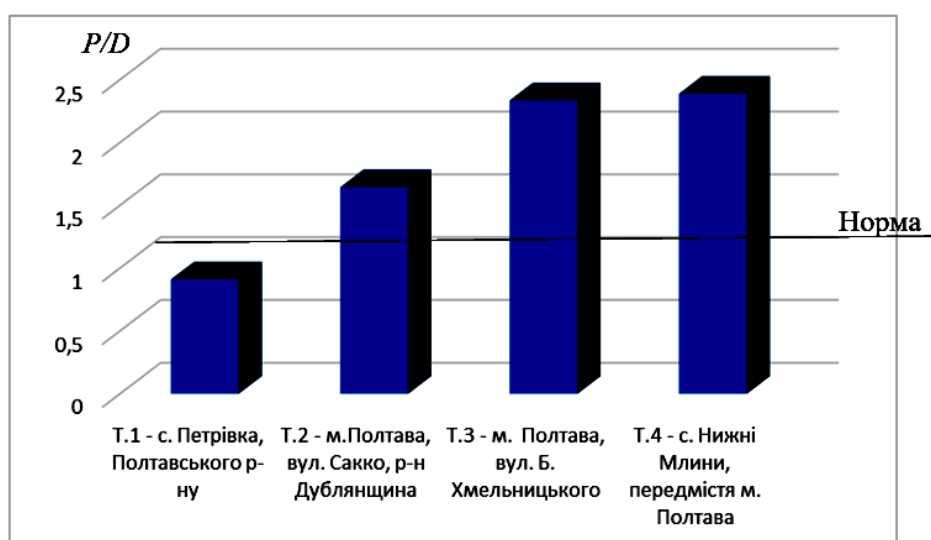


Рис. 4. Продукційно-деструкційний коефіцієнт
(середнє значення 2018–2020 рр.)

У результаті досліджень обґрунтовано, що тільки водна екосистема ділянки Т.1 р. Ворскла здатна до самоочищення та має стійкість до антропогенного навантаження, водні екосистеми ділянок Т.2–Т.4 більшою мірою продукують органічну речовину, ніж можуть розкласти, що характеризується збільшенням маси фітопланктону, зниженням здатності системи до самоочищення та посиленням процесів евтрофікації. Все це потребує розробки системи регулювання процесів евтрофікації на цих ділянках водного об'єкту.

Результати дослідження показали, що інтенсифікація процесу евтрофікації водної екосистеми обумовлюється наявністю антропогенних джерел на досліджуваних ділянках.

2. Екологічно безпечні методи регулювання процесу евтрофікації водних екосистем досліджуваних ділянок р. Ворскли

Ділянка №1: Т.1, с. Петрівка, Полтавського р-ну. Наявними джерелами антропогенного навантаження є: сільськогосподарські угіддя (поверхневий стік з полів біогенних елементів); децентралізоване забруднення води від вигрібних ям (біогенні елементи, марганець та ін. мікроелементів). Розглянемо сценарії зменшення антропогенного навантаження на цій ділянці.

Сценарій 1 (існуючий). Існуюча ситуація зберігається. Натепер $P/D \approx 1$, що вказує на здатність системи до самовідновлення. Подальше накопичення забруднюючих речовин може привести до накопичення їх у донних відкладеннях, збільшення коефіцієнту P/D -відношення, зменшення можливостей водної системи до самоочищення.

Сценарій 2 (оптимальний). Внесення перед початком масового цвітіння водостей (у червні) пробіотику (розбавлення 1 : 100). Враховуючи, що вище по течії річки значні антропогенні джерела відсутні, розрахункова кількість пробіотику становить 50 кг (досліджувана ділянка шириною 7 м та середньою глибиною 3 м) [12]. Оцінка сценаріїв зменшення антропогенного навантаження на ділянці (Т.1) за P/D -відношенням зображена на рис. 4 а).

Сценарій 3 (перспективний) передбачає зниження зовнішнього навантаження на водну екосистему, які стимулюють процес евтрофікації; зменшення внутрішнього навантаження на водний об'єкт, що включає акумуляцію забруднюючих речовин (органічних речовин, важких металів) донними відкладеннями. Зовнішнє навантаження на водну екосистему можна зменшити за рахунок використання природних бар'єрів (очерет, осока, рогіз) та висаджування їх по береговій лінії [8; 22]. Для зменшення вірогідності вторинного забруднення водної системи від донних відкладень, а саме розміщених у них органічних речовин та важких металів, рекомендовано видаляти донні відкладення. При використанні такого методу дещо збільшується глибина водойми та неминучий збиток донній фауні водного об'єкту. Для регулювання «цвітіння» води в р. Ворсклі може бути використаний прийом з використанням ячмінної соломи як інгібітора розвитку ціанобактерій.

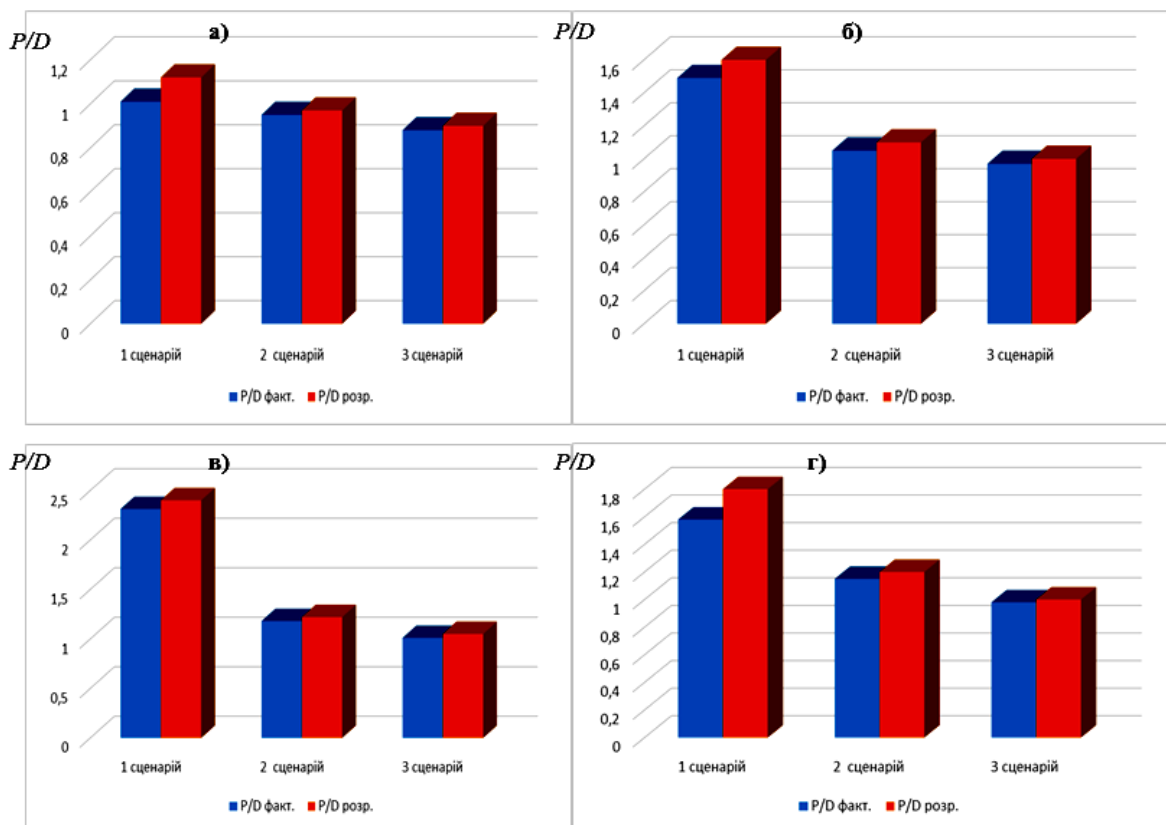


Рис.4. Оцінка сценаріїв зменшення антропогенного навантаження на досліджуваних ділянках р. Ворскли за P/D-відношенням.

Позначення: а - на ділянці Т.1; б - на ділянці Т.2; в- на ділянці Т.3; г- на ділянці Т.4.

Цей метод є найбільш екологічно безпечним та використовується в багатьох країнах. Дані модельних експериментів [23] свідчать про високу активність продуктів розкладання соломи щодо нитчастих водоростей. Використання ячмінної соломи вважається успішним способом боротьби із «цвітінням» води без будь-яких небажаних побічних ефектів.

Також може бути застосований метод, описаний у роботах [24, 25]. На першому пропонується зміна співвідношення азоту до фосфору в бік його збільшення. На другому етапі заселення у водойму рослиноїдної риби (білого амуру і строкатого товстолобика). У ціанобактерій і діатомових водоростей оптимальним вважається відношення азоту до фосфору від двох до п'яти. Збільшення цього відношення призводить до пригнічення цвітіння ціанобактерій і домінування протококкових зелених мікроводоростей. Необхідне збільшення досягається за рахунок додавання в евтрофіковані водойми сполук азоту. На другому етапі пропонується інтродукція у водойму фітопланктоїдних риб, які переводять надлишкову первинну продукцію у вторинну продукцію риб. Запропонований метод регуляції евтрофікації (зміна домінування ціанобактерій на переважання зелених водоростей) застосовується для рекреаційних водойм та для сільської місцевості.

Ділянка № 2: Т.2, м. Полтава, вул. Сакко, р-н Дублянщина. Основне антропогенне навантаження становить централізований скид недоочищених каналізаційних стічних вод; неочищені дощові і талі води (відсутність їх централізованого збору і очистки).

Сценарій 1 (існуючий). Існуюча ситуація зберігається. Коефіцієнт $P/D = 1,50$, що вказує на те, що система більшою мірою продукує органічну речовину, ніж може розкласти. Тому в період з червня по вересень водна екосистема має високий рівень фітопланктону, що супроводжується «цвітінням» водойми. Накопичення біогенних елементів, забруднюючих речовин створює сприятливі умови для росту фітопланктону, зменшенню вмісту кисню у водоймі, збільшенню мутності та зниженню здатності до самоочищення водної екосистеми. Такий варіант сприятиме погіршенню якості води у досліджуваній ділянці р. Ворскли (рис. 4б).

Сценарій 2 (оптимальний) передбачає внесення перед початком масового цвітіння пробіотику (130 кг; розбавлення 1 : 50). Для зменшення локального надходження з водозбору біогенних елементів, зокрема азоту, рекомендується будівництво сучасних систем очистки стічних вод, що включають первинну, вторинну та біологічну систему очистки. Первинна очистка рекомендується у вигляді встановлення відстійників. Як реагенти запропоновані пробіотичні препарати (концентрації 0,31 г/м³ з поступовим зниженням концентрації до 20 %) [26]. Використання біологічних реагентів дозволить нейтралізувати вторинне забруднення водних систем. Додавання пробіотику доцільно здійснювати також при вторинній та біологічній очистці стічних вод. Як показали дослідження [27], застосування пробіотичних препаратів порівняно з хімічними реагентами покращують хімічні (БПК_{повн}, ХПК, азот амонійний, зважені речовини) та гідробіологічні показники. Для передбачення забруднення води речовинами, що сприяють евтрофікації, необхідно проводити постійний контроль у місці централізованого скиду стічних вод за показниками: БСК_{повн}, ХСК, азот амонійний, фосфати, зважені речовини, важкі метали (свинець, марганець), залізо.

Одним із екологічних препаратів, які сьогодні використовуються в Україні, є біопрепарати Світеко–ОС. Витрата препарату становить 1 г на 7 м³ стічних вод [10].

Сценарій 3 (перспективний). З метою зменшення надходжень у водойму органічних речовин, важких металів, біогенних елементів, передбачає створення в м. Полтаві та передмісті системи збору талих та дощових вод та організацію їхньої подальшої очистки, зміцнення берегів водойми. Інші заходи є аналогічними для перспективного сценарію для ділянки Т.1.

Ділянка № 3: Т.3, м. Полтава, вул. Б. Хмельницького. Основними джерелами антропогенного забруднення є: централізований скид недоочищених каналізаційних стічних вод; нецентралізовані скиди в районі розміщення залізничного вокзалу; потрапляння неочищених дощових і талих вод (відсутність їх централізованого збору і очистки); нецентралізовані скиди житлових будинків та закладів суспільно-господарського призначення.

Сценарій 1 (існуючий). Продукційно-деструкційний коефіцієнт ($P/D=2,31$) вказує на значні евтрофікаційні процеси на цій ділянці річки. Збереження існуючої ситуації неможливе, адже водна система виступає вторинним джерелом забруднення довкілля (рис. 4в).

Сценарій 2 (оптимальний) передбачає внесення пробіотику (170 кг перед початком масового цвітіння, розбавлення 1 : 50). [10]. Для зменшення локального надходження з водозбору біогенних елементів, зокрема азоту, рекомендується будівництво новітніх систем очистки стічних вод аналогічно на ділянці Т.2; локалізація забруднення від вигрібних ям (аналогічно ділянці Т.1). Можливе використання різних біопрепаратів, зокрема Світеко – ОС. Заміна вигрібних ям септиками – спорудами для очищення невеликих об'ємів стічних вод (до 25 м³/добу), проектування яких виконується згідно із СНіП 2.04.03-85.

Сценарій 3 (перспективний) передбачає аналогічні заходи для ділянки Т.2: централізований збір та очищення дощових і талих вод, організація централізованого водовідведення від житлових будинків та об'єктів суспільно-господарського призначення, встановлення локальних систем очистки з моніторингом фіксованих показників (БСК_{повн}, ХСК, азот амонійний, фосфати, зважені речовини, важкі метали (свинець, марганець), залізо) у точці збору.

Ділянка № 4: Т.4 м. Нижні Млини, передмістя, м. Полтава. Ділянка розміщена вниз по течії на відстані від попередніх трьох точок (рис. 1). Основними джерелами антропогенного забруднення є: вигрібні ями, нецентралізований стік дощових і талих вод, звалище ТПВ (с. Макухівка). Забруднення від звалища надходять у р. Коломак, яка далі впадає у р. Ворсклу (у районі с. Нижні Млини).

Сценарій 1 (існуючий). Продукційно-деструкційний коефіцієнт $P/D = 1,58$ вказує на значні евтрофікаційні процеси на цій ділянці річки. Водночас вони дещо нижчі, ніж на ділянці Т.3, що можна пояснити розбавленням забруднюючих речовин на цій ділянці річки. Враховуючи, що система більшою мірою продукує органічну речовину, ніж може розкласти, наявний високий рівень фітопланктону, що спричиняє евтрофікацією водойми. Такий варіант сприяє погіршенню якості водної системи (рис. 4 г).

Сценарій 2 (оптимальний). Передбачає внесення пробіотику (370 кг, розбавлення 1 : 50) [10]. За даними [28] спостерігається перевищення ГДК вмісту важких металів (свинець у 10,5 разів, ртуть у 54 рази, марганець у 28 разів) у воді р. Коломак у ділянці розміщення звалища ТПВ. Розв'язання цього питання, як зазначено у [30, 31], можливе за рахунок закриття і рекультивації цього звалища. Нейтралізувати вплив звалища, як зазначають науковці ПДАА [12, 29], можна за рахунок вапнування та використання біопрепаратів (пробіотиків), а в подальшому – фіторе mediaцією звалища.

Сценарій 3 (перспективний) передбачає аналогічні заходи ділянок Т.1, Т.2 і Т.3: централізований збір та очищення дощових і талих вод; організація централізованого водовідведення від житлових будинків та об'єктів суспільно-господарського призначення; встановлення локальних систем очистки з моніторингом фіксованих показників у точці збору; очистка донних відкладень, використання гідробіологічних методів очистки.

3. Економічна ефективність агроекологічних рекомендацій щодо регулювання евтрофікації водних систем.

За існуючим сценарієм збиток від забруднення водного середовища складає 62 млн грн щорічно; Оптимальний сценарій (2022–2030 рр.) включає заходи: додавання пробіотику протягом 5 років у 4 точках загальним обсягом 720 кг; будівництво новітніх систем очистки стічних вод з використанням пробіотичних препаратів; зменшення скидів від вигрібних ям за рахунок використання біопрепаратів та заміна їх на септики. Перспективний сценарій (2030–2040 рр.) включає заходи гідробіологічні методи очистки, побудову системи збору дощових і талих вод, очистку донних відкладень, рекультивування звалища ТПВ з використанням методу вапнування та пробіотику. Для вирішення першочергових заходів (1 етап) необхідно 43 млн грн. Орієнтовний термін реалізації – 8 років. Після реалізації цих методів збиток через забруднення водного середовища орієнтовно зменшиться на 85 % і складатиме 9,3 млн грн. Реалізація оптимальних заходів покриває збиток розміром 52,7 млн грн і складає економічну ефективність – 9,7 млн грн за один рік. Економічний ефект за 8 років складає 378,6 млн грн. Для реалізації перспективних заходів необхідно 70,8 млн грн. Покриття збитку через забруднення від реалізації цих заходів складе 15 %, тобто 9,3 млн грн. Водночас проведення заходів із запобігання евтрофікації водойми дозволить зменшити екологічні ризики здоров'ю населення, сприятиме розвитку рекреації, рибного господарства, що дасть змогу покрити зазначені витрати та матиме значний соціально-економічний ефект.

Висновки

Проведена оцінка стійкості водних екосистем до антропогенної евтрофікації на чотирьох ділянках р. Ворскли. Розроблені рекомендації регулювання евтрофікації водних систем для існуючого, оптимального та перспективного сценарію. Проведена оцінка зменшення антропогенного навантаження на ділянках р. Ворскли за P/D-відношенням. Після реалізації зазначених методів збиток через забруднення водного середовища орієнтовно зменшиться на 85 %. Покриття збитку через забруднення від реалізації перспективних заходів складе 15 %. Це дасть змогу зменшити екологічні ризики здоров'ю населення, а також мати значний соціально-економічний ефект.

Перспективи дослідження. На основі проведеного дослідження на прикладі р. Ворскли передбачається розробка методичних рекомендацій щодо формування адаптивної стратегії управління гідросистемою, зважаючи на регіональні особливості. Це дасть можливість реалізовувати завдання, зазначені в Указі Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (від 30 вересня 2019 року № 722/2019), де стале управління водними ресурсами визначено як одна із пріоритетних цілей сталого розвитку України.

References

1. Kelly, M. G., & Whitton, B. A. (1998). Biological monitoring of eutrophication in rivers. *Hydrobiologia*, 384, 55–67.
2. Vinberg, G. G. (1983). Biologicheskaya produktivnost vodoemov. *Ekologiya*, 3, 3–12 [In Russian].
3. Hanushchak, M. M. (2015). Otsinka yakosti poverkhnevnykh vod baseinu r. Styr. *Hidrolohiia, Hidrokhiimiia, Hidroekolojiia*, 1 (36), 100–118 [In Ukrainian].
4. Hrytsenko, A. V., Vasenko, O. H., & Vernichenko, H. A. (2012). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevnykh vod za vidpovidnymy katehoriiami*. Kharkiv: UkrNDIEP [In Ukrainian].
5. Carignan, V., & Villard, M.A. (2017). Selecting indicator species to monitoring ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 78, 45–61. doi: 10.1023/a:1016136723584
6. Klymenko, M. O., & Biedunkova, O. O. (2008). *Kruhoobih vazhkykh metaliv u vodnykh ekosystemakh*. Rivne [In Ukrainian].
7. Klymenko, O. M., & Statnyk, I. I. (2012). *Metodolojiia pokrashchennia ekolohichnoho stanu richok Zakhidnoho Polissia (na prykladi r. Horyn): monohrafiia*. Rivne [In Ukrainian].

8. Melnyk, V. Y., & Tolochoyk, I. L. (2017). Suchasnyi stan yakosti vody v r. Styr v mezhakh Rivnenskoï oblasti. *Naukovyi Visnyk Skhidnoievropeiskoho Natsionalnoho Universytetu im. L. Ukrainky*, 7 (356), 90–94 [In Ukrainian].
9. Mokin, V. B. (2005). *Matematychni modeli dlia kontroliu ta upravlinnia yakistiu richkovykh vod*. Vinnytsia [In Ukrainian].
10. Pysarenko, P. V., & Korchahin, O. P. (2020). Ekolohichne obgruntuvannya rehuliuвання protsesiv evτροφikatsii vodnykh ob'ektiv. *Tavriyskyi Visnyk*, 114, 274–283. doi: 10.32851/2226-0099.2020.114.33 [In Ukrainian].
11. Pysarenko, P. V., & Korchahin, O. P. (2019). Prohnozuvannya protsesiv evτροφikatsii vodoim na prykladi richky Vorskla. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 103–110. doi: 10.31210/visnyk2019.03.13 [In Ukrainian].
12. Pisarenko, P. V., & Korchagin, O. P. (2019). Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 341, 012002. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012002
13. Yatsyk, A. V., Kanash, O. P., & Stashuk, V. A. (2007). *Metodyka rozrakhunku antropohennoho navantazhennia i klasyfikatsii ekolohichnoho stanu basiniv malykh richok Ukrainy*. Kyiv: UNDIWEP [In Ukrainian].
14. Skulberg, O. M. (2005). Cyanobacteria/cyanotoxin research-Looking back for the future: The opening lecture of the 6th ICTC, Bergen, Norway. *Environmental Toxicology*, 20 (3), 220–228. doi: 10.1002/tox.20101
15. Snizhko, S. I. (2001). *Otsinka ta prohnozuvannya yakosti pryrodnykh vod*. Kyiv: Nika-Tsentr [In Ukrainian].
16. Ferreira, J. G., Andersen, J. H., Borja, A., Bricker, S. B., Camp, J., Cardoso da Silva, M., Garcés, E., Heiskanen, A.-S., Humborg, C., Ignatiades, L., Lancelot, C., Menesguen, A., Tett, P., Hoepffner, N., & Claussen, U. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European marine strategy framework directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93 (2), 117–131. doi: 10.1016/j.ecss.2011.03.014
17. Cloern, J. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223–253. doi: 10.3354/meps210223
18. Smith, V. H., Joye, S. B., & Howarth, R. W. (2006). Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51 (1, 2), 351–355. doi: 10.4319/lo.2006.51.1_part_2.0351
19. Tsybul'skyi, O. I. (2017). Uhrupuvannya hidrobiontiv yak pokaznyk ekolohichnykh ryzykiv zabrudnennia richok Ukrainy. *Extended abstract of candidate's thesis*. Instytut hidrobiolohii NAN Ukrainy. Kyiv [In Ukrainian].
20. Bulon, V. V. (1994). *Zakonomernosti pervichnoj produktsii v limnicheskikh ekosistemakh*. Nauka [In Ukrainian].
21. Vinberg, G. G. (1960). *Pervichnaya produktsiya vodoemov*. Minsk [In Ukrainian].
22. Natsionalna ekolohichna polityka Ukrainy: otsinka i stratehiia rozvytku. Dokument pidhotovleno v ramkakh proektu PROON (2007). In: *HEN «Otsinka natsionalnoho potentsialu v sferi hlobalnoho ekolohichnoho upravlinnia v Ukraini»*. Kyiv: Heneza [In Ukrainian].
23. Trylys, V. V., Sereda, T. M., & Savytskyi, O. L. (2015). Nadkhodzhennia orhanichnykh rehovyn v richkovu ekosystemu (na prykladi modalnoi dilianky r. Vita). *Naukovi Zapysy Ternopil'skoho Natsionalnoho Pedahohichnoho Universytetu. im. V. Hnatiuka*, 3–4 (64), 648–651 [In Ukrainian].
24. De Pauw, N., Hawkes, H. A., Walley, W. J., & Judd, S. (1993). Biological monitoring of river water quality. *River Water Quality Monitoring and Control*, 87–111.
25. Solovei, T. V. (2004). Otsinka vplyvu hidrolohichnykh chynnykiv na yakist vody richok basynu verkhnoho Prutu v malovodnyi period roku. *Extended abstract of candidate's thesis*. Chernivetskyi natsionalnyi universytet im. Yu. Fedkovycha. Chernivtsi [In Ukrainian].
26. Williams, P. J. & Le B. Robinson, C. (2015). seasonal differences in the control of productivity in the Rhone Outfall region of the Gulf of Lions. *CEC Water Pollution Reports*, 20, 145–154.
27. Markin, V. V. (2016). Matematicheskie modeli intensifikatsii processov mekhanicheskoy i biologicheskoy ochistki stochnykh vod s pomosh'yu probioticheskogo sredstva “Oksidol”. *Vestnik Donbasskoj Nacionalnoj Akademii Stroitelstva i Arhitektury*, 5 (121), 88–94 [In Russian].

28. Nasonkina, N. G., & Markin, V. V. (2014). Predvaritel'naya ochistka stochnykh vod s pomosh'yu probioticheskikh sredstv. *MOTROL*, 16 (6), 125–132 [In Russian].
29. *Regionalna programa ohoroni dovkillia, racionalnogo vikoristannia prirodnih resursiv ta zabezpechennia ekologichnoi bezpeki z urahuvannyam regionalnih prioritetiv Poltavskoyi oblasti.* (2017). Poltava [In Ukrainian].
30. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., & Korchahin, O. P. (2019). Otsinka fitotoksichnoi dii stichnykh vod mist zakhoronennia vidkhodiv na stikist *Triticum aestivum*. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 77–85 [In Ukrainian].
31. Samoilik, M. S. (2014). *Resursno-ekologichna bezpeka rehionu: monohrafiia.* Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 21.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Тараненко А. О., Цьова Ю. А., Приставський М. М. Наукові засади формування регіональної адаптивної стратегії управління гідросистемою (на прикладі р. Ворскли в межах Полтавської області). *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 124–134.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Тараненко Анна Олексіївна,
Цьова Юрій Андрійович, Приставський Микола Миколайович, 2021


original article | UDC 556.114 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.16

IMPROVING EUTROPHICATION REGULATION OF WATER BODIES BY USING BIOLOGICAL METHODS
P. V. Pysarenko
M. S. Samoilik
O. Yu. Dychenko*
M. S. Sereda
O. P. Korchahin

 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, Skovorody Str. 1/3, Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

How to Cite

 Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., Sereda, M. S., & Korchahin, O. P. (2021). Improving eutrophication regulation of water bodies by using biological methods. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 135–144. doi: 10.31210/visnyk2021.02.16

The conducted study is a complex analysis of the influence of waters having different eutrophication level on the similarity, growth and root system of sown seeds. To estimate the phototoxic effect, the following indicators were used in the experiment: plantlets' height, roots' length, as well as the phyto-mass of plantlets and plant root system. The following plants having highly expressed stress-reaction on pollution were used as test ones: *Pisum sativum*, *Triticum aestivum*, *Lepidium sativum*. The phytotoxic effect is considered significant if it makes more than 20%. The possibility of using probiotics to fight the process of "water bloom" was studied. The assessment of phytotoxic effect of the examined water samples before and after their purifying with Sviteco-Agrobiotic-01 probiotic (in 1 : 100 solution) as to germinating capacity, growth, and root system of the sown seeds was conducted. It has been determined that after purifying with probiotics, all the water samples concerning *Triticum aestivum* and *Lepidium sativum* biometric indicators were regarded non-toxic (the toxicity was absent); moreover, clear dynamics to increasing the purification effect at impurities' concentration increase in the water was registered. As a result of the study, the effectiveness of applying probiotic preparations to decrease water phyto-toxicity has been established, that enables to suppose the possibility of regulating the processes of surface waters' eutrophication by using probiotics. In order to assess the effectiveness of applying probiotic preparations to regulate water systems' eutrophication, the study of water samples before and after purification was conducted by chemical indicators. It has been established that Sviteco-Agrobiotic-01 had the highest effect as to the majority of substances. Moreover, the effectiveness of purification was the following: by BOD₅– 39 %, COD – 33 %, suspended matters – 18 %, ammonium nitrogen – 33 %, manganese – 20 %. It has been found that the use of probiotic preparations is more effective in comparison with chemical methods; in particular, the application of Sviteco-Agrobiotic-01 probiotic eliminates 70–80 % of cyanobacteria. The same result was obtained while using potassium permanganate, but the negative effect of this method is the fact that the use of chemical methods leads to repeated water bodies' pollution. Our study proves the possibility for developing complex systems of surface water bodies' purification with environmentally safe methods to prevent water reservoirs' bloom, which is one of the priorities in the development of urbanized areas and sustainable development of the society.

Key words: water bodies, eutrophication, probiotics, biometric indicators, effectiveness, phytotoxic effect.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ
ЗА ДОПОМОГОЮ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ*П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, М. С. Середа, О. П. Корчагін*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, 36003, Україна

Проведене дослідження є комплексним аналізом впливу вод різного рівня евтрофікації на схожість, ріст та кореневу систему висіяного насіння. Для оцінки фітотоксичного ефекту в досліді були використані такі показники: висота проростків, довжина коренів, а також фітомаса проростків і кореневої системи рослин. Як тест-культури були використані рослини, що мають яскраво виражену стрес-реакцією на забруднення: *Pisum sativum*, *Triticum aestivum*, *Lepidium sativum*. Фітотоксичний ефект вважається значущим, якщо становить понад 20 %. Досліджено можливість використання пробіотиків для боротьби з процесом «цвітіння води». Проведено оцінку фітотоксичного ефекту досліджуваних зразків води до та після очистки їх пробіотиком Світеко-Агробіотик-01 (у розведенні 1 : 100) на схожість, ріст та кореневу систему висіяного насіння. Визначено, що після очистки пробіотиком усі зразки води по всіх біометричних показниках *Triticum aestivum* та *Lepidium sativum* віднесено до нетоксичних (відсутня токсичність), причому зафіксовано чітку динаміку до збільшення ефекту очистки при збільшенні концентрації забруднень у воді. У результаті дослідження встановлено ефективність використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності води, що дає змогу зробити припущення про можливість регулювання процесів евтрофікації поверхневих вод за допомогою пробіотиків. Для оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів для регулювання евтрофікації водних систем проведено дослідження зразків води до та після очистки за хімічними показниками. З'ясовано, що найвищий ефект по більшості речовин мав СвітекоАгробіотик-01. Ефективність очистки була такою: по БСК₅ – 39 %, ХСК – 33 %, зваженим речовинам – 18 %, азоту амонійному – 33 %, марганцю – 20 %. Встановлено, що використання пробіотичних препаратів є більш ефективним порівняно з хімічними методами, зокрема використання пробіотику Світеко-Агробіотик-01 дає ефективність знищення ціанобактерій до 70–80 %. Такий результат отримано при застосуванні перманганату калію, але негативним моментом цього методу є те, що використання хімічних методів створює вторинне забруднення водоймищ. Це дає можливість розробити комплексні системи очистки поверхневих водних об'єктів екологічно безпечними методами від цвітіння водоймищ, що є одним із пріоритетів розвитку урбанізованих територій та сталого розвитку суспільства.

Ключові слова: водні об'єкти, евтрофікація, пробіотики, біометричні показники, ефективність, фітотоксичний ефект.

Вступ

Природне водоймище є біологічно збалансованою екологічною системою, налаштованою на самоочищення і самовідновлення. Цей природний стан біологічного балансу може бути порушений як у результаті природного старіння водоймища, так і в результаті штучного забруднення водоймища органічними речовинами і поживними елементами. Потрапивши у водоймище, органіка частково розчиняється у воді, частково опускається на дно водоймища, де формується органічна біомаса донного мулу, що піддається розкладанню гнильними бактеріями і грибами. При розкладанні, органічні речовини інтенсивно забирають з води розчинений кисень, натомість виділяють у воду продукти розпаду – поживні (біогенні) елементи азоту, фосфору. Надлишок органічних речовин і поживних елементів призводить спочатку до порушення біологічної рівноваги і пригнічення біологічного самоочищення водоймища, а потім до зміни типу екосистеми ставка або озера на евтрофний – тобто до заболочування [1–12].

В умовах зростаючого антропогенного впливу вирішення завдань попередження деградації водного середовища та раціонального природокористування набуло винятково важливого значення. Відповідно до Указу Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (від 30 вересня 2019 року № 722/2019) стале управління водними ресурсами визначено як одна із пріоритетних цілей сталого розвитку України.

Значний внесок у розробку теоретичних основ і пошук практичних заходів щодо боротьби з масовим розвитком ціанобактерій у поверхневих водоймах зробили значна кількість як вітчизняних, так і закордонних учених [10–23]. Водночас при всьому комплексі методів боротьби з евтрофікацією, що наводиться в науковій літературі, питання використання бактерій, зокрема пробіотиків, для очищення поверхневих водних об'єктів, є на сьогодні недостатньо вивченими. Широкому застосуванню пробіотичних препаратів перешкоджає недостатня вивченість цього напрямку: відсутня наукова і науково-практична база, порівняльні дослідження різних пробіотиків, методики розрахунку необхідних доз прибутків для отримання заданого ефекту очищення тощо.

Метою проведення цих досліджень є обґрунтувати ефективність використання пробіотичних препаратів для регулювання процесу евтрофікації водних систем. Головним *завданням* досліджень було теоретично обґрунтувати та експериментально довести ефективність використання пробіотичних препаратів для регулювання процесу евтрофікації водних систем, довести комплексний вплив пробіотиків на процес очистки як для передбачення, так і ліквідації наслідків евтрофікації.

Матеріали і методи досліджень

Для дослідження процесу евтрофікації води в річці Ворскла було взято проби на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми, в різних районах міста Полтави та на околицях міста, а саме: ділянка № 1 (Т. 1) – с. Петрівка, Полтавського р-ну; ділянка № 2 (Т. 2) – м. Полтава, вул. Сакко, р-н Дублянщина; ділянка № 3 (Т. 3) – м. Полтава, вул. Сакко, р-н Дублянщина; ділянка № 4 (Т. 4) – с. Нижні Млини, передмістя м. Полтави. *Проби води бралися між 12:00 та 17:00 годинами.*

Під час проведення досліджень використовували теоретичні (аналіз, синтез, системний аналіз) та прикладні (польові, лабораторні) методи досліджень. Проби на гідрохімічні та гідрофізичні параметри відбирали приладом батометром Паталаса об'ємом 1 л у пластикові пляшки об'ємом 0,5 л. Усі вимірювання гідрохімічних параметрів проводились протягом 24 годин після відбору проб. Достовірність результатів забезпечувалась внутрішньо-лабораторним контролем визначення похибок складу проб води, впровадженням програмного обчислення результатів досліджень та побудови калібрувальних графіків на комп'ютері, неодноразовою участю в міжлабораторних та міжнародній інтеркалібраціях контролю якості вимірювань.

Для комплексної оцінки фітотоксичності води, набраної на різних ділянках р. Ворскли 2018–2020 рр., проведено визначення фітотоксичності методом проростків [13–23]. Визначення фітотоксичного впливу водного середовища на ріст і кореневу систему рослин здійснювали на підставі розрахунку за формулою:

$$FE = [(Mo - Mk) / Mo] \times 100 \%,$$

де *Mo* – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком води;

Mk – маса або ростові показники рослин у воді, що досліджується.

Всі досліді проведені в чотирикратній повторності.

Результати досліджень та їх обговорення

Одержані результати попередніх досліджень показали необхідність очистки водних систем біологічними методами. На сьогодні використання пробіотичних препаратів для очистки компонентів довкілля, зокрема водних систем, недостатньо вивчений напрям. Тому проведено дослідження застосування пробіотичних препаратів для регулювання евтрофікації водних систем.

Для дослідження використано пробіотичні препарати, а саме: Світеко-ППВ, Світеко-ОПЛ, СвітекоАгробіотик-01. Проведене дослідження є комплексним аналізом фітотоксичного ефекту водних зразків до і після очистки їх пробіотичними препаратами на схожість, ріст та кореневу систему висадженого насіння гороху посівного (*Pisum sativum*), пшениці озимої (*Triticum aestivum*) та крес-салату (*Lepidium sativum*). Дослід проводився 14 діб.

Порівняння кількості пророслого насіння гороху на зразках води до та після очистки води пробіотичними препаратами зображено на рис. 1. Контролем була водопровідна питна вода, причому після додавання до неї пробіотику проростання насіння збільшилося на 1,5 %, що вказує на стимуляційний ефект цього препарату. Відповідно, у зразку води з Т. 1 проростання насіння збільшилося на 4 %, Т. 2 – на 6 %, Т. 3 і Т. 4 – на 7 %. Можна констатувати, що при більшому забрудненні води (по важким металам, фенолам, кількості синьо-зелених водоростей) спостерігається більший стимуляційний ефект.

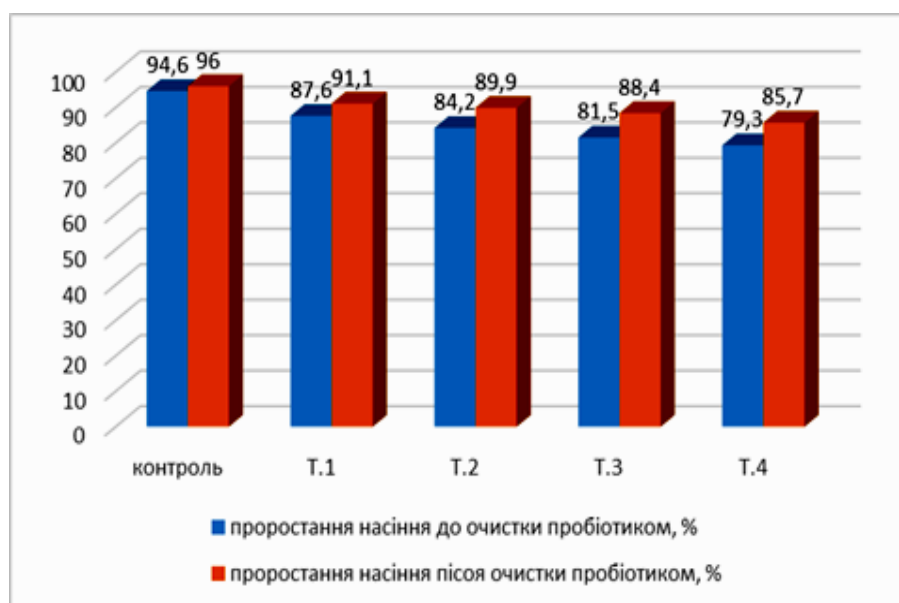


Рис. 1. Кількість пророслого насіння гороху на зразках води до та після очистки води пробіотичними препаратами

За даними таблиці 1 проведено порівняння біометричних показників рослин гороху до та після очистки пробіотиком. Фітотоксичність води після очистки води зменшилася по всім біометричним показникам (табл. 2), але враховуючи низьку чутливість гороху до такого діапазону забруднення, у подальшому проведені аналогічні дослідження на пшениці озимій та крес-салаті.

1. Біометричні показники зразків води (ФЕ) різного рівня евтрофікації, очищеної пробіотиком

Зразок води, місце відбору	Горох посівний (<i>Pisum sativum</i>)									
	по проростанню		по довжині коренів		по масі коренів		по довжині наземної частини		по масі наземної частини	
	проростання насіння до очистки, %	проростання насіння після очистки, %	довжина коренів до очистки, см	довжина коренів після очистки, см	маса коренів до очистки, мг	з маса коренів після очистки, мг	довжина наземної частини до очистки, см	довжина наземної частини після очистки, см	маса наземної частини до очистки, мг	маса наземної частини після очистки, мг
контроль	94,6	96	13,3	13,7	15,5	15,6	31,8	32,0	22,1	22,5
T. 1	87,6	91,1	12,3	12,9	13,9	15,1	29,4	31,5	19,8	21,8
T. 2	84,2	89,9	11,5	12,4	13,4	15	28,5	31,2	19,5	21,1
T. 3	81,5	88,4	10,8	11,9	14,0	14,8	26,7	29,5	17,2	20,4
T. 4	79,3	85,7	10,6	11,7	13,5	14,7	25,8	28,4	17,5	20,1

Порівняння кількості пророслого насіння пшениці озимої та ФЕ на зразках води до та після очистки води пробіотичними препаратами приведено на рис. 2 та 3.

2. Фітотоксичний ефект зразків води (ФЕ) різного рівня евтрофікації, очищеної пробіотиком

Зразок води, місце відбору	Горох посівний (<i>Pisum sativum</i>)									
	по проростанню		по довжині коренів		по масі коренів		по довжині наземної частини		по масі наземної частини	
	ФЕ до очистки, %	ФЕ після очистки, %	ФЕ до очистки, %	ФЕ після очистки, %	ФЕ до очистки, %	ФЕ після очистки, %	ФЕ до очистки, %	ФЕ після очистки, %	ФЕ до очистки, %	ФЕ після очистки, %
T.1	7,40	5,10	7,5	5,8	6,27	3,21	7,55	1,56	10,41	3,11
T. 2	10,99	6,35	13,5	9,49	8,24	3,85	10,38	2,50	11,76	6,22
T.3	13,85	7,92	18,8	13,14	5,88	5,13	16,04	7,81	22,17	9,33
T.4	16,17	10,73	20,3	14,60	7,84	5,77	18,87	11,25	20,81	10,67

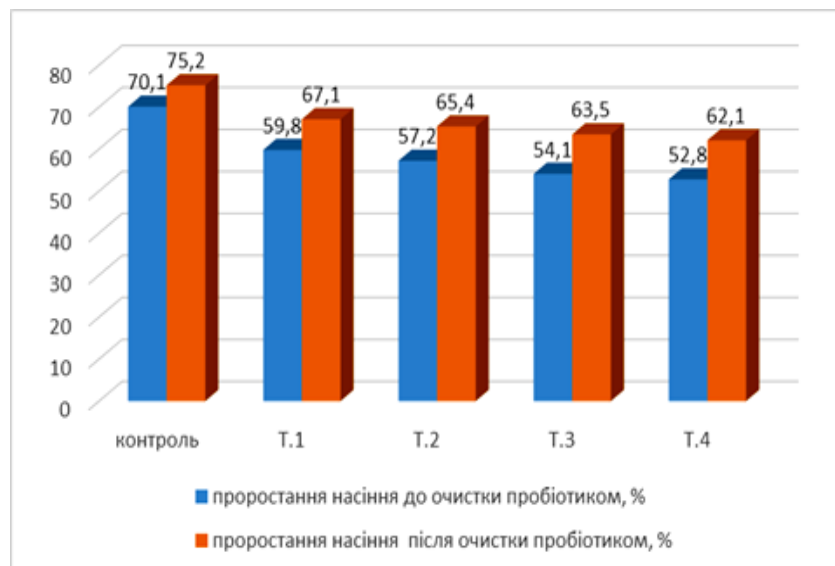


Рис. 2. Кількість пророслого насіння пшениці озимої на зразках води до та після очистки води пробіотичними препаратами

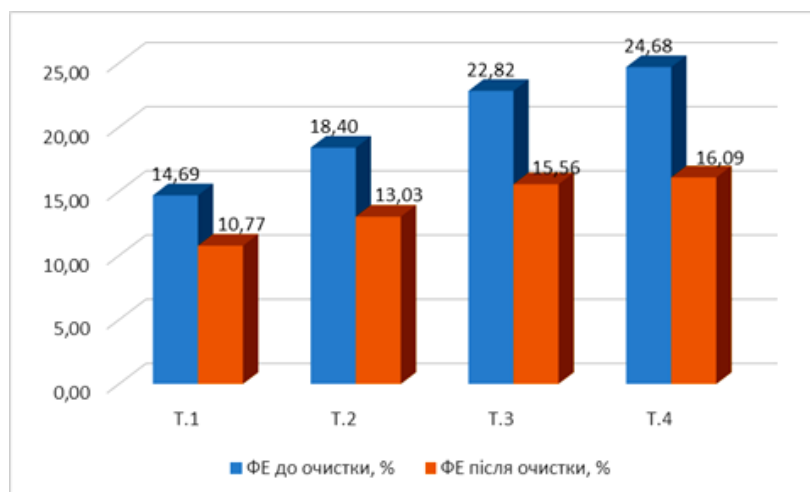


Рис. 3. Фітотоксичний ефект на зразках води (по пшениці озимій) до та після очистки води пробіотичними препаратами, %

У результаті очищення пробіотичними препаратами фітотоксичності води по кількості пророслого насіння у всіх зразках зменшилася на 5–9 %, а зразки води із Т. 3 і Т. 4 із середньотоксичних стали нетоксичними (відсутня токсичність води). Аналогічні дослідження за іншими біометричними показниками до та після очищення води пробіотиком наведено на рис. 4.

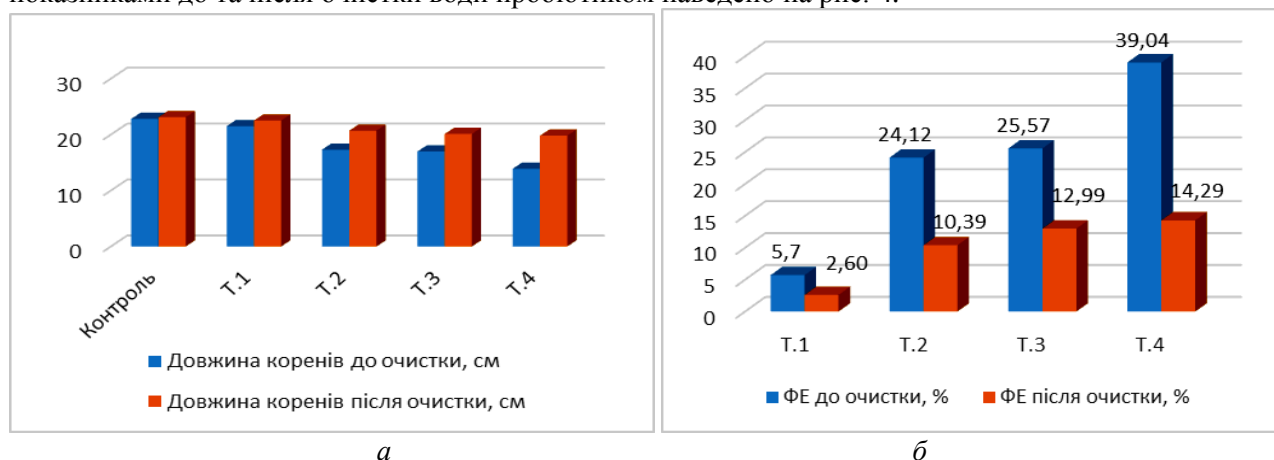


Рис. 4. Результати очищення води за допомогою пробіотиків (до та після очищення):
а – по довжині коренів пшениці, см; б – фітотоксичний ефект, %

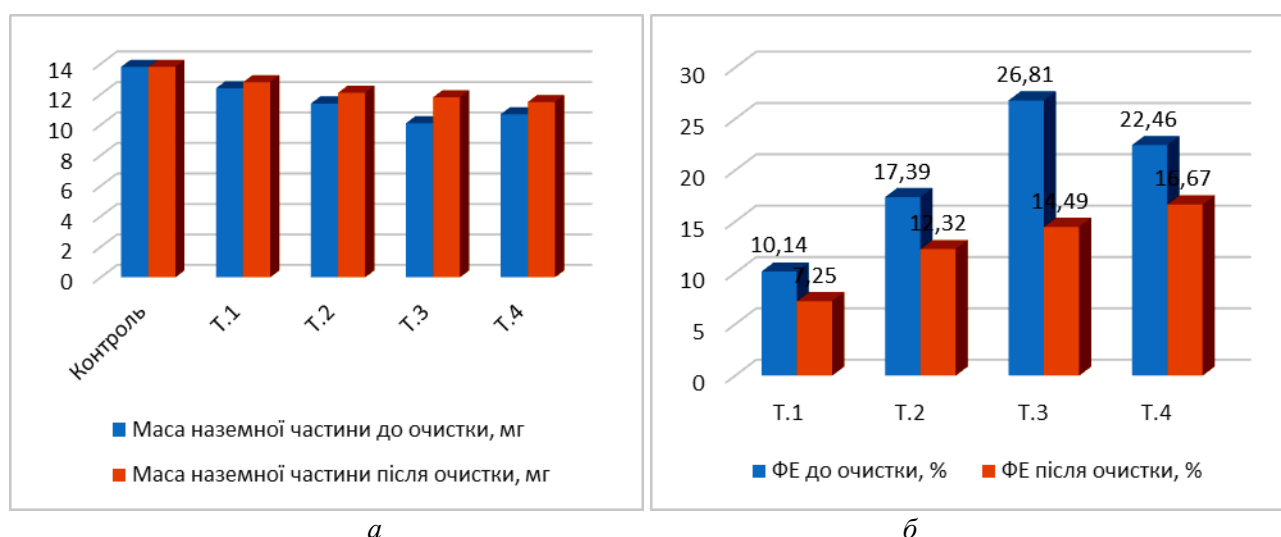


Рис. 5. Результати очищення зразків води за допомогою пробіотиків (до та після очищення):
а – по масі наземної частини пшениці, мг; б – фітотоксичний ефект, %

У результаті проведених досліджень встановлено, що після очищення пробіотиком усі зразки води за всіма біометричними показниками віднесено до нетоксичних (відсутня токсичність). Ефект зниження токсичності склав:

- по довжині коренів від 49 % до 63 %, причому найбільший ефект спостерігався на найбільш забрудненому зразку води;
- по масі коренів від 3 % до 51 %, причому найменший ефект спостерігався на найменш забрудненому зразку;
- по довжині наземної частини від 22 % до 53 %, зв'язок із забрудненням у цьому випадку відсутній;
- по масі наземної частини від 26 % до 45 %, причому зв'язок із забрудненням у цьому випадку знову відсутній.

Отже, при визначенні фітотоксичності по кореням спостерігалася чітка залежність щодо збільшення ефективності очищення пробіотиком при збільшенні рівня забруднення.

Аналогічні дослідження проведено на крес-салаті (табл. 3). Результати зниження фітотоксичності зразків води внаслідок очищення їх пробіотиком відображено на рис. 5.

3. Біометричні показники зразків води (ФЕ) різного рівня евтрофікації, після біологічної очистки за допомогою пробіотику

Зразок води, місце відбору	Крес-салат									
	по проростанню		по довжині коренів		по масі коренів		по довжині наземної частини		по масі наземної частини	
	проростання насіння до очистки, %	проростання насіння після очистки, %	довжина коренів до очистки, см	довжина коренів після очистки, см	маса коренів до очистки, мг	маса коренів після очистки, мг	довжина наземної частини до очистки, см	довжина наземної частини після очистки, см	маса наземної частини до очистки, г	маса наземної частини після очистки, г
контроль	92	96	4,2	4,5	0,005	0,006	6,1	6,5	0,06	0,06
T. 1	84	90	3,3	4,1	0,004	0,005	5,2	6	0,05	0,06
T. 2	79	85	1,5	4	0,002	0,005	4,3	5,9	0,04	0,05
T. 3	70	86	1,5	3,8	0,001	0,005	3,5	5,5	0,04	0,05
T. 4	69	84	1,1	3,8	0,001	0,005	3,2	5,6	0,03	0,05

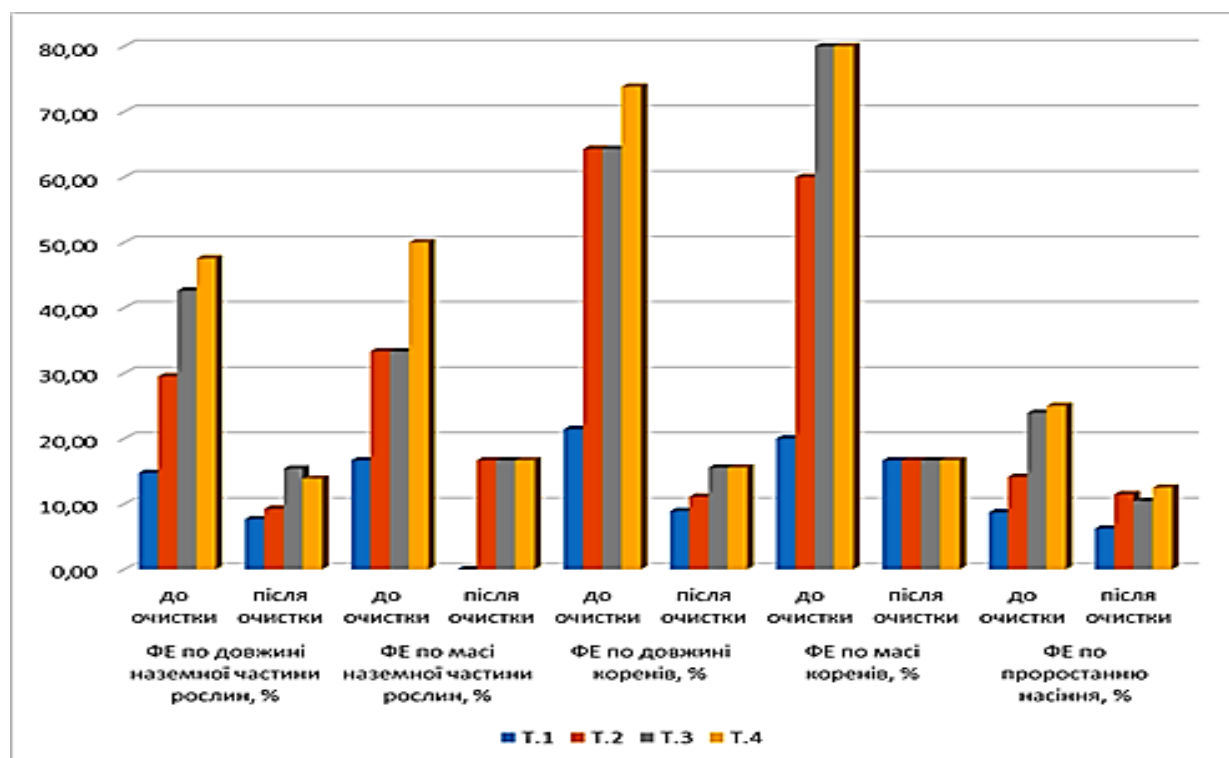


Рис. 5. Фітотоксичний ефект до і після очистки на крес-салаті, %

За результатами досліджень на крес-салаті встановлено таке: всі зразки води після очистки характеризувалися відсутністю токсичності; зразки води T. 2, T. 3 і T. 4 характеризувалися ФЕ по довжині та масі коренів як високо токсичні, що пов'язано з чутливістю крес-салату до такого діапазону забруднень (важкі метали, феноли). У результаті очищення пробіотиком ці зразки води стали нетоксичними, що свідчить про нейтралізацію впливу забруднень; по довжині та масі наземної частини тільки зразок води T. 4 характеризувався токсичністю вище середньої, зразки T. 2 і T. 3 – середньою токсичністю, після очищення води за допомогою пробіотику ФЕ цих зразків

характеризувався як нетоксичний; у всіх випадках зафіксовано чітку динаміку до збільшення ефекту очистки при збільшенні концентрації забруднень у воді.

Отже, у результаті дослідження встановлено ефективність використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності води, що дає змогу зробити припущення про можливість регулювання процесів евтрофікації поверхневих вод за допомогою пробіотиків.

Для оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів для регулювання евтрофікації водних систем на другому етапі проведено дослідження зразків води до та після очистки за хімічними показниками.

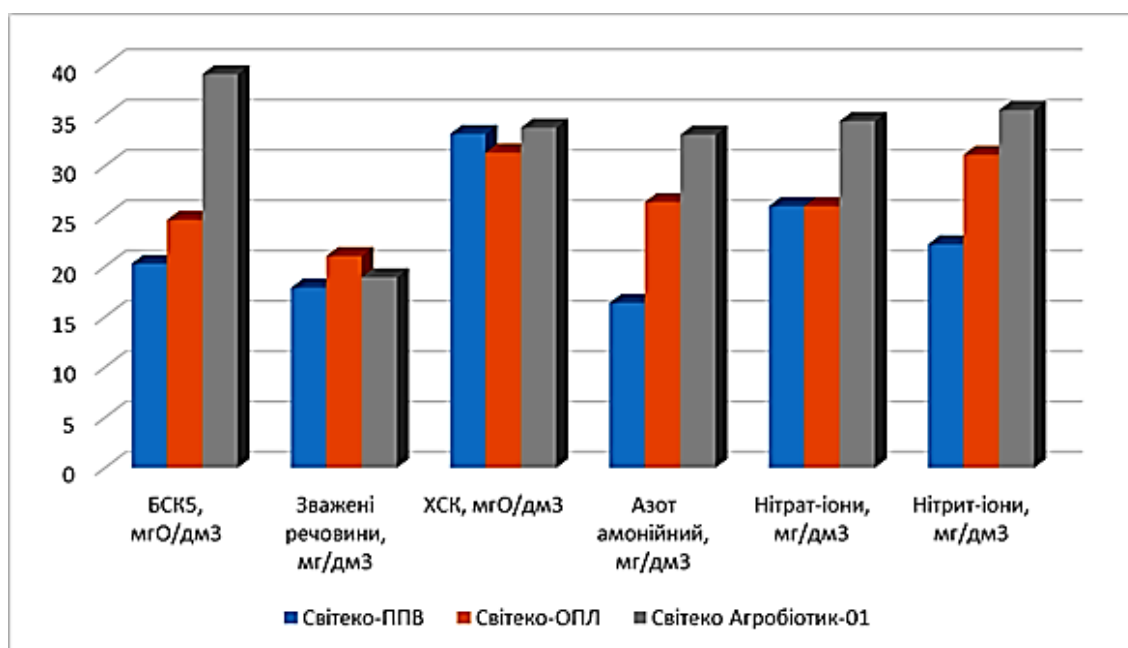


Рис. 6. Ефективність очистки води пробіотичними препаратами



Рис. 7. Ефективність хімічних та біологічних методів очистки водних систем (за вмістом фітопланктону)

У порівняльних дослідженнях тестувалися три пробіотичні препарати – Світеко-ППВ, Світеко-ОПЛ та СвітекоАгробіотик-01 (розбавлення 1 : 100). Експерименти проводилися у статичному (лабораторному) режимі. Для дослідження використовували найбільш забруднений зразок води, набраної у річці Ворсклі (Т. 4). Температура підтримувалася на рівні 20 °С. Період очистки становив

14 діб. У результаті проведеного дослідження з'ясовано, що найвищий ефект по більшості речовин мав СвітекоАгробіотик-01. Ефективність очистки була такою: по БСК₅ – 39 %, ХСК – 33 %, зваженим речовинам – 18 %, азоту амонійному – 33 %, марганцю – 20 %. Значний ефект спостерігався також по зниженню вмісту фітопланктону на 75 %.

На наступному етапі проведено порівняння хімічних та біологічних (пробіотик) методів регулювання процесів евтрофікації водних систем за кількістю синьо-зелених водоростей. Узагальнені результати дослідження представлені на рис. 7.

Висновки

У результаті проведених досліджень визначено, що після очистки пробіотиком усі зразки води за всіма біометричними показниками *Triticum aestivum* та *Lepidium sativum* віднесено до нетоксичних (відсутня токсичність), причому зафіксовано чітку динаміку до збільшення ефекту очистки при збільшенні концентрації забруднень у воді. Встановлено, що найвищий ефект по більшості речовин мав СвітекоАгробіотик-01. Ефективність очистки була такою: по БСК₅ – 39 %, ХСК – 33 %, зваженим речовинам – 18 %, азоту амонійному – 33 %, марганцю – 20 %. Проведено порівняння хімічних та біологічних (пробіотик) методів регулювання процесів евтрофікації водних систем за вмістом фітопланктону. Встановлено, що використання пробіотичних препаратів є більш ефективним порівняно з хімічними методами, зокрема використання пробіотику Світеко-Агробіотик-01 дає ефективність знищення ціанобактерій до 70–80 %. Такий результат отримано при застосуванні перманганату калію, але негативним моментом цього методу є те, що використання хімічних методів створює вторинне забруднення водоймищ. Це дає можливість розробити комплексні системи очистки поверхневих водних об'єктів екологічно безпечними методами від цвітіння водоймищ, що є одним із пріоритетів розвитку урбанізованих територій та сталого розвитку суспільства.

Перспективи подальших досліджень. На основі проведеного експериментального дослідження ефективності використання пробіотичних препаратів для регулювання процесу евтрофікації водних систем у подальшому планується розробити методичні засади комплексної системи регулювання процесу евтрофікації водних систем за рахунок включення новітніх екологобезпечних методів регулювання процесу евтрофікації водних систем як необхідну умову сталого розвитку гідросистем.

References

1. Ferreira, J. G., & Andersen, J. H. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93 (2), 117–131. doi: 10.1016/j.ecss.2011.03.014
2. Klymenko, M. O. (2006). *Monitorynh dovkillia*. Kyiv: Akademiia [In Ukrainian].
3. Yatsyk, A. V., & Shmakov, V. A. (2012). *Hidroekolohiia*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
4. Izrael, Yu. A. (1984). *Ekologiya i kontrol sostoyaniya prirodnoj sredy*. Moskva: Gidrometeoizdat [In Russian].
5. Yang, X., Wu, X., Hao, H., & He, Z. (2008). Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 9 (3), 197–209. doi: 10.1631/jzus.b0710626
6. Cloern, J. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223–253. doi: 10.3354/meps210223
7. Smith, V. H., Joye, S. B., & Howarth, R. W. (2006). Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51 (1 part 2), 351–355. doi: 10.4319/lo.2006.51.1_part_2.0351
8. Backer, L. C. (2002). Cyanobacterial Harmful Algal Blooms (CyanoHABs): Developing a Public Health Response. *Lake and Reservoir Management*, 18 (1), 20–31. doi: 10.1080/07438140209353926
9. Chorus, I., & Bartram, J. (1999). *Toxic Cyanobacteria in Water*. doi: 10.4324/9780203478073
10. Lahti, K., Rapala, J., Kivimäki, A.-L., Kukkonen, J., & Niemelä, M. (2001). Occurrence of microcystins in raw water sources and treated drinking water of Finnish waterworks. *Water Science and Technology*, 43 (12), 225–228. doi: 10.2166/wst.2001.0744
11. Skulberg, O. M. (2005). Cyanobacteria/cyanotoxin research-Looking back for the future: The opening lecture of the 6th ICTC, Bergen, Norway. *Environmental Toxicology*, 20 (3), 220–228. doi: 10.1002/tox.20101
12. Avramenko, N. I. (2014). Sezonna minlyvist bioghennykh rehovyn u richtsi Vorskla. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 115–120. doi: 10.31210/visnyk2014.01.28 [In Ukrainian].

13. GOST 4192-82. Voda pitevaya. Metody opredeleniya mineralnyh azotsoderzhashih veshestv. (Dejstvuyushij ot 1983-01-01). (1983). Moskva [In Russian].
14. DSTU 9297:2007 Yakist vody. Vyznachennia khlorydiv. Tytruvannia nitratom sribla iz zastosuvanniam khromatu yak indykatora (metod Mora). Chynnyi vid 2009-01-01. (2009). Kyiv [In Ukrainian].
15. GOST 4389-72. Voda pitevaya. Metody opredeleniya sodержaniya sulfatov. (Dejstvuyushij ot 2018-09-12). (2018). Moskva [In Russian].
16. GOST 18309-72. Metod opredeleniya sodержaniya polifosfatov. (Dejstvuyushij ot 2018-09-12). (2018). Moskva [In Russian].
17. PND F 14.1;2.105-97. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii letuchih fenolov v prirodnyh i ochishennyh stochnyh vodah fotometricheskim metodom. (1997). Moskva [In Russian].
18. GOST 2477-65. Neft i nefteprodukty. Metod opredeleniya sodержaniya vody (s Izmeneniyami No 1, 2, 3). (Dejstvuyushij ot 2002-02-01). (2002). Moskva [In Russian].
19. GOST 18309-2014 Voda. Metody opredeleniya fosforsoderzhashih veshestv (s Popravkoj). (Dejstvuyushij ot 2016-01-01). (2016). Moskva [In Russian].
20. GOST 17.1.4.02-90. Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredeleniya hlorofilla. (Dejstvuyushij ot 2019-01-01). (2019). Moskva [In Russian].
21. DSTU 6060:2003. Yakist vody. Vyznachennia khimichnoi potreby v kysni. Chynnyi vid 2003-06-10. (2004). Kyiv [In Ukrainian].
22. Mathematical Modeling of Eutrophication Processes in Shallow Waters on Multiprocessor Computer System. (2016). *Bulletin of the South Ural State University. Series "Computational Mathematics and Software Engineering"*, 5 (3). doi: 10.14529/cmse160303.
23. Ormerod, S. J. (1993). Control of eutrophication in inland waters. *Environmental Pollution*, 80 (3), 309. doi: 10.1016/0269-7491(93)90057-u.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Середа М. С., Корчагін О. П. Удосконалення регулювання евтрофікації водних об'єктів за допомогою біологічних методів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 135–144.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Середа Максим Сергійович, Корчагін Олександр Павлович, 2021



review article | UDC 636.3(477)(091) | doi: 10.31210/visnyk2021.02.17

HISTORICAL ASPECTS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF GOAT BREEDING
IN UKRAINE

S. O. Usenko*

O. O. Vasiliva

O. I. Kravchenko

B. S. Shaferivskyi

T. I. Karunna

I. M. Zeliznyk

Y. V. Karban

ORCID ID [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625)ORCID ID [0000-0002-8085-9880](https://orcid.org/0000-0002-8085-9880)ORCID ID [0000-0001-8076-6070](https://orcid.org/0000-0001-8076-6070)ORCID ID [0000-0001-5742-5016](https://orcid.org/0000-0001-5742-5016)ORCID ID [0000-0001-9290-8961](https://orcid.org/0000-0001-9290-8961)ORCID ID [0000-0002-1515-0541](https://orcid.org/0000-0002-1515-0541)ORCID ID [0000-0003-3384-9927](https://orcid.org/0000-0003-3384-9927)

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

*Corresponding author

E-mail: sveta_usenko@ukr.net

How to Cite

Usenko, S. O., Vasiliva, O. O., Kravchenko, O. I., Shaferivskyi, B. S., Karunna, T. I., Zeliznyk, I. M., & Karban, Y. V. (2021). Historical aspects and prospects for development of goat breeding in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 145–151. doi: 10.31210/visnyk2021.02.17

The article analyzes the stages of goat breeding development, the current state, and prospects of its development in Ukraine and the world. The main directions of the development, monitoring the efficiency of farms for the production of goat milk, and solving practical problems of reviving the goat breeding industry have been presented. The technological peculiarities of the work on the farms, which specialize in the production of environmentally friendly products, have been presented. The monitoring of the main technological systems and parameters was conducted concerning the growing and using of goats at the private enterprise “Babyni Kozy”, which is located in the village Halaiky of Tetiiv district, Kyiv region and the family farm “Sikorska” of Zinkiv district, Poltava region, where 30 female goats of the Saanen breed are kept, and which ensure quite efficient milk production. It has been established that in the modern branch of agro-industrial production, the issue of obtaining high-quality ecological food products, as well as expanding the range of livestock products, is relevant. At the same time, in order to increase the production volumes and quality of goat milk, it is important to work with the breeding herd, create highly productive lines and families that will contribute to obtaining animals of different biological and economically useful characteristics. In order to improve the quality of the selection and accelerate the formation of the goat breeding industry at the present stage of using the advanced technologies for keeping animals and deep processing of raw materials, it is expedient to create an association of dairy goat breeding in Ukraine with a scientific center and international relations on the basis of farm-type formations in rural areas. It is maintained that in goat breeding, the high-value products with a high level of biological value can be received at the lowest cost.

Key words: goats, goat breeding, goat breeds, productivity, organic products, milk productivity of goats, uniqueness of milk composition.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОЗІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

С. О. Усенко, О. О. Васильєва, О. І. Кравченко, Б. С. Шаферівський, Т. І. Карунна, І. М. Желізняк,
Ю. В. Карбан

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті проаналізовано етапи розвитку козівництва та сучасний стан і перспективи його розвитку в Україні та світі. Подано основні напрями розвитку, моніторинг ефективності роботи господарств із виробництва козиного молока та розв'язання практичних проблем відродження галузі

козівництва. Представлено технологічні особливості роботи приватного та фермерського господарства, які спеціалізуються на виробництві екологічно чистої продукції. Проведено моніторинг основних технологічних систем та параметрів вирощування й використання кіз у приватному підприємстві «Бабини кози», яке розташоване в с. Галайки Тетіївського району Київської області та сімейній фермі «Сікорська» Зіньківського району Полтавської області, де утримують 30 козематок зааненської породи, які забезпечують достатньо ефективно виробництво молока. Встановлено, що у сучасній галузі агропромислового виробництва питання одержання екологічних продуктів харчування високої якості, а також розширення асортименту тваринницької продукції є актуальним. До того ж з метою підвищення обсягів виробництва і якості козиного молока величезне значення має робота з племінним стадом, формування високопродуктивних ліній і родин, які сприятимуть одержанню тварин різних за біологічними і господарськи корисними ознаками. Для підвищення селекційної роботи та прискорення формування галузі козівництва на сучасному етапі використання прогресивних технологій утримання тварин і глибокої переробки сировини доцільно в Україні створити асоціацію молочного козівництва з науковим центром та міжнародними зв'язками на основі формувань фермерського типу в сільській місцевості. Стверджується, що у козівництві за найменших витрат можна отримати високоцінну продукцію з високим рівнем біологічної повноцінності.

Ключові слова: кози, козівництво, породи кіз, продуктивність, органічні продукти, молочна продуктивність кіз, унікальність за складом молока.

В умовах сучасної інтенсифікації розвитку сільськогосподарського сектору економіки держава суттєво актуалізує цілий комплекс питань, пов'язаних із якістю та збалансованістю харчування населення за основними складовими показниками: жирами, білками, вуглеводами, мікро- та макро-елементами і вітамінами. Саме тому сьогодні зростає попит на якісні та безпечні продукти харчування, а особливої популярності набувають органічні продукти. Вітчизняне тваринництво не стоїть осторонь цих процесів, зростає зацікавленість як малих, так і великих аграрних підприємств у виробництві екологічно чистої органічної продукції. Особливої уваги в цьому контексті потребує галузь козівництва. Ефективність галузі висока передусім через порівняно просту технологічну схему вирощування та утримання кіз і достатньо високі ціни на продукцію. Однак на ринку козиної продукції дотепер попит перевищує пропозицію [2, 7, 11, 16, 22].

Зараз в усьому світі козівництво розвивається інтенсивними темпами, використовують сучасні технології, тому нашим завданням було вивчити сучасний стан і перспективи розвитку козівництва в Україні та світі, а також опанувати інформацію з різних літературних джерел. Слугував також власний досвід ведення козівництва авторів цієї статті.

На жаль, сучасний ринок козиного молока ненасичений, галузь в усій повноті не відроджена, а сприяти подоланню кризових явищ у сучасних умовах має історичний досвід розвитку козівництва. Козівництво має давню історію – дики кози були одомашнені понад 10 тис. років тому, раніше, ніж вівці. Вважають, що кози походять від диких кіз гірської місцевості, що тягнеться від Балканського півострова на заході до Гімалаїв на сході [7].

Кози мали важливу роль у різних епохах та імперіях Європи, починаючи з одомашнення та подальшого поширення по Середземномор'ю. У пізню греко-римську епоху козівництво виконувало важливі функції з забезпечення населення продуктами харчування [27]. Велика Римська імперія сприяла розвитку сектору козівництва, який пережив більш пізні століття, переважно у Східній Римській імперії (Візантія) [24].

У королівстві Аль-Андалус (Іспанія) кози забезпечували, окрім молока та сиру, виробництво інших продуктів, про що свідчать археологічні знахідки [28].

Козівництво має давні традиції не лише в Середземномор'ї. З часів вікінгів не менш відоме норвезьке й ісландське молочне козівництво. Іспанські поселенці під час другого плавання Христофора Колумба завезли кіз на острів Ла-Еспаньола, нині Гаїті та Домініканську Республіку, а згодом і на інші острови та Мексику [29].

У 19 столітті в Європі спостерігалася зміна соціальної структури та методів виробництва сільськогосподарської продукції. Зміні традиційних способів виробництва у рослинництві та тваринництві слугувало виникнення спеціалізованого виробництва загалом для забезпечення продуктами харчування міського населення. Спостерігалася зростання коров'ячих ферм для виробництва молока, а кози були вивезені в бідніші райони, де їхня роль обмежувалася забезпеченням сільських громад молоком, м'ясом та гноєм для добрив [30]. Тоді кози вважалися маргінальними тваринами для

існування бідних верств населення, часто заподіювали шкоду для лісів та випасу більш продуктивних видів худоби, і тому їх забороняли розводити в багатьох регіонах [24].

Однак з часом у розвинених країнах, наприклад, у Франції, зростаючий інтерес до молочного потенціалу кіз призвів до створення окремого молочного сектору з організацією розведення, переробки та продажу отриманих продуктів [31].

У 1990-х роках завдяки європейському законодавству про стандарти на поліпшення якості та гігієни, встановленому для молока та молочних продуктів (Директиви ЄС 92/46 та 94/71), у козівництві активно розпочався процес механізації, особливо у доїнні, що значно покращило стан здоров'я стад та якість молока. Це супроводжувалось інтенсифікацією систем управління та призвело до зменшення кількості пасовищних господарств [32].

Коза (*англ. Carpa*) — рід ссавців родини бичачих, парнокопитних, полорогих, представлена 10 видами. Кози поширені в Європі, Азії, Африці. Вони дуже добре акліматизуються, тому їх успішно розводять на півночі, півдні; в пустелях і горах [24]. До основних молочних порід кіз відносяться зааненська, тогенбурзька, німецька біла поліпшена, альпійська, англо-нубійська [4, 11].

У кіз, як і в овець, багатокамерний шлунок, добре розвинений травний канал і ця особливість дає змогу їм перетравлювати корми, які вміщують до 64 % клітковини. Тварина мало їсть, займає небагато місця і від неї можна одержати достатньо молока для середньої сім'ї (молочна коза дає близько 3,5 л молока на день), тоді як утримувати корову в багатьох родинках можливості немає. До того ж козяче молоко унікальне, хоча за складом і подібне коров'ячому. Козине молоко переважає коров'яче за вмістом жиру, білка, кальцію, вітамінів, характеризується високими смаковими якостями і підвищеними бактерицидними властивостями [4, 13].

Така зацікавленість виробництвом козиного молока обумовлена високою біологічною цінністю цього продукту. Воно краще засвоюється порівняно з коров'ячим, калорійніше, містить більшу кількість сухих і мінеральних речовин. Молоко кіз багате на незамінні амінокислоти, кальцій, фосфор, кобальт, вітаміни А, В, С і Д. Свіже молоко цих тварин особливо корисне дітям, які страждають на шлунково-кишкові захворювання та інші хвороби, пов'язані з порушенням обміну речовин. Козине молоко переважає коров'яче за вмістом жиру, білка, кальцію, вітамінів. Воно має високі смакові якості і підвищені бактерицидні властивості. Невеликий розмір структурних компонентів білка і жиру сприяє кращому засвоєнню козиного молока організмом людини, що робить його незамінним у дієтичному та дитячому харчуванні [7, 9].

На сьогодні козівництво особливо поширене в Азії, Північній Африці, Австралії, Південній і Північній Америці, Західній і Південній Європі [25]. Загальна популяція кіз у світі налічує близько 1 млрд голів. При цьому їхня чисельність у світі за останні 10 років збільшилася. У деяких регіонах Азії та Океанії загальне поголів'я кіз останніми роками зросло у 30–40 разів [2].

У довгій історії козівництва періоди розквіту змінювалися періодами повного занепаду [24]. Черговий підйом козівництва в Європі припав на кінець XVIII та тривав до XX століття. Приклад подала спочатку Франція, а потім Німеччина. Україна тоді перебувала у складі царської Росії, тому історія розвитку козівництва для цих двох країн є нерозривною [15].

На початку XX ст. розвитком козівництва безпосередньо займався князь С. П. Урусов. Саме йому вдалося привернути до козівництва увагу вищої знаті. Пильна увага вчених була перенесена з кіз закордонних порід на місцеві, аборигенні; головним об'єктом досліджень стала молочна продуктивність таких тварин. Пізніше поголів'я кіз у країні стало швидко зростати [24].

Починаючи з 1917 і по 1953 рік становлення та розвиток системи вирощування та використання кіз пов'язано з іменем В. І. Бойкова – видатного вченого та пропагандиста козівництва. Саме завдяки праці В. І. Бойкова були закладені основи класифікації місцевих порід кіз за своїм походженням і значенням. У 30-ті роки XX ст. було проведено спеціальні експедиції країною для виявлення високопродуктивних місцевих порід кіз, аби розводити їх у державних племінних розсадниках. Завдяки цій роботі було виявлено і розмножено такі породи кіз, як придонська, мегрельська та ін. [7, 14].

На початку 80-х років для забезпечення приватних та фермерських господарств племінним матеріалом були завезені молочні кози з Німеччини і Чехії, створена племінна ферма в колгоспі імені Кірова Полтавської області (Лохвицький район, с. Луки). На цій фермі утримували та використовували чистопорідних цапів-плідників; саме це відіграло дуже суттєву роль у покращенні продуктивних якостей місцевих кіз у різних регіонах країни. Починаючи з 90-х років, для козівництва настав важкий час, який триває й дотепер [23].

Фермерські та інші сільгосппідприємства почали цікавитися розведенням кіз, у результаті чого в 14 областях України було зареєстровано господарства, у яких розводили 2,6 тис. голів кіз.

У подальші роки спостерігалось коливання чисельності поголів'я, проте в останні три роки простежується тенденція до зростання кількості кіз [15].

Відродженню козівництва в Україні сприяла економічна ситуація у країні та зміни в соціальному стані населення. Розвитку галузі козівництва сприяє також те, що кози, за меншої продуктивності порівняно з коровами, споживають значно менше концентрованих кормів [20]. В Україні, як і за кордоном, останнім часом значні посівні площі займають олійні культури [14]. Отже, в перспективі постане проблема економії концентрованих кормів. Тому утримувати кіз, особливо у дрібнотоварних господарствах, значно вигідніше, ніж корів [17].

Зараз Україна посідає серед 197 країн світу, що розводять кіз, 87 місце, а серед країн колишнього Радянського Союзу – 7 місце з поголів'ям близько 650 тис. гол. [17, 20], з них понад 95 % – у приватних господарствах, де утримують від 1 до 50 гол. В останні п'ять років збільшується кількість фермерських господарств, переважно у Львівській, Київській, Кіровоградській областях, що спеціалізуються на виробництві козиного молока. Більшість таких ферм мають поголів'я 100–500 голів [9].

Найчисельніше поголів'я кіз в Україні є в Одеській (84,0 тис. гол.), Харківській (40,2 тис. гол.), Донецькій (38,5 тис. гол.) та Закарпатській (36,1 тис. гол.) областях. Найбільша кількість сільськогосподарських підприємств з розведення кіз зосереджена у Київській області [21, 22]. Племінних господарств в Україні на сьогодні шість, чотири племрепродуктори з розведення зааненської породи кіз, по одному альпійської та нубійської. Варто зазначити, що в першій половині 2017 року було затверджено три з них. Ще декілька господарств за кількістю кіз, їх продуктивністю і рівнем ведення первинного зоотехнічного обліку та селекційної роботи можуть бути атестовані на відповідність статусу племрепродуктора. Причому п'ять господарств зі статусом племрепродуктора за кількістю основних цапів та козоматок, їх продуктивністю відповідають вимогам до племінних заводів [10].

Для України існують чотири перспективних породи кіз: зааненська, альпійська, тогенбурська, нубійська та похідні від них породи та типи [18, 23]. Варто відмітити, що за валовим надоем козиного молока його виробництво в Україні ніколи не складало конкуренцію коров'ячому, тому, мабуть, інтерес до нього залишався невеликим, тоді як у багатьох країнах світу (Данія, Франція, Німеччина, Голландія) молочне козівництво активно розвивалось саме у промислових масштабах. За численними даними іноземних аграрних видань, сьогодні одним із найперспективніших напрямів сільськогосподарського молочного бізнесу вважається виробництво козиного молока. Щорічне світове виробництво цього продукту сягає 8299 тис. тонн. В окремих європейських країнах частка козиного молока становить близько 30 % у загальному обсязі його виробництва, а в арабських – досягає 50,0–58,0 % [9, 25]. Позиція, що лідирує у структурі виробництва козиного молока, належить Азії (59,0 %), у понад, удвічі їй поступається Африка та у 4 рази – Європа. За кількістю виробленого молока у світі лідирує Індія. 2012 року в цій країні отримали майже 55 млн тонн козиного молока. У Європі найбільше козиного молока виробляє Франція (624 тис. тонн). Україна займає за цим показником 17 позицію у світі (235 тис. тонн) [5, 24]. Прикладом успішного господарювання в Україні є ферми «Шеврет», «Еліза» у Львівській області, «Семеро козенят», «Бабині кози», «Ласкаве козеня» у Київській області, «Золота коза» у Кіровоградській області, що спеціалізуються на виробництві козячого молока і делікатесних сирів [15, 17].

На жаль, у галузі козівництва України існує багато проблем з питань технології годівлі та утримання, доїння кіз, переробки козиного молока та селекційної роботи. Порідний склад молочних кіз представлений в основному зааненською породою та її помісями з місцевими козами [9]. Кіз альпійської, тогенбурської та нубійської порід розводять лише в деяких господарствах. Проте кількість чистопородних тварин дуже мала, але прикро, що цілеспрямована селекційна робота не проводиться. Не вистачає технологів-козівників і фахівців-ветеринарів. Молокопереробні підприємства не бажають займатися козиним молоком, адже великих постачальників немає, а збирати у приватному секторі – дорого. До того ж молоко низької якості, малоприслатне для переробки. Потенційних інвесторів відлякує відсутність переробки і нестача спеціалістів, які могли б реалізувати проекти створення ферм. Усе це призводить до стримування розвитку цієї галузі [3, 13].

У козівництві України практично відсутні спеціалізовані господарства, які б займалися селекційною роботою з молочними козами, а це, відповідно, унеможлиблює проведення повноцінної племінної роботи. В цьому питанні варто звернути увагу на європейський досвід Німеччини, Франції, Болгарії, Чехії та інших країн, де була ефективно організована племінна робота з козами, які належали населенню [2]. Як результат – молочна продуктивність кіз значно підвищилася. Найбільш перспективними у виробництві органічної продукції на сьогодні є фермерські господарства та невеликі приватні аграрні підприємства. На великих тваринницьких комплексах з інтенсивними технологіями

виращування і за мінімальних затрат кормів максимально залучаються стимулятори росту, і тварини позбавлені можливості споживати повноцінні природні корми [11]. Натомість козина ферма не потребує складних технологій. Найбільш економічно вигідним є утримання тварин на глибокій підстилці із застосуванням механізованого гноєвидалення. Висока біологічна цінність козиної продукції забезпечується за рахунок пасовищно-стійлової системи утримання [14, 17]

З метою вивчення ефективності та перспектив роботи приватного підприємства, яке спеціалізується на виробництві екологічно чистої продукції, проведено моніторинг основних технологічних систем та параметрів виращування й використання кіз у приватному підприємстві «Бабині кози», яке розташоване в с. Галайки Тетіївського району Київської області. Власник ферми О. Бабін є причіником виробництва біологічно повноцінної органічної продукції. На фермі утримують 150 голів дійного стада кіз зааненської породи (добре відомих як «голштинські корови»), які виробляють велику кількість молока з низьким рівнем жиру) [1].

Жива маса зааненських кіз 60–90 кг, висота – 75–77 см. Відповідно, цапів – 80–100 кг та 82–85 см. Мають високу плодючість – 180–250 %. Тривалість лактації – 10–11 міс. Жирність молока 3,8–4,5 %. На фермі застосовують пасовищно-стійлову систему утримання. Козенят до тримісячного віку вирощують на підсосі, що значно полегшує їхню годівлю. Козенят весняного окоту разом з дорослими козами випасають на пасовищах, спеціально засіяних культурними травами. Кози невибагливі до кормів, охоче поїдають зайві або нетоварні овочі й фрукти, люблять з'їдати молоді пагони, гілочки дерев і обгризати кору. На пасовищі за нормального травостою коза за день з'їдає понад 7–8 кг зеленої маси [19].

Щоб отримати високоякісне козине молоко вищого ґатунку, для доїння застосовують доїльну установку закритого типу (молоко не контактує із зовнішнім середовищем). Доють кіз у станках з індивідуальними секціями. На фермі «Бабині кози» доїльні апарати зібрані із саморобних частин та деталей заводського виробництва фірми «De Laval», проводять індивідуальну оцінку рівня молочної продуктивності зааненських кіз [6].

За наявності своєї кормової бази та утримання кіз на глибокій підстилці витрати виробництва на рік складають приблизно 375 тис. грн, а дохід такого господарства наближений до мільйона гривень. Зааненські кози дають до 4 л молока на день, тобто близько 900 л на рік. Його на фермі продають по 10 грн за один літр. Отже, за рік від однієї кози можна надіти молока на 9 тис. грн. [19].

На невеликій сімейній фермі «Сікорська» Зіньківського району Полтавської області утримують 30 козематок зааненської породи, які забезпечують достатньо ефективне виробництво молока. Кози дають 5–6 л молока на день жирністю 3,6–4,2 %, лактація триває 6–7 місяців. На фермі застосовують стійлово-пасовищну систему утримання. Гноєвидалення, роздавання кормів та доїння проводять вручну. Обслуговує поголів'я кіз родина, що складається з чотирьох осіб. Рентабельність виробництва на такій невеликій фермі становить у середньому 110–120 % [16].

Висновки

Отже, проаналізовано етапи розвитку козівництва та сучасний стан і перспективи його розвитку в Україні та світі. Визначено основні напрями розвитку, моніторинг ефективності роботи господарств з виробництва козиноного молока та розв'язання практичних проблем відродження галузі козівництва. Задля підвищення обсягів виробництва і якості козиноного молока величезне значення має робота із племінним стадом, формування високопродуктивних ліній і родин, які сприятимуть одержанню тварин, різних за біологічними і господарськи корисними ознаками. Отже, сьогодні у світі зростає попит на якісні органічні продукти харчування. Серед них чільне місце займають козине молоко і цінні продукти з нього. У розширенні такого виробництва зацікавлені як малі, так і великі аграрні підприємства з випуску саме органічної продукції. Рентабельність галузі перевищує 100 % передусім через порівняно просту технологічну схему виращування та утримання кіз і високі ціни на продукцію, адже ринок збуту доволі великий. Тому була б доречною і своєчасною державна підтримка розвитку і функціонування галузі козівництва із замкненим циклом виробництва, переробки молока та подальшою реалізацією органічної продукції. Для підвищення селекційної роботи та прискорення формування галузі козівництва на сучасному етапі використання прогресивних технологій утримання тварин і глибокої переробки сировини доцільно в Україні створити асоціацію молочного козівництва з науковим центром та міжнародними зв'язками на основі формувань фермерського типу в сільській місцевості.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вивчення досвіду іноземних учених та практиків щодо ведення інтенсивного розвитку та переробки продукції козівництва.

References

1. Babyni kozy. Retrived from: <https://babynikozy-shop.com.ua> [In Ukrainian].
2. Vdovychenko, Yu. V., Masliuk, A. M., & Yovenko, V. M. (2014). Tendentsii rozvytku kozivnytstva v sviti ta v Ukraini. *Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova"*, 7, 3–18. [In Ukrainian].
3. Davydenko, M. (2009). Chomu zanepadaie kozivnytstvo? *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 7, 9–10. [In Ukrainian].
4. Derevyanko, O. F., & Kustova, T. Ya. (1990). *Ovcevodstvo, kozovodstvo i tehnologiya proizvodstva shersti i myasa: uchebnik*. Kiev: Vysshaya shkola [In Russian].
5. Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. Derzhkomstat. *Ukrainestistics*. Retrived from: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [In Ukrainian].
6. Doity hroshi: chotyry istorii fermeriv, shcho zrobyly biznes na kozakh. Retrived from: <https://agravery.com/uk/posts/show/doity-grosi-cotiri-istorii-fermeriv-so-zrobili-biznes-na-kozah> [In Ukrainian].
7. Zelenskij, G. G. (1981). *Kozovodstvo*. Moskva: Kolos [In Russian].
8. Kovalenko, P. I. (2005). *Ovcy i kozy: porody, razvedenie, sodержanie, uhod*. Rostov-na-Donu: Feniks [In Russian].
9. Lebid, M. O. (2014). Osoblyvosti vyrobnytstva kozynoho moloka v Ukraini. *Naukovi Poshuky Molodi u Tretomu Tysiacholitti*. Bila Tserkva, 8–19. [In Ukrainian].
10. Masliuk, A. M. (2017). Otsinka molochnykh porid kiz za zhyvoi masoiu ta vysotoiu v kholtsi. *Naukovyi Visnyk "Askaniia-Nova"*, 10, 65–74. [In Ukrainian].
11. Myros, V. V., & Fominova, A. S. (2009) *Vivcharstvo i kozivnytstvo*. Kharkiv [In Ukrainian].
12. Muhortova, V. (Red.). (1990). *Ovcevodstvo i kozovodstvo*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
13. Serbina, V. (2012). Kozivnytstvo – perspektyvna haluz tvarynnytstva Ukrainy. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 8, 20–23. [In Ukrainian].
14. Sokol, O. (2003). Rozvytok kozivnytstva u sviti. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 6, 6–7 [In Ukrainian].
15. Serbina, V. O. (2012). Istoriia ta suchasnyi stan kozivnytstva v Ukraini *Naukovyi Visnyk "Askaniia-Nova"*, 5 (1), 196–200. [In Ukrainian].
16. Syrovarnia – moie mystetstvo. Retrived from: <https://kurkul.com/istorii-uspihu/64-ya-kurkul-sirovarinnya-moye-mistetstvo> [In Ukrainian].
17. Skoryk, K. O., & Demchuk, S. Iu. (2016). Mynule, sohodennia i maibutnie kozivnytstva v Ukraini,abo chy potribni ukrainsiam kozy. *Aktualni pytannia tekhnolohii produktsii tvarynnytstva: zbirnyk statei za rezultatsy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet konferentsii studentiv i molodykh uchenykh*. Poltava [In Ukrainian].
18. Skoryk, K. O. (2013). Stan ta perspektyvy rozvytku kozivnytstva v Ukraini *Materialy XI naukovo konferentsii molodykh vchenykh ta aspirantiv*. Chubynske [In Ukrainian].
19. Skoryk, K. O. (2016). Molochna produktyvnist kiz zaanenskoj porody latviiskoi selektsii. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 52, 109–114. [In Ukrainian].
20. Sokol, O. (2003). Rozvytok kozivnytstva u sviti. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 6, 6–7 [In Ukrainian].
21. Ostapchuk, Yu. M. (Red.). (2011). Statystychnyi zbirnyk «Tvarynnytstvo Ukrainy» (2011). *Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy*. Kyiv [In Ukrainian].
22. Vlasenko, N. S. (Red.). (2013). *Tvarynnytstvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk za 2012 rik*. *Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy*. Kyiv [In Ukrainian].
23. Tkachenko, O. V., & Fychak, V. M. (2012). Kozivnytstvo – khobbi chy potuzhna haluz aharnoho vyrobnytstva. *Suchasna Veterynarna Medytsyna*, 6, 50–55. [In Ukrainian].
24. Grebneva, Ya. V. (Red.). *Kniga o koze*. Retrived from: www.kozovodstvo.narod.ru [In Russian].
25. FAO 2014. *FAOSTAT*. Retrived from: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/>
26. Shkoropad, L. (2014). Analiz vyrobnytstva kozynoho moloka v Ukraini. *Tekhniko-Tekhnolohichni Aspekty Rozvytku ta Vyprobuvannia Novoi Tekhniky i Tekhnolohii Dlia Silskoho Hospodarstva Ukrainy*, 18 (2), 327–334. [In Ukrainian].
27. Bourbouze, A., & Rubino, R. (1992). *Terres collectives en Méditerranée : histoire, legislation, usages et modes d'utilisation par les animaux*. Rome: FAO.

28. García-García, M. (2017). Some remarks on the provision of animal products to urban centres in medieval Islamic Iberia: The cases of Madinat Ilbirah (Granada) and Cercadilla (Cordova). *Quaternary International*, 460, 86–96. doi:10.1016/j.quaint.2016.06.021
29. Mellado, M. (1997). The Criolla Goat in Latin America. *Veterinaria México*, 28, 333–43.
30. Hubert, B. (1988). Goat production and forests in the French Mediterranean area. *Ethnozootechnie*, 41, 87–104.
31. Dubeuf, J. P. (2010). Characteristics and diversity of the dairy goat production systems and industry around the world. Structural, market and organisational conditions for their development. *Tecnology Ciên Agropec*, 4, 25–31.
32. Boyazoglu, J., & Morand-Fehr, P. (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. *Small Ruminant Research*, 40 (1), 1–11. doi: 10.1016/s0921-4488(00)00203-0

Стаття надійшла до редакції: 01.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усенко С. О., Васильєва О. О., Кравченко О. І., Шаферівський Б. С., Карунна Т. І., Желізняк І. М., Карбан Ю. В. Історичні аспекти та перспективи розвитку козівництва в Україні. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 145–151.

© Усенко Світлана Олексіївна, Васильєва Ольга Олександрівна, Кравченко Оксана Іванівна,
Шаферівський Богдан Сергійович, Карунна Тетяна Іванівна,
Желізняк Іван Миколайович, Карбан Юлія Василівна, 2021



original article | UDC 636.4.082.43 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.18

VARIABILITY AND ASSOCIATIVE RELATIONSHIP OF SOME BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD SERUM AND PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF LARGE WHITE BREED STORES' MUSCLE TISSUE

V. I. Khalak^{1*}B. V. Gutyj²M. O. Il'chenko³S. U. Smyslov³ORCID  [0000-0002-4384-6394](https://orcid.org/0000-0002-4384-6394)ORCID  [0000-0002-5971-8776](https://orcid.org/0000-0002-5971-8776)ORCID  [0000-0003-0163-1384](https://orcid.org/0000-0003-0163-1384)ORCID  [0000-0002-8956-7753](https://orcid.org/0000-0002-8956-7753)¹ State Institution the Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 14, Vernadskoho str., Dnipro, 49009, Ukraine,² Stepan Gzhytskyj Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska Str., Lviv, 79010, Ukraine³ Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Shvedska Mohyla str., Poltava, 36013, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: v16kh91@gmail.com, mariia1984poltava@gmail.com

How to Cite

Khalak, V. I., Gutyj, B. V., Il'chenko, M. O., & Smyslov, S. U. (2021). Variability and associative relationship of some biochemical indicators of blood serum and physical-chemical properties of Large White breed stores' muscle tissue. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 152–157. doi: 10.31210/visnyk2021.02.18

The paper presents the results of studies of some biochemical parameters of blood serum and physical-chemical properties of muscle tissue of Large White breed stores; the main biometric parameters that characterize the variability of traits and their correlation were calculated. The experimental part of the research was conducted in agricultural formations of Dnipropetrovsk region ("Agro-firm Dzerzhynets" LLC, and "Agro-firm Vidrodzhennia" LLC), "Hlobyne meat-packing plant" LLC in Poltava region, the Research center of biosafety and environmental control of agro-industrial resources of Dnipro State Agrarian and Economic University, the Laboratory of zoo-chemical analysis of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Complex of the NAAS, and the Laboratory of animal husbandry of the Institute of Grain Crops of the NAAS of Ukraine. Control fattening of young pigs was carried out in agricultural formations according to the generally accepted requirements (M. D. Berezovsky, I. V. Khatko, 2005). The content of total protein (g/l), urea content (mmol/l), aspartateaminotransferase (AsAT) (mmol/h/l), alanineaminotransferase (AlAT), (mmol/h/l), as well as alkaline phosphatase (units/l) (V. V. Vlizlo et al., 2012) were studied. In muscle tissue samples, the following parameters were investigated: moisture retaining power (%), coloring intensity (units of ext. $\times 1000$), active acidity (pH) (units of acidity), tenderness (c), and losses during heat treatment (boiling down) (%). Biometric processing of the obtained data was performed according to the methods of G.F. Lakin (1990). It has been found that the blood serum biochemical parameters of the young pigs of Large White breed correspond to the physiological standard of clinically healthy animals. The number of high quality samples concerning moisture retaining power, %, coloring intensity, units. ext. $\times 1000$, and tenderness, c ranged from 12.0 to 16.0 %. Coefficient of variation of the blood serum biochemical parameters and physical-chemical properties of the longest back muscle in animals of the experimental group ranged from 2.49 (active acidity (pH), units of acidity) to 27.06 % (aspartateaminotransferase (AsAT) activity, mmol/h/l). The reliable indicators of the correlation coefficient were established between the following pairs of features: alanineaminotransferase (AlAT) activity $\times$ active acidity (pH) ($r = +0.443$, $tr = 2.37$), alkaline phosphatase activity $\times$ coloring intensity, units ext. ($r = -0.483$, $tr = 2.65$).

Key words: young pigs (stores), breed, blood serum biochemical parameters, the longest back muscle, physical-chemical properties, variability, correlation.

МІНЛИВІСТЬ ТА АСОЦІАТИВНИЙ ЗВ'ЯЗОК ДЕЯКИХ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ І ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ВЕЛИКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ

В. І. Халак¹, Б. В. Гутий², М. О. Ільченко³, С. Ю. Смыслов³

¹ Державна установа «Інститут зернових культур НААН», м. Дніпро, Україна

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³ Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

У роботі наведено результати досліджень деяких біохімічних показників сироватки крові та фізико-хімічних властивостей м'язової тканини молодняку свиней великої білої породи, розраховано основні біометричні параметри, що характеризують мінливість ознак та їхній кореляційний зв'язок. Експериментальну частину досліджень проведено в агроформуваннях Дніпропетровської області (ТОВ «АФ «Держсинець», ТОВ «АФ «Відродження»), Полтавської області (ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат»), науково-дослідному центрі біобезпеки і екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету, лабораторії зоохімічного аналізу Інституту свинарства і АПВ НААН, лабораторії тваринництва ДУ Інститут зернових культур НААН України. Контрольну відгодівлю молодняку свиней проводили в умовах агроформувань згідно із загальноприйнятими вимогами (М. Д. Березовський, І. В. Хатько, 2005). У сироватці крові досліджували вміст загального білка (г/л), вміст сечовини (ммоль/л), активність аспаратамінотрансферази (АсАТ) (ммоль/год/л), аланінамінотрансферази (АлАТ), (ммоль/год/л), а також лужної фосфатази (од./л) (В. В. Влізло та ін., 2012). У зразках м'язової тканини досліджували такі показники: вологоутримуюча здатність (%), інтенсивність забарвлення (од. екст. $\times 1000$), активна кислотність (рН) (од. кислотності), ніжність (с), втрати при термічній обробці (уварюваність) (%). Біометричну обробку одержаних даних проводили за методиками Г. Ф. Лакіна (1990). Встановлено, що біохімічні показники сироватки крові молодняку свиней великої білої породи відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин. Кількість зразків високої якості за показниками «вологоутримуюча здатність, %», «інтенсивність забарвлення, од. екст. $\times 1000$ » та «ніжність, с» коливається від 12,0 до 16,0 %. Коефіцієнт варіації біохімічних показників сироватки крові і фізико-хімічні властивості найдовшого м'яза спини у тварин піддослідної групи коливається в межах від 2,49 (активна кислотність (рН), одиниць кислотності) до 27,06 % (активність аспаратамінотрансферази (АсАТ), ммоль/год/л). Достовірні показники коефіцієнту кореляції встановлено між такими парами ознак: активність аланінамінотрансферази (АлАТ) $\times$ активна кислотність (рН) ($r=+0,443$, $tr=2,37$), активність лужної фосфатази $\times$ інтенсивність забарвлення, од. екст. ($r=-0,483$, $tr=2,65$).

Ключові слова: молодняк свиней, порода, біохімічні показники сироватки крові, найдовший м'яз спини, фізико-хімічні властивості, мінливість, кореляція.

Вступ

Використання нових технологій у свинарстві з урахуванням продуктивного потенціалу кожної тварини дає змогу певною мірою використати її генетично закладені можливості. Врахування індивідуальних особливостей організму свиней у селекційній роботі дає змогу покращити їхні породні якості з успадкуванням господарсько-корисних ознак [1, 3]. Інтенсифікація селекційного процесу в галузі свинарства передбачає підвищення репродуктивних, відгодівельних та м'ясних якостей, консолідацію окремих популяцій за даними ознаками, а також відбір тварин з високим рівнем адаптації до умов зовнішнього середовища [3].

Селекційно-племінна робота в галузі свинарства направлена на створення популяцій свиней з високими відтворювальними якість вихідних батьківських форм, а також відгодівельними і м'ясними показниками їхнього потомства [1–4]. Важливим при цьому є покращення якісного складу кінцевої продукції – м'яса і сала [5–8]. Для цього використовують низку заходів, а саме: досліджують вплив кормових факторів на якісний склад продуктів забою, живої маси і статі тварин, використання кнурів-плідників різних порід, внутріпородних типів і ліній, стресчутливості, генотипу за деякими генетичними маркерами, транспортування та способу забою, умов утримання та інших чинників [9–11].

Важливим є питання пошуку інших біологічних маркерів, які дають можливість визначати на ранньому етапі онтогенезу ті чи ті кількісні показники якісного складу м'яса та сала, дослідження рівня їхньої консолідації та зв'язку.

Склад крові – відносно сталий показник, який водночас є однією з лабільних систем організму свиней. Фізіологічні процеси, які відбуваються в організмі, суттєво позначаються на якісному складі крові.

Мета роботи – дослідити деякі біохімічні показники сироватки крові та фізико-хімічні властивості м'язової тканини молодняка свиней великої білої породи, розрахувати основні біометричні параметри, що характеризують мінливість ознак та їхній кореляційний зв'язок.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи ТОВ «АФ «Держжинець» Дніпропетровської області, Науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету, ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат» Полтавської області, лабораторії зоохімічного аналізу Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН та лабораторії тваринництва Державної установи Інститут зернових культур НААН. Роботу виконано згідно з програмою наукових досліджень НААН № 30 «Свинарство».

Контрольну відгодівлю, забій та відбір зразків найдовшого м'яза спини молодняка свиней проводили за загальноприйнятими методиками [14].

Відбір зразків крові у тварин піддослідної групи проводили у 5-місячному віці. У сироватці крові тварин 5-місячного віку досліджували такі показники: вміст загального білка, г/л, вміст сечовини, ммоль/л, активність аспартатамінотрансферази (АсАТ), ммоль/год/л, аланінамінотрансферази (АлАТ), ммоль/год/л та лужної фосфатази, од/л [15].

Фізико-хімічні властивості найдовшого м'яза спини (*m. longissimus dorsi*) досліджували за такими показниками: активна кислотність (рН), одиниць кислотності, вологоутримуюча здатність, %, інтенсивність забарвлення, од. екст. $\times 1000$, ніжність, с, втрати при термічній обробці, % [16–18].

Комплексну оцінку якості м'яса проводили за методикою А. М. Поливоди [19] (табл. 1).

1. Шкала оцінки якості м'яса за фізико-хімічними показниками

Оцінка	Показник якості м'яса				
	вологоутримуюча здатність, %	інтенсивність забарвлення, (коефіцієнт екстинції $\times 1000$)	ніжність, секунд	жир, %	температура плавлення підшкірного сала, градуси
Ліміти	46,8-71,8	27-119	5,8-15,5	0,7-4,8	23,5- 46,8
Висока якість	67,0 і більше	83 і більше	7,9 і менше	3,1 і більше	-
Нормальна якість	53,0-66,0	48-82	8,0-12,0	1,2-3,0	32,5-41,5
Низька якість	52,0 і менше	47 і менше	12,1 і більше	1,1 і менше	41,6 і більше 32,4 і менше

Коефіцієнт парної кореляції (r), помилку даного біометричного показника (Sr) та критерій достовірності (t_r) розраховували за такими формулами:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{C_x \cdot C_y}} \quad (1) \quad Sr = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad (2) \quad t_r = \frac{r}{S_r} \quad (3)$$

Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за шкалою Чеддока (цит. за [20]) (табл. 2).

2. Шкала Чеддока для градації сили кореляційного зв'язку між кількісними ознаками

Значення коефіцієнта кореляції	Сила кореляційного зв'язку
0,1-0,3	Слабка
0,3-0,5	Помірна
0,5-0,7	Помітна
0,7-0,9	Висока
0,9-0,99	Дуже висока

Біометричну обробку одержаних результатів досліджень проводили за методикою Г. Ф. Лакіна [21].

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження біохімічних показників сироватки крові молодняку свиней показали, що у тварин великої білої породи у 5-місячному віці вміст загального білка становить $71,28 \pm 1,164$ г/л, вміст сечовини – $4,50 \pm 0,177$ ммоль/л, активність аспартатамінотрансферази (АсАТ) – $1,33 \pm 0,074$ ммоль/год/л, аланінамінотрансферази (АлАТ) – $1,87 \pm 0,063$ ммоль/год/л та лужної фосфатази – $291,99 \pm 12,517$ од/л. Зазначені показники відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин [11].

Встановлено, що вологоутримуюча здатність найдовшого м'яза спини молодняку свиней становить $60,10 \pm 0,981$ %, інтенсивність забарвлення – $73,60 \pm 2,147$ од. екст. $\times 1000$, ніжність – $9,41 \pm 0,283$ с, активна кислотність (рН) – $5,62 \pm 0,028$ одиниць кислотності, втрати абсолютної маси зразку м'язової тканини при термічній обробці – $22,03 \pm 0,667$ %.

Коефіцієнт варіації показників, що характеризують біохімічні показники сироватки крові і фізико-хімічні властивості найдовшого м'яза спини у тварин піддослідної групи коливається в межах від $2,49 \pm 0,352$ (активна кислотність (рН), одиниць кислотності) до $27,06 \pm 3,827$ % (активність аспартатамінотрансферази (АсАТ), ммоль/год/л) (табл. 3).

3. Показники мінливості біохімічних показників сироватки крові і фізико-хімічних властивостей найдовшого м'яза спини молодняку свиней великої білої породи, n=25

Показники, одиниці виміру	Біометричні показники	
	$\sigma \pm S\sigma$	$Cv \pm S_{Cv}, \%$
<i>біохімічних показників сироватки крові</i>		
<i>вміст:</i>		
загального білка, г/л	$5,82 \pm 0,823$	$8,16 \pm 1,154$
сечовини, ммоль/л	$0,88 \pm 0,124$	$19,55 \pm 2,765$
<i>активність:</i>		
аспартатамінотрансферази АсАТ), ммоль/год/л	$0,36 \pm 0,070$	$27,06 \pm 3,827$
аланінамінотрансферази (АлАТ), ммоль/год/л	$0,32 \pm 0,045$	$17,11 \pm 2,420$
лужної фосфатази, од/л	$62,58 \pm 8,851$	$21,43 \pm 3,011$
<i>фізико-хімічні властивості найдовшого м'яза спини</i>		
активна кислотність (рН), одиниць кислотності	$0,14 \pm 0,091$	$2,49 \pm 0,352$
ніжність, с	$1,41 \pm 0,199$	$14,98 \pm 2,118$
вологоутримуюча здатність, %	$4,90 \pm 0,693$	$8,15 \pm 1,152$
інтенсивність забарвлення, од. екст. $\times 1000$	$10,73 \pm 1,517$	$14,57 \pm 2,060$
втрати при термічній обробці, %	$3,33 \pm 0,471$	$15,11 \pm 2,137$

Згідно зі шкалою оцінки якості м'яса за фізико-хімічними показниками кількість зразків високої якості за показниками «вологоутримуюча здатність, %» дорівнює 12,0 %, «інтенсивність забарвлення, од. екст. $\times 1000$ » – 16,0 %, «ніжність, с» – 12,0 %.

Аналіз даних свідчить, що кореляційні зв'язки між фізико-хімічними властивостями найдовшого м'яза спини та біохімічними показниками сироватки крові у молодняку свиней великої білої породи є різнонаправленими, а за силою змінюються від слабкого до помірного (табл. 4).

4. Кореляційні зв'язки між фізико-хімічними властивостями найдовшого м'яза спини та біохімічними показниками сироватки крові молодняку свиней великої білої породи

Ознаки		Біометричні показники		Сила кореляційного зв'язку
x	y	$r \pm Sr$	tr	
1	6	$0,288 \pm 0,1997$	1,44	слабка
	7	$-0,123 \pm 0,2069$	0,59	слабка
	8	$0,033 \pm 0,2084$	0,16	-
	9	$0,215 \pm 0,2036$	1,06	слабка
	10	$0,079 \pm 0,2079$	0,38	-
2	6	$0,051 \pm 0,2082$	0,24	-
	7	$-0,094 \pm 0,2076$	0,45	-
	8	$-0,222 \pm 0,2033$	1,09	слабка
	9	$0,062 \pm 0,2081$	0,30	-
	10	$-0,127 \pm 0,2068$	0,61	слабка

Продовження таблиці 4

Ознаки		Біометричні показники		Сила кореляційного зв'язку
x	y	r ± Sr	tr	
3	6	0,165±0,2057	0,80	слабка
	7	0,066±0,2081	0,32	-
	8	0,301±0,1988	1,51	
	9	-0,104±0,2074	0,50	слабка
	10	0,190±0,2047	0,93	слабка
4	6	0,443±0,1869*	2,37	помірна
	7	0,013±0,2085	0,06	-
	8	0,283±0,2000	1,42	слабка
	9	-0,174±0,2053	0,85	слабка
	10	0,215±0,2036	1,06	слабка
5	6	-0,018±0,2085	0,09	-
	7	-0,120±0,2070	0,58	слабка
	8	-0,483±0,1826*	2,65	помірна
	9	0,105±0,2074	0,51	слабка
	10	-0,158±0,2058	0,76	слабка

Примітки: 1 – вміст загального білка, г/л; 2 – вміст сечовини, ммоль/л; 3 – активність аспартатамінотрансферази (АсАТ), ммоль/год/л; 4 – активність аланінамінотрансферази (АлАТ), ммоль/год/л; 5 – активність лужної фосфатази, од/л; 6 – активна кислотність (рН), одиниць кислотності, 7 – вологоутримуюча здатність, %, 8 – інтенсивність забарвлення, од. екст. × 1000, 9 – ніжність, с, 10 – втрати при термічній обробці, %; * – $P < 0,05$

Достовірні показники коефіцієнту кореляції встановлено між такими парами ознак: активність аланінамінотрансферази (АлАТ) × активна кислотність (рН) ($r \pm Sr = 0,443 \pm 0,1869$, $tr = 2,37$), активність лужної фосфатази × інтенсивність забарвлення, од. екст. ($r \pm Sr = -0,483 \pm 0,1826$, $tr = 2,65$).

Висновки

1. Біохімічні показники сироватки крові молодняку свиней великої білої породи відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин.

2. Кількість зразків високої якості за показниками «вологоутримуюча здатність, %», «інтенсивність забарвлення, од. екст. × 1000» та «ніжність, с» коливається від 12,0 до 16,0 %.

3. Коефіцієнт варіації біохімічних показників сироватки крові і фізико-хімічні властивості найдовшого м'яза спини у тварин піддослідної групи коливається в межах від 2,49 (активна кислотність (рН), одиниць кислотності) до 27,06 % (активність аспартатамінотрансферази (АсАТ), ммоль/год/л).

4. Достовірні показники коефіцієнту кореляції встановлено між такими парами ознак: активність аланінамінотрансферази (АлАТ) × активна кислотність (рН) ($r = +0,443$, $tr = 2,37$), активність лужної фосфатази × інтенсивність забарвлення ($r = -0,483$, $tr = 2,65$).

Перспективи подальших досліджень. Подальша робота буде спрямована на проведення досліджень фізико-хімічних властивостей та хімічного складу м'язової тканини молодняку свиней різних поєднань та генотипів, визначених на основні ДНК-маркерів.

References

1. Bazhov, G. M., & Komlatskiy, V. I. (1989). Biotekhnologiya intensivnogo svinovodstva. Moskva: Rosagropromizdat [In Russian].
2. Kabanov, V. (2009). Biologicheskiye osnovy povysheniya intensivnosti svinovodstva. *Svinarstvo*, 2, 27–28. [In Russian].
3. Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Ilchenko, M., & Horchanok, A. (2020). Effect of blood serum enzymes on meat qualities of piglet productivity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 158–161. doi: 10.15421/2020_25.
4. Bankovska, I. B. (2016). Aminokyslotnyi sklad miasa svynei riznykh porid ta vahovykh kondytsii. *Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku tvarynnyctva Ukrainy: zbirnyk materialiv Vseukrainskoї naukovo-praktychnoi internet konferencii*. Kherson [In Ukrainian].
5. Balatsky, V., Oliinychenko, Y., Sarantseva, N., Getya, A., Saienko, A., Vovk, V., & Doran, O. (2018). Association of single nucleotide polymorphisms in leptin (LEP) and leptin receptor (LEPR) genes with backfat thickness and daily weight gain in Ukrainian Large White pigs. *Livestock Science*, 217, 157–161. doi: 10.1016/j.livsci.2018.09.015

6. Tserenyuk, O. M. (2017). Vidhodivelni oznaky molodnyaku svynei z riznoyu stresostykykystu v period "kryzy vidluchennya". *Scientific and Technical Bulletin of IL NAAS*, 118, 191–199 [In Ukrainian].
7. Tserenyuk, O. M. (2018). Metodolohiya vyznachennya efektu heterozyosu v svynarstvi. *Scientific and Technical Bulletin of IL NAAS*, 119, 173–184. [In Ukrainian].
8. Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Kharzinova, V. R., Lykhach, V., Kramarenko, A. S., Lykhach, A. V. (2018). Genetic diversity of Ukrainian local pig breeds based on microsatellite markers. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9 (2), 177–182. doi: 10.15421/021826
9. Bankovska, I. B., & Voloshchuk, V. M. (2015). Vplyv faktoriv henotypu ta sposobu utrymannia na morfolohichniy sklad tush svynei. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 2(84), 91–99. [In Ukrainian].
10. Bankovska, I., & Sales, J. (2015). Carcass, meat and fat quality characteristics of Ukrainian Red White Belted pigs compared to other commercial breeds. *Slovak Journal of Animal Science*, 48 (1), 23–27.
11. Lykhach, V. Ya. (2007). Morfolohichniy sklad tush molodniaku svynei spetsializovanykh miasnykh henotypiv. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 53, 134–138. [In Ukrainian].
12. Voloshchuk, V. M., Hetia, A. A., & Tsereniuk, O. M. (2017). Vychennia miasnoi produktyvnosti svynei. *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi: posibnyk*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
13. Rybalko, V. P., Ban'kovskaja, I. B., & Getja, A. A. (2010). Znachenie ocenki vkusovykh kachestv mjasa i sala svinej v selekcionnoj praktike. *Sovremennye problemy intensyfikacii proizvodstva svininy v stranah SNG: sbornik nauchnykh trudov HVII Mezhdunarodnoj nauchnauchnoj konferencii po svinovodstvu. Ul'janovsk*, 2, 276–280. [In Russian].
14. Berezovsky, M. D., & Khatko, I. V. (2005). *Metodyky otsinky knuriv i svynomatok za yakistyu potomstva v umovakh plemnykh zavodiv i plemnykh reproduktoriv. Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
15. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B., Vishchur, O. I., Sharan, M. M., Vudmaska, I. V., Fedorovych, Ye. I., Ostapiv, D. D., Stapai, P. V., Buchko, O. M., Hunchak, A. V., Salyha, Yu. T., Stefanyshyn, O. M., Hevkan, I. I., Lesyk, Ya. V., Simonov, M. R., Nevostruieva, I. V., Khomyn, M. M., Smolianinov, K. B., Havryliak, V. V., Kolisnyk, H. V., Petrukh, I. M., Broda, N. A., Luchka, I. V., Kovalchuk, I. I., Kropyvka, S. Y., Paraniak, N. M., Tkachuk, V. M., Khrabko, M. I., Shtapenko, O. V., Dzen, Ye. O., Maksymovych, I. Ya., Fedorovych, V. V., Yuskiv, L. L., Dolaichuk, O. P., Ivnytska, L. A., Sirko, Ya. M., Kystsiv, V. O., Zahrebelnyi, O. V., Simonov, R. P., Stoianovska, H. M., Kyrlyliv, B. Ya., Kuziv, M. I., Maior, Kh. Ya., Kuzmina, N. V., Talokha, N. I., Lisna, B. B., Klymyshyn, D. O., Chokan, T. V., Kaminska, M. V., Kozak, M. R., Oliinyk, A. V., Holova, N. V., Dubinskyi, V. V., Iskra, R. Ya., Ravis, Y. F., Tsepko, N. L., Kyshko, V. I., Oleksiuk, N. P., Denys, H. H., Slyvchuk, Yu. I., & Martyn, Yu. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni: dovidnyk*. Lviv: SPOLOM [In Ukrainian].
16. *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke myasnoy produktivnosti, kachestva myasa i podkozhnogo zhira sviney* (1987). Moskva [In Russian].
17. Polivoda, A. M., Strobykina, R. V., & Lyubetskiy, M. D. (1977). *Metodika otsenki kachestva produktii uboya u sviney. Metodiki issledovaniy po svinovodstvu*. Khar'kov [In Russian].
18. DSTU ISO 2917:2001. *Miaso ta miasni produkty. Vyznachennia rN (kontrolnyi metod) (ISO 2917:1999, IDT)*. Chynnyi vid 2003-01-01. (2001). Kyiv [In Ukrainian].
19. Polyvoda, A. M. (1976). Otsinka yakosti svynyny za fizyko-khimichnymi pokaznykamy. *Svynarstvo*, 24, 57–62. [In Ukrainian].
20. Sidorova, A. V., Leonova, N. V., & Masich, L. A. (2003). *Praktikum po teorii statistiki: Uchebnoye posobiye*. Donetsk: Doneckij nacional'nyj universitet [In Ukrainian].
21. Lakin, G. F. (1990). *Biometriya*. Moskva: Vysshaya shkola [In Russian].

Стаття надійшла до редакції: 09.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Халак В. І., Гутий Б. В., Ільченко М. О., Сислов С. Ю. Мінливість та асоціативний зв'язок деяких біохімічних показників сироватки крові і фізико-хімічних властивостей м'язової тканини молодняку свиней великої білої породи. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 152–157.

© Халак Віктор Іванович, Гутий Богдан Володимирович, Ільченко Марія Олександрівна,
Сислов Сергій Юрійович, 2021



original article | UDC 612; 636.4 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.19

INFLUENCE OF THE HUMILID FEED ADDITIVE ON THE REPRODUCTIVE ABILITY OF SOWS

M. Shostya¹ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)I. Pavlova¹ORCID  [0000-0002-8905-8879](https://orcid.org/0000-0002-8905-8879)O. Usenko¹ORCID  [0000-0001-9813-4741](https://orcid.org/0000-0001-9813-4741)O. Moroz¹ORCID  [0000-0001-9778-6043](https://orcid.org/0000-0001-9778-6043)V. Slynko¹ORCID  [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840)O. Krasnoshchok²ORCID  [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840)P. Litvinov¹ORCID  [0000-0002-5312-9081](https://orcid.org/0000-0002-5312-9081)¹ Poltava State Agrarian Academy, Skovorody Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine² PrJSC «Plemservis», 89, Kyivska str., urban village Hradizk, 39071, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: inga17pavlova@gmail.com

How to Cite

Shostya, M., Pavlova, I., Usenko, O., Moroz, O., Slynko, V., Krasnoshchok, O., & Litvinov, P. (2021). Influence of the humilid feed additive on the reproductive ability of sows. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 158–164. doi: 10.31210/visnyk2021.02.19

For modern industrial production in pig breeding, it is important to have a rapid rate of the reproduction of livestock and the high productivity of sows, without losses and with minimal reduction in weight gain under the stress of the industrial process. The aim of the study was to determine the effect of humic substances on prooxidant-antioxidant homeostasis in blood of sows and piglets under the action of stress factors. In the experiment, pregnant sows of the Large White breed were used, 5 of which were from the control group and 5 from the experimental group, which received the biologically active feed additive Humilid during the experiment. It has been determined that the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in blood of pregnant sows in the future after farrowing and weaning the piglets, is accompanied by important physiological processes that correspond to each of the successive subperiods. Biochemical indexes of blood are a mirror image of the physiological status of animals and characterize the functional state of sows in each subperiod. The content of SOD in blood of sows at the beginning of the experiment (104 days of gestation) and 5 days after farrowing decreased by 19.6 % ($p < 0.01$). At that time, at the time of weaning, there was a probable increase in the rate by 21.5 % ($p < 0.01$) compared to the initial period. CT activity from the beginning of the experiment and on the 5th day of farrowing decreased by 38.4 % ($p < 0.001$), the decrease in concentration at the time of weaning was 8.1 %. The content of diene conjugates in blood on the 5th day after farrowing fluctuated slightly in the direction of decrease compared to the previous period by 1.8% and at the time of weaning was 4.8 %. The largest number of TBA-active complexes in blood of sows were in the gestation period of 15.6 $\mu\text{mol/l}$. Additional feeding to sows of the feed additive "Humilid" during gestation affected the activation of the course of antioxidant defence, as antioxidants decreased, and the decay products tended to increase slightly. Feeding the feed additive "Humilid" to piglets of the experimental group contributed to the active generation of SOD in blood on the 5th day after birth, and was by 20.5 % more than in animals of the control group. At the time of weaning, this index was by 25 % ($p < 0.001$) higher compared to control. The positive effect of Humilid on the reproductive capacity of sows of the experimental group was determined, the increase of high fertility by 9.4 % ($p < 0.01$) was revealed in accordance with the control group of animals.

Key words: humic substances, sows, reproductive ability, piglets, weaning.

ВПЛИВ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «ГУМІЛІД» НА ВІДТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ СВИНОМАТОК

А. М. Шостя¹, І. В. Павлова¹, О. О. Усенко¹, О. Г. Мороз¹, В. Г. Слинко¹, О. О. Краснощок², П. Ю. Літвінов¹

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² ПрАТ «Племсервіс», с. м. т. Градизьк, Україна

Метою досліджень було встановити вплив речовин гумінової природи на прооксидантно-антиоксидантний гомеостазу у крові свиноматок і поросят під час стрес-факторів. В експерименті використані поросні свиноматки породи велика біла, 5 з яких контрольної групи та 5 дослідної, які протягом експерименту отримували біологічно активну кормову добавку «Гумілід». Біохімічні показники крові є дзеркальним відображенням фізіологічного статусу тварин та характеризують функціональний стан свиноматок у кожному підперіоді. Вміст СОД у крові свиноматок на початок досліду (104-а доба поросності) та на 5-у добу після опоросу знизився на 19,6 % ($p < 0,01$). Тоді як на момент відлучення спостерігалось ймовірне зростання показника на 21,5 % ($p < 0,01$) порівняно з початковим періодом. Активність КТ від початку досліду і на 5-у добу опоросу знизилась на 38,4 % ($p < 0,001$), зменшення концентрації на момент відлучення становило 8,1 %. Вміст у крові дієнових кон'югатів на 5-у добу після опоросу зазнав незначних коливань у бік зменшення порівняно з попереднім періодом на 1,8 % та на момент відлучення становив 4,8 %. Найбільшу кількість ТБК-активні комплекси у крові свиноматок мали в період поросності 15,6 мкмоль/л. Додаткове згодовування свиноматкам кормової добавки «Гумілід» у період поросності впливало на активацію перебігу антиоксидантного захисту, оскільки антиоксиданти зменшувались, а продукти розпаду мали тенденцію до незначного збільшення. Згодовування кормової добавки «Гумілід» поросят дослідної групи сприяло активному генеруванню СОД у крові на 5-у добу після народження та становило на 20,5 % більше, ніж у тварин контрольної групи. На момент відлучення цей показник був на 25 % ($p < 0,001$) вище порівняно з контролем. Виявлено підвищення великоплідності на 9,4 % ($p < 0,01$) відповідно до контрольної групи тварин. Що, своєю чергою, призвело до збільшення маси гнізда при народженні на 12,3 % ($p < 0,05$). Уведення кормової добавки «Гумілід» до стандартного раціону свиноматок сприяло зменшенню кількості мертвонароджених порослят на 66,6 % порівняно із контрольною групою тварин, що не отримувала препарат гумінової природи.

Ключові слова: речовини гумінової природи, свиноматки, відтворювальна здатність, поросята, відлучення.

Вступ

Основним завданням галузі свиначарства є підвищення продуктивності та відтворювальної здатності свиноматок. Для свиноматок у промисловому виробництві основними стресовими факторами є опорос та відлучення порослят. Після опоросу та періоду лактації в умовах інтенсивного технологічного утримання у свиноматок недостатньо часу для повного відновлення обмінних процесів і механізмів гомеостазу. Водночас момент процес відлучення порослят, зважування, комплектування нових групи, зміна режимів годівлі, складу корму негативно впливають на їхній фізіологічний стан. У результаті стресу спостерігається зниження швидкості росту та стійкості організму порослят до різноманітних хвороб, що в результаті призводить до їхньої загибелі [1, 4].

Для пом'якшення негативної дії стресів на свиноматок і порослят є актуальним пошук, розробка та впровадження використання екологічно безпечних і низькотоксичних, а також вискоєфективних препаратів на основі вітчизняної сировини [2]. Серед таких препаратів виділяють поліфенольні сполуки, що отримуються екстракцією із торфу. Вони відомі своїми імуномодуючими, антиоксидантними та адаптогенними властивостями. Спрямовані на подолання стресових впливів на організм, вирівнювання обміну речовин, та полегшення всмоктування вітамінів та мінералів [8–10]. До того ж гумінові сполуки здатні позитивно впливати на процеси травлення та запобігати діареї в порослят під час їх відлучення від свиноматок [17]. Гумати мають властивість утворювати плівку на поверхні слизової оболонки кишківника, що захищає організм від потрапляння інфекцій та всмоктування токсинів, що часто вражає порослят при переході на новий корм [16]. Водночас гумати стабілізують кишкову флору і допомагають кращому всмоктуванню та засвоєнню поживних речовин, що покращує ефективність використання кормів [6].

Метою досліджень було встановити вплив речовин гумінової природи на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у крові свиноматок і поросят під час дії стрес-факторів опоросу та відлучення.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати такі *завдання*: дослідити вплив гуматів на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиноматок і новонароджених поросят під час дії стресу при відлученні; з'ясувати особливості впливу гуматів на відтворювальну здатність свиноматок.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. У досліді були використанні поросні свиноматки великої білої породи в кількості 10 голів, з яких 5 голів (*контрольна група*), які отримували стандартний корм, та 5 голів (*дослідна група*), тварини якої протягом експерименту разом із стандартним кормом отримували біологічно активну кормову добавку «Гумілід». До стандартного комбікорму додавали біологічну добавку «Гумілід», діюча речовина якої в кількості 1 % міститься в літрі дистильованої води. Кормова добавка «Гумілід» не має специфічного запаху і смаку, тому не виникає труднощів при споживанні її тваринами. Дослідження проводили методом груп-періодів. Тривалість експерименту становила 36 діб. Починаючи із 104-ї доби поросності, досліджуваним свиноматкам до стандартного раціону додавали кормову добавку. 1 період – початковий 10 діб (104-а доба поросності), 2 період – 5 діб (5-й день після опоросу), 3 період – 21 діб (21-а доба після відлучення). У кожному із періодів були відібрані зразки крові по 5 мл із великої вушної вени.

Також для досліді було відібрано по одному поросяті з гнізда кожної групи свиноматок, які потім були розподілені на дві групи I – контрольна (5 голів), та II – дослідна (5 голів). Дослідні поросята отримували біологічну добавку «Гумілід» разом із питною водою, діюча речовина якої в кількості 1 % міститься в літрі дистильованої води. Поросят дослідної групи кормову добавку додавали до раціону, починаючи із 5-го дня народження і до моменту відлучення.

Відтворювальні якості свиноматок оцінювали за основними показниками багатоплідності, великоплідності та збереженості. При опоросі проводили зважування поросят та для порівняння показників при відлученні провели перерахунок маси гнізда. Індекс репродуктивних якостей визначали за методикою Д. В. Ломако і М. Д. Березовського [7]:

$I = B + 2W + 35G$, де: I – індекс репродуктивних якостей, бали;

B – кількість поросят при народженні, гол;

W – кількість відлучених поросят, гол.;

G – середньодобовий приріст до відлучення, кг.

Зразки крові відбирали в кожний етап досліді в обох груп свиноматок по 5 мл від тварини: на 104-у добу поросності, на 5-у добу після опоросу та на момент відлучення поросят – 21-а доба після опоросу. Кров відбиралася з вушної вени.

Зразки крові від поросят відбирали в обох дослідних групах по 5 мл від поросяти: на 5-у добу після народження та на 21-у добу після відлучення. Кров відбирали пункцією орбітального синуса.

У досліджуваних зразках крові свиноматок та поросят визначали показники стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ). Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення визначали: концентрацію дієнових кон'югантів – спектрофотометрично [13] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [11]. Рівень антиоксидантного захисту оцінювали за: активністю супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично [14]; активністю каталази (КТ) – за методикою з використанням ванадій-молібдатної реакції [12].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. При порівнянні досліджуваних показників та міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих даних експерименту свідчить про те, що стан ПАГ у крові поросних свиноматок після опоросу та відлучення поросят змінюється залежно від їхнього фізіологічного стану та періодів відтворювального циклу. Результати дослідження інтенсивності перебігу процесів пероксидації у крові свиноматок та поросят представлені в таблиці 1 та 2.

1. Інтенсивність перебігу процесів пероксидації в крові свиноматок та поросят, $M \pm m$, $n=5$

Періоди	Групи	СОД, уо/л	Каталаза Н ² О ² , ммоль/л	Дієнові кон'юганти, ммоль/л	ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	
					до інкубації	після інкубації
Свиноматки						
1	I	0,51±0,02	1,72±0,31	2,19±0,33	15,6±1,07	16,9±1,54
	II	0,48±0,01	1,40±0,28*	3,03±0,58	16,2±1,65	18,6±1,69**
2	I	0,41±0,03□□	1,06±0,32□□□	2,15±0,46	12,7±1,09□□□	16,4±1,09
	II	0,66±0,02** ^{ooo}	1,45±0,36*	2,49±0,52	10,8±0,91* ^{oo}	15,9±0,89
3	I	0,65±0,04□□	1,58±0,35	2,26±0,45	13,2±1,25□□	14,2±1,87□
	II	0,97±0,04 ^{ooo}	1,98±0,21 ^o	2,84±0,48	10,5±1,02** ^{oo}	15,7±1,67 ^{ooo}

Примітки: I – свиноматки контрольної групи; II – свиноматки дослідної групи, які отримували препарат гумінової природи; 1 – початковий період свиноматки за 10 днів до опоросу; 2 – свиноматки на 5-й день після опоросу; 3 – свиноматки після відлучення поросят на 21-й день; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – дослідна група тварин порівняно із контрольною; □ – $p < 0,05$ □□ – $p < 0,01$; □□□ – $p < 0,001$ – тварини контрольної групи порівняні згідно з різними періодами дослідів; ° – $p < 0,05$ °° – $p < 0,01$; °°° – $p < 0,001$ – тварини дослідної групи порівняні згідно з різними періодами дослідів.

2. Інтенсивність перебігу процесів пероксидації у крові поросят, $M \pm m$, $n=5$

Періоди	Групи	СОД, уо/л	Каталаза H_2O_2 , ммоль/л	Дієнові кон'юганти, ммоль/л	ТБК-активні комплекси, мкмоль/л	
					до інкубації	після інкубації
1	I	0,35±0,01	1,26±0,31	1,54±0,34	17,8±0,98	22,4±1,55
	II	0,44±0,02	1,35±0,28	1,16±0,31	20,5±1,26**	26,6±1,95**
2	I	0,57±0,03□□□	1,72±0,29	0,92±0,28□□	18,6±1,92	22,7±0,97
	II	0,76±0,04*** ^{ooo}	1,15±0,23**	0,80±0,21 ^{ooo}	16,1±1,35 ^{ooo}	22,3±1,22°

Примітки: I – поросята контрольної групи; II – поросята дослідної групи, які отримували препарат гумінової природи; 1 – проби крові, взяті на 5-й день від народження; 2 – проби крові, взяті після відлучення на 21-й день; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – дослідна група тварин порівняно із контрольною; □ – $p < 0,05$ □□ – $p < 0,01$; □□□ – $p < 0,001$ – тварини контрольної групи порівняні згідно з різними періодами дослідів; ° – $p < 0,05$ °° – $p < 0,01$; °°° – $p < 0,001$ – тварини дослідної групи порівняні згідно з різними періодами дослідів.

Порівняльний аналіз активності СОД у крові свиноматок на початок дослідів (104-а доба поросності) та на 5-у добу після опоросу знизився на 19,6 % ($p < 0,01$). Водночас на момент відлучення спостерігалось ймовірне зростання показника на 21,5 % ($p < 0,01$) порівняно із початковим періодом. Активність КТ від початку дослідів і на 5-у добу опоросу знизилась на 38,4 % ($p < 0,001$), з подальшим зменшення її рівня на момент відлучення на 8,1 %.

Вміст у крові свиноматок дієнових кон'югантів на 5-у добу після опоросу та відлучення зазнав незначних коливань у бік зменшення. Максимальну концентрацію ТБК-активних комплексів у крові свиноматок встановлено на 104-у добу поросності, з подальшим зменшенням до 5-ї доби після опоросу на 18,6 % ($p < 0,001$).

У крові поросят від народження до відлучення активність СОД зросла на 38,6 % ($p < 0,01$), а КТ на 26,7 %. Упродовж дослідного періоду в цих тварин виявлено вірогідне зменшення кількості первинних продуктів пероксидації – ДК на 40,3 % ($p < 0,01$), що можна пояснити активацією системи антиоксидантного захисту. Вміст ТБК-активних комплексів мав незначне зростання на 4,3 %, що також пояснюється присутністю на момент відлучення стрес-фактору. Це свідчить про те, що на різних етапах розвитку поросят відбувається зростання рівня антиоксидантного захисту, для врівноваження інтенсивності процесу пероксидації у крові та прагнення організму до гомеостазу.

За умови додаткового згодовування поросят та свиноматкам біологічно активної кормової добавки гумінової природи відбувалося збільшення активності СОД у крові свиноматок на 5-у добу опоросу на 37,8 % ($p < 0,01$), а на момент відлучення на 32,9 % порівняно із контрольною групою.

Завдяки своєму пролонгованому ефекту препарат вплинув на збільшення активності СОД у крові протягом експерименту. На 5-у добу після опоросу цей показник зріс на 27,3 % ($p < 0,01$) та на момент відлучення на 50,5 % ($p < 0,001$) порівняно із початковим періодом. Активність КТ на 104-у добу

поросності була меншою у тварин дослідної групи на 18,6 % ($p<0,05$) і вже на 5-у добу після опоросу була більшою на 26,9 % ($p<0,05$), на момент відлучення 20,2 % порівняно із контрольною групою.

У крові свиноматок встановлено збільшення концентрації дієвих кон'югатів, що вказує на більш активний перебіг процесів пероксидації. Після опоросу в дослідній групі свиноматок вміст ДК був більшим на 13,6 % та на момент відлучення на 20,4 %. Водночас вміст ТБК-активних комплексів на 5-у добу після опоросу був меншим у тварин дослідної групи на 20,4 % ($p<0,01$).

Додаткове згодовування свиноматкам кормової добавки «Гумілід» під час поросності сприяло активації системи антиоксидантного захисту. У період після опоросу тварини дослідної групи, що отримували додатково препарат «Гумілід» характеризувались більшими активностями СОД і КТ у крові. Також дія препарату сприяла оптимізації ПАГ у крові цих тварин, що сприяло зменшенню синтезу ТБК-активних комплексів.

Додаткове згодовування кормової добавки «Гумілід» поросяткам сприяло зростанню у крові активності СОД на 20,5 % на 5-у добу після народження відносно контрольної групи. При цьому на момент відлучення цей показник становив на 25 % ($p<0,001$) вище порівняно з контролем.

Використання препарату мало адаптогенний ефект до дії різних стресів на поросят, що проявлялось у підвищенні активності СОД у їхній крові протягом досліду на 42,1 % ($p<0,01$), а також КТ ($p<0,01$).

Вміст первинних продуктів пероксидного окиснення у поросят протягом досліджуваних періодів був меншим на 13,0–24,6 % порівняно з контрольною групою. Вміст ТБК-активних комплексів на момент відлучення був нижчим у поросят дослідної групи на 13,4 % відносно контролю.

Встановлений позитивний вплив Гуміліду на систему антиоксидантного захисту (активність СОД і КТ) та гальмування вільнорадикальних процесів у крові (концентрації ДК і ТБК-активних комплексів) свиноматок і поросят свідчить про прояв підвищення адаптаційної властивості їхнього організму в періоди фізіологічного та технологічного стресів.

При обрахунку показників продуктивності було виявлено, що жива маса одного поросяти, новонародженого від свиноматок, що вживали гумілід, була вищою на 9,4 % ($p<0,01$). Вірогідно більшою була маса гнізда на 12,3 % ($p<0,05$). Наприкінці досліду, на момент відлучення поросят жива маса одного поросяти була більшою на 8,2 % ($p<0,05$), а маса гнізда – 14,4 % ($p<0,05$).

За результатами проведеного досліду виявлено, що свиноматки, які отримували біологічну кормову добавку «Гумілід» при опоросі мали на 66,6 % менше мертвонароджених поросят. Такий результат пояснюється адаптивними властивостями та здатністю до нівелювання препаратом стресових впливів, якими є передпологовий період та опорос (табл. 3).

3. Порівняльна характеристика відтворювальних якостей свиноматок за умови дії препарату «Гумілід», $M\pm m$, $n=5$

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Багатоплідність:		
живі	12,0 $\pm$ 1,00	12,4 $\pm$ 1,51
мертві	0,6	0,2
Великоплідність	1,25 $\pm$ 0,05	1,38 $\pm$ 0,03**
Вживаність	91,6 $\pm$ 2,30	95,2 $\pm$ 2,01**
Маса гнізда при народженні	15,0 $\pm$ 1,71	17,1 $\pm$ 1,89*
Маса гнізда при відлученні	81,62 $\pm$ 2,59	95,34 $\pm$ 1,77***
Маса одного поросятка при відлученні	7,42 $\pm$ 0,39	8,08 $\pm$ 0,27*
Індекс репродуктивної здатності	42,9	45,6

Примітки: *– $p<0,05$; **– $p<0,01$; ***– $p<0,001$ – порівняно з тваринами дослідної групи.

Вживання Гуміліду свиноматками призводило до підвищення великоплідності на 9,4 % ($p<0,01$) та маси гнізда при народженні на 12,3 % ($p<0,05$). Очевидно, це обумовлено донорно-акцепторними властивостями препарату, який інтенсифікує окиснювальне фосфорилування [1]. Енергія, що виробляється під час цих реакцій, передусім використовується клітинами для посиленого синтезу білка [2]. Дія гуматів у печінці тварин активізує систему внутрішньоклітинного гідролізу, що збільшує синтез білків крові, а також стимулює розщеплення і засвоєння корму [6].

За результатами відлучення відсоток збережених поросят становив у контрольній групі 91,6 % та в дослідній 95,2 %, що на 3,8 % ($p<0,01$) більше. При цьому відлучені поросятка мали значні відмінності

в показниках росту і розвитку, тварини дослідної групи характеризувались більшою вагою на 8,2 % ($p < 0,05$), та масою гнізда на 14,4 % ($p < 0,05$).

Отже, можна припустити можливий позитивний вплив біологічно активної кормової добавки «Гумілід» як екзогенного фактору, який має регулюючу дію на ПАГ та систему гемопоезу [16, 17]. Це проявляється в активації системи антиоксидантного захисту – зростання активності СОД і КТ та гальмуванні процесів пероксидації – зниження концентрацій ДК і ТБК-активних комплексів у крові свиноматок і поросят. При цьому дія речовин гумінової природи в організмі тварин оптимізує окиснювально-відновні процеси за рахунок збільшення насиченості тканин організму киснем, що підтверджують науковці [1, 6] в період критичних фаз їх розвитку. До того ж ця кормова добавка має пролонговану дію, послаблює негативний вплив стрес-факторів на організм свиноматок у період опоросу та лактації та на поросят у період відлучення, сприяє нормалізації метаболізму, покращенню перетравності поживних речовин раціону, що, своєю чергою, викликає підвищення адаптаційної здатності та продуктивності тварин.

Висновки

Додаткове згодовування свиноматкам біологічно активної кормової добавки гумінової природи підвищує активність СОД у крові свиноматок на 5-у добу після опоросу на 37,8 % ($p < 0,01$) та на момент відлучення на 32,9 % порівняно із інтактними тваринами. Виявлено, що згодовування кормової добавки «Гумілід» поросят сприяло активному генеруванню СОД у крові на 5-у добу після народження, та становило на 20,5 % більше, ніж у тварин контрольної групи. На момент відлучення цей показник переважав на 25 % ($p < 0,001$) тварин інтактної групи. Введення біологічно активної кормової добавки «Гумілід» до стандартного раціону свиноматок сприяє зменшенню кількості мертвонароджених поросят на 66,6 % порівняно із контрольною групою тварин, що не отримувала препарат гумінової природи. Встановлено позитивний вплив кормової добавки «Гумілід» на підвищення великоплідності у свиноматок на 9,4 % ($p < 0,001$) та збільшення маси гнізда при народженні на 12,3 % ($p < 0,05$). Виявлено пролонговану дію кормової добавки, яка полягала у підвищенні живої маси поросят при відлученні на 8,2 % ($p < 0,05$) та збільшенні маси гнізда на 14,4 % ($p < 0,001$).

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на вивчення дії кормової добавки «Гумілід» на ріст і розвиток молодняку на етапах дорощування та відгодівлі, а також з'ясуванню впливу її на фізико-хімічні властивості продуктів забою.

References

1. Buchko, O. M. (2015). Vplyv dobavky huminovoї pryrody na pokaznyky bilkovoho ta enerhetychnoho obminu v svynei. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 31–35. [In Ukrainian].
2. Buzlama, S.V. (2008). *Farmakolohiya preparatov humynovikh veshchestv y ykh prymerenye dlia povisheniya rezystentnosti y produktyvnosti. Extended abstract of candidate's thesis.* Voronezh [In Russian].
3. Buchko, O. M. (2013). Vilnoradykalni protsesy v orhanizmi porosiat za dii huminovoї dobavky. *Biologhiia Tvaryn*, 15 (1), 27–33. [In Ukrainian].
4. Ovsiannikov, Yu. S. (2010). Huminovi rehovyny i fitohormony v silskomu hospodarstvi. V mizhnarnaya konferencia Dnipropetrovsk State Agrarian University. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].
5. Stepchenko, L. M. (2010). Rehuliatorni mekhanizmy dii biolohichno aktyvnykh rehovyn huminovoї pryrody na orhanizm produktyvnoi pytsi. *Fiziolohichniy zhurnal*, 56 (2), 306. [In Ukrainian].
6. Ejsner, F. F. (1981). *Teoriya i praktika plemennogo dela v skotovodstve*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
7. Bittner, M. (2006). *Direct effects of humic substances on organisms*. Brno: Masaryk university.
8. Galip, N., Polat, U., & Biricik, H. (2010). Effects of supplemental humic acid on ruminal fermentation and blood variables in rams. *Italian Journal of Animal Science*, 9 (4), e74. doi: 10.4081/ijas.2010.e74
9. Oltjen, J. W., Kebreab, E., & Lapierre, H. (Eds.). (2013). *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production*. EAAP Scientific Series. doi: 10.3920/978-90-8686-781-3
10. Wang, Q., Chen, Y. J., Yoo, J. S., Kim, H. J., Cho, J. H., & Kim, I. H. (2008). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, 117 (2-3), 270–274. doi: 10.1016/j.livsci.2007.12.024
11. Rybalka, V. P. (Red.). (2005). *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
12. Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktyvnosti katalazi. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19. [In Russian].
13. Shabunyn, S. V. (2010). *Metodycheskye polozheniya po yzucheniyu protsessov svobodnoradykalnoho okysleniya v systeme antyoksydantnoi zashchyti orhanyzma*. Voronezh [In Russian].

14. Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno-klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
15. Stepchenko, L. M., & Shvetsova, O. M. (2013). Otsinka funktsionalnoho stanu svynomatok v pershu fazu suporosnosti za biokhimichnyy pokaznykamy krovi pry zastosuvanni biolohichno aktyvnoi kormovoi dobavky «Humilid». *Visnyk Sumy National Agrarian University*, 9 (33), 67–70. [In Ukrainian].
16. Buchko, O. M., & Stepchenko, L. M. (2012). Vlyanye dobavky humynovoi pryrodi na hematolohycheskye y ymmunolohycheskye pokazately krovy svynomatok. *Materyali Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy*. – Horky [In Russian].
17. Harashchuk, M. I., & Stepchenko, L. M. (2010). Vykorystannia humilidu dlia profilaktyky pisliavidluchnogo stresu u porosiat. *Naukovyi Visnyk Veteterenarnoy Medycyny*, 6, 51–54. [In Ukrainian].
18. Vlizlo, V. V., (Red.). (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterynarnii medytsyni*. Dovidnyk. Lviv: Spolom [In Ukrainian].
19. Umesiobi, D. O. (2010). Boar effects and their relations to fertility and litter size in sows. *South African Journal of Animal Science*, 40 (5), 471–475. Retrieved from: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892010000500017&lng=en&tlng=en
20. MacCarthy, P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Science*, 166 (11), 738–751. doi: 10.1097/00010694-200111000-0000

Стаття надійшла до редакції: 21.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шостя А. М., Павлова І. В., Усенко О. О., Мороз О. Г., Слинько В. Г., Краснощок О. О., Літвінов П. Ю. Вплив кормової добавки «Гумілід» на відтворювальну здатність свиноматок. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 158–164.

© Шостя Анатолій Михайлович, Павлова Інга Володимирівна, Усенко Олег Олександрович, Мороз Олег Григорович, Слинько Віктор Григорович, Краснощок Олександр Олександрович, Літвінов Петро Юрійович, 2021



original article | UDC 636.4.083 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.20

ADAPTABILITY GRADATION OF DIFFERENT GENOTYPE PIGS DEPENDING
ON TECHNOLOGICAL CONDITIONSV. Ye. Usachova^{1*}ORCID  [0000-0002-5866-7006](https://orcid.org/0000-0002-5866-7006)O. I. Myronenko¹ORCID  [0000-0002-6067-3755](https://orcid.org/0000-0002-6067-3755)A. A. Polishchuk¹ORCID  [0000-0003-3572-8491](https://orcid.org/0000-0003-3572-8491)V. G. Slynko¹ORCID  [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840)M. V. Voloshchuk²ORCID  [0000-0002-4708-9263](https://orcid.org/0000-0002-4708-9263)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36003, Ukraine² Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of NAAS, 1, Shvedska Mohyla St., Poltava, 36013, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: valentyna.usachova@gmail.com

How to Cite

Usachova, V. Ye., Myronenko, O. I., Polishchuk, A. A., Slynko, V. G., & Voloshchuk, M. V. (2021). Adaptability gradation of different genotype pigs depending on technological conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 165–171. doi: 10.31210/visnyk2021.02.20

The article deals with studying the change in heat resistance of fattening pigs depending on technological conditions. The purpose and task of the conducted research were to reveal various levels of adaptability of experimental genotypes at traditional and intensive production technologies, find the impact share of genotype and environmental factors on physiological indicators of pigs. The work was conducted under traditional (before the reconstruction) and intensive (after the reconstruction) production technologies at outdoor air temperature of +23 °C – +34 °C on gilts aged 4-5 months. Before the reconstruction, the genotypes of Large White (LW) breed of the Ukrainian selection and Poltavskaya Meat (PM) breed were used; after the reconstruction, to receive fattening young pigs, the sows of Large White breed of the German selection, boars of Landrace (L) and Pietrain (P) breeds, and Cantor (C) terminal breeding boars were used. The research analysis has shown that in the pigsty, before the reconstruction, 80% of two breed crosses of LW × PM had a low adaptability; at the same time, purebred pigs of LW breed had a high (40%, adaptation index (AI) = 15.9) and average (40%, AI = 9.2, $P \leq 0.01$) adaptability. The studies have shown that after the reconstruction, the best adaptability indices were registered in pigs with (LW×L) × C genotype – 40% having high (AI=20.3) and average – 60% (AI = 8.6, $P \leq 0.001$) adaptation indices. The obtained results show that the pigs having a high adaptation level, on the average, reliably prevailed the gilts of the same age having a low adaptation level as to the body temperature indicators in the daytime by 0.32°C ($P \leq 0.01$), heart rate in the morning – by 65.5 beats/min (47.8%) and in the daytime – by 49.5 beats/min (14.3%, $P \leq 0.001$), as well as adaptation index – by 15.1 units (by 4.4 times, $P \leq 0.001$). The reliable effect has been established – 31.7–35.8 % ($P \leq 0.05$) of the genotype on the heart rate in the groups of fattening gilts irrespective of the technological production parameters. High reliability was also registered as to the genotype influence on the heart rate in the morning and daytime before the reconstruction – 35.8, 28.0 % ($P \leq 0.05$).

Key words: heat stress, adaptation, heat resistance of pigs, the influence of genotype, heart rate.

ГРАДАЦІЯ АДАПТАЦІЙНИХ ЗДАТНОСТЕЙ СВИНЕЙ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ
ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВВ. Є. Усачова¹, О. І. Мироненко¹, А. А. Поліщук¹, В. Г. Слинко¹, М. В. Волощук²¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна² Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

Стаття присвячена дослідженням зміни теплостійкості відгодівельних свиней залежно від технологічних умов. Метою та завданням проведених досліджень було виявити різний рівень адаптаційної здатності піддослідних генотипів за умови традиційної та інтенсивної технології виробництва, виявити частку впливу генотипу та факторів середовища на фізіологічні показники у свиней. Робота проводилась в умовах традиційної (до реконструкції) та інтенсивної (після реконструкції) технологій виробництва при зовнішній температурі повітря +23 °C – +34 °C на підсвинках 4–5 місячного віку. До реконструкції були використані генотипи великої білої породи української селекції і полтавської м'ясної, після реконструкції для отримання відгодівельного молодняку були використані свиноматки великої білої породи німецької селекції, кнури порід ландрас, п'єтрен та термінальні кнури-плідники кантор. Аналіз досліджень показав, що у свинарнику до реконструкції 80 % двопородних помісей ВБ × ПМ мали низьку адаптаційну здатність, одночасно чистопородні свині ВБ породи мали високу 40 % ($I_a=15,9$) та середню 40 % ($I_a=9,2$, $P\leq 0,01$) адаптаційну здатність. Результати досліджень свідчать, що після реконструкції кращі показники адаптаційної здатності у свиней з генотипом (ВБ × Л) × К – 40 % з високим ($I_a=20,3$) та середнім – 60 % ($I_a=8,6$, $P\leq 0,001$) індексом адаптації. Одержані результати показують, що свині високого рівня адаптації в середньому достовірно переважали своїх ровесників низького рівня адаптації за показниками температури тіла в денний час на 0,32 °C ($P\leq 0,01$), частотою серцевих скорочень вранці – на 65,5 (47,8 %) і вдень – на 49,5 (14,3 %) ударів за одну хвилину ($P\leq 0,001$), а також індексом адаптації – на 15,1 одиниць (у 4,4 рази, $P\leq 0,001$). Встановлено достовірний вплив – 31,7–35,8 % ($P\leq 0,05$) генотипу на частоту серцевих скорочень у групах відгодівельного молодняку незалежно від технологічних параметрів виробництва. Також відмічена висока достовірність впливу генотипу на частоту серцевого скорочення вранці та вдень до реконструкції – 35,8, 28,0 % ($P\leq 0,05$).

Key words: тепловий стрес, адаптація, теплостійкість свиней, вплив генотипу, частота серцевого скорочення.

Вступ

У програмі розведення свиней у 21 столітті намітилася тенденція щодо поліпшення якості продукції, а також ознак, пов'язаних із добробутом тварин, насамперед, збереження приплоду, тривалості використання основного поголів'я і стійкості до захворювань [18].

Успіх тваринництва визначається на 60 % годівлею, на 20 % розведенням і віком, на 20 % мікрокліматом і умовами утримання [1, 4]. Визначення додаткових стратегій (годовлі і генетики) для максимального зростання виробництва свинини в теплі літні місяці необхідно для задоволення зростаючого попиту на м'ясо високої якості для споживання людиною.

Генетичний відбір та створення порід для поліпшення екологічної адаптації у свинарстві є найбільш перспективним варіантом у довгостроковій перспективі, який веде до продовольчої безпеки і надає можливість впоратися з негараздами зміни клімату [16, 19].

У сучасній великомасштабній системі тваринництва тепловий стрес, з яким стикаються тварини навіть у країнах з помірним кліматом, схильних до річних хвиль тепла, може значно погіршити продуктивність і благополуччя свиней, що призведе до великих економічних втрат для свинарства. Саме значення порогових температур варіює залежно від факторів, пов'язаних із тваринами, таких як генотип, маса тіла і фізіологічний стан [23, 13].

В умовах промислових комплексів зростає стресове навантаження на організм сільськогосподарських тварин та виникає невідповідність між фізіологічними можливостями організму і зовнішнім середовищем [7]. Вважається, що інтенсивне виробництво свинини на великих комплексах і фермах певною мірою може порушити оптимальне благополуччя тварин, а всі фактори, що здатні викликати стрес-реакції [10], підрозділяються на групи, які включають фізичні, кормові, біологічні та технологічні, котрі пов'язані з різного роду необхідними маніпуляціями та виробничими потребами. Тому утримання сільськогосподарських тварин повинно враховувати їхні фізіологічні і поведінкові потреби [5, 11, 12].

Зважаючи на вищенаведене, метою наших досліджень було визначення свиней різного рівня адаптаційної здатності піддослідних генотипів при традиційній та інтенсивній технологіях виробництва, оцінка впливу генотипу та факторів середовища на фізіологічні показники при визначенні теплостійкості.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання: дослідити зміни теплостійкості свиней різних генотипів при традиційній та інтенсивній технологіях виробництва; провести градацію адаптаційних здатностей свиней різних генотипів залежно від технологічних умов.

Матеріали і методи досліджень

Робота проводилась в умовах типових свинарників СТФ ТОВ «Агрокомбінат «Маяк» Сумської області в умовах традиційної (до реконструкції) та інтенсивної (після реконструкції) технології виробництва. До проведення реконструкції використовувалось природне вентилявання, яке відповідно не забезпечувало достатній температурний комфорт при утриманні тварин. Протягом доби коливання температури у приміщенні складало 5,06 °C (в межах 18,61–23,67 °C, $p \leq 0,01$). Після проведення реконструкції приміщення, повного переоснащення виробництва, заміни системи годівлі та давання корму, напування, видалення гноївки, вентилявання приміщень та заміни породного складу поголів'я господарство перейшло на промислову основу з потоковою системою виробництва [2]. Встановлена система повітрообміну дала змогу в різний час доби підтримувати температуру свинарника в межах 15,7–18,8 °C, що було близьким до температури комфорту відгодівельного молодняку. Всі дослідницькі маніпуляції виконувались у найспекотніший для цієї зони період 15–20 серпня, при зовнішній температурі повітря +23 °C вранці та +34 °C вдень (7.00–8.00 год., 13.00–14.00 год.), на підсвинках 4-х місячного віку впродовж п'яти днів.

До проведення реконструкції були використані генотипи великої білої породи української селекції і полтавської м'ясної породи – ♂ВБ × ♀ВБ, та ♂ВБ × ♀ПМ, після реконструкції для отримання відгодівельного молодняку були використані свиноматки великої білої породи німецької селекції, кнури порід ландрас та п'єтрен, а також термінальні кнури-плідники кантор (дюрок × п'єтрен) – ♂велика біла (ВБ) × ♀ ландрас (Л), ♀(ВБ × Л) × ♂п'єтрен (П), ♀ (ВБ × Л) × ♂кантор (К). Оцінку теплостійкості свиней проводили за індексом теплостійкості, запропонованими Ю. О. Раушенбахом [9] і Р. Н. Зарубою [22].

Градацію адаптаційних здатностей свиней різних генотипів проводили за індексом, що ми розробили:

$$I_a = dT_{mij} / dt_{ij} + dR_{tij} - 38,7 + SHr_{ij} / dhr_{ij} + dHr_{ij} - 140, \text{ де}$$

I_a – індекс адаптаційної здатності тварин;

dT_{mij} – різниця температури навколишнього середовища вранці та вдень, °C;

dt_{ij} – різниця температури тіла тварин вранці та в день, °C;

$dR_{tij} - 38,7$ – сумарна різниця між температурою тіла вранці і вдень та оптимальною температурою тіла піддослідних тварин, °C;

SHr_{ij} – середньоденний показник частоти серцевого скорочення, ударів/хв.;

dhr_{ij} – різниця між частотою серцевого скорочення вранці та вдень, ударів/хв.;

$dHr_{ij} - 140$ – сумарна різниця між частотою серцевого скорочення вранці і вдень та оптимальним показником серцевого скорочення тварин, ударів/хв.

Отримані результати обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного (M), середньоквадратичної похибки (m) та достовірності різниці між порівнюваними показниками (P) М. О. Плохинським [8] з комп'ютера та програми Statistica 5.0

Методи досліджень спираються на методологічні основи розрахунків експериментальних даних, а також фізіологічні показники, біометричну обробку.

Результати досліджень та їх обговорення

Вплив теплового стресу на свинарство посилиться, якщо зміна клімату триватиме, як прогнозувалося.

На сьогодні фізична зміна навколишнього тваринного мікросередовища є головним напрямом для пом'якшення наслідків теплового стресу за рахунок проєктування, будівництва та реконструкції свинарських підприємств, до того ж інші заходи, пов'язані із годівлею і генетичним поліпшенням, мають чимале значення [3, 14]. Натепер здійснюються наукові пошуки оптимізації позитивного впливу технологічних рішень на продуктивність свиней із урахуванням їх стресової чутливості, особливо це стосується тих досліджень, що дають змогу мінімізувати витрати і знизити небажаний

вплив негативних факторів [6]. В основу експериментів покладено вивчення фізіолого-біохімічних показників різних генотипів свиней до та після реконструкції свинарського об'єкту. Визначення індексу адаптації тварин проводили за показниками ректальної температури та температури навколишнього середовища, не показало помітної різниці адаптаційних властивостей тварин різних генотипів. Водночас низка досліджень показала наявність генетичної мінливості до термостійкості як серед популяцій свиней, так і всередині них. Це дає можливість для генетичного поліпшення ознак терморегуляції, їх можна використовувати як критерій добору, прогнозування та ідентифікації свиней, придатних підтримувати достатній рівень продуктивності [17].

Проте ще залишаються не дослідженими питання щодо генетичного внеску у варіації у відповідь на тепловий стрес.

Тому для проведення градації фізіологічного впливу теплового стресу на адаптаційні здатності свиней різних генотипів ми використали, окрім значення ректальної температури, також частоту серцевих скорочень та провели розрахунки індексу адаптаційної здатності [15].

Отже, на наш погляд, було отримано більш об'єктивну характеристику впливу температури у приміщенні на показники фізіологічних змін унаслідок дії температурного стресу. Після отриманих результатів за допомогою модальних класів розподілу ($M \pm 0,67\sigma$) тварин розділили на групи з високою адаптаційною здатністю (M^+), до них віднесли генотипи, у яких індексний показник становив 13,6 і вище; з низькою адаптаційною здатністю (M^-) – 5,6 і нижче; із середньою адаптаційною здатністю (M^0) – з проміжним індексом 5,7–13,5 одиниць.

1. Рівень адаптаційної здатності свиней різних генотипів (до реконструкції)

Показники	Генотипи		У середньому по генотипам
	ВБ × ВБ	ПМ × ВБ	
Висока адаптаційна здатність			
Рівень, %	40	-	20
R _{t_i}	38,75±0,02	-	38,75±0,02
R _{t_j}	38,90±0,017	-	38,90±0,017
Hr _i	154,0±5,6	-	154,0±5,6
Hr _j	165,5±6,3	-	165,5±6,3
I _a	15,9±1,0	-	15,9±1,0
Середня адаптаційна здатність			
Рівень, %	40	20	30
R _{t_i}	38,93±0,06	38,87±0,01	38,91±0,04*
R _{t_j}	39,04±0,03	39,06±0,03	39,05±0,02**
Hr _i	167,0±14,5	165,0±7,0	166,3±9,3
Hr _j	188,5±10,6	190,5±2,5	189,2±6,7*
I _a	9,2±0,5**	9,05±0,35	9,2±0,34**
Низька адаптаційна здатність			
Рівень, %	20	80	50
R _{t_i}	39,00±0,07*	38,94±0,02	38,95±0,02***
R _{t_j}	39,24±0,06**	39,13±0,014	39,15±0,02***
Hr _i	191,0±6,0**	191,4±3,2**	191,3±2,7***
Hr _j	205,0±8,0**	205,9±3,3**	205,7±2,9*
I _a	6.45±0.25***	7.3±0.24***	7.13±0.23***

Примітки: температура тіла вранці – R_{ti} , температура тіла вдень – R_{tj} , частота серцевого скорочення вранці – Hr_i , частота серцевого скорочення вдень – Hr_j , * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ до тварин високої адаптаційної здатності.

За рівнем адаптаційної здатності свиней, яких вирощували у приміщенні до реконструкції (табл. 1), низьку адаптаційну здатність мали 80 % двох породних помісей ВБ × ПМ і лише 20 % їх було серед тварин великої білої породи. При цьому відгодівельний молодняк високої адаптаційної здатності високовірогідно ($P \leq 0,001$) переважав своїх ровесників з низькою адаптаційною здатністю за ректальною температурою вранці і вдень на $0,2-0,25^\circ\text{C}$, частотою серцевого скорочення вранці на 37,3 і вдень на 40,2 ударів за хвилину, а також індексним показником – на 8,8 одиниць.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

2. Рівень адаптаційної здатності свиней різних генотипів (після реконструкції)

Показники	Генотипи			У середньому по генотипам
	ВВ×Л	(ВВ × Л) × П	(ВВ × Л) × К	
Висока адаптаційна здатність				
Рівень, %	10	10	40	20
Rt _i	38,7	38,6	38,72±0,05	38,68±0,03
Rt _j	38,83	28,67	38,82±0,06	38,78±0,04
Hr _i	128	142	137,7±4,5	136,8±3,4
Hr _j	130	170	143,2±16,4	146,5±11,6
Ia	17,5	18,4	20,3±3,9	19,5±2,4
Середня адаптаційна здатність				
Рівень, %	40	70	60	56,7
Rt _i	38,74±0,03	38,69±0,08	38,70±0,12	38,71±0,05
Rt _j	38,95±0,03	38,93±0,05	38,85±0,12	38,91±0,05*
Hr _i	196,0±14,1	163,9±10,9	144,2±11,1	164,5±8,0**
Hr _j	216,5±10,7	172,1±10,3	175,0±13,4	183,6±7,9*
Ia	7,3±0,7	8,4±0,4	8,6±1,0***	8,2±0,4***
Низька адаптаційна здатність				
Рівень, %	50	20	-	23,3
Rt _i	38,58±0,07*	38,61±0,3	-	38,60±0,08
Rt _j	39,08±0,05*	39,23±0,4	-	39,10±0,09**
Hr _i	193,2±9,7	225,0±3,0***	-	202,3±8,9***
Hr _j	195,6±8,3	197,0±3,0*	-	196,0±6,1***
Ia	4,74±0,2***	3,45±0,5***	-	4,4±0,3***

Примітки: температура тіла вранці – R_{ti}, температура тіла вдень – R_{tj}, частота серцевого скорочення вранці – Hr_i, частота серцевого скорочення вдень – Hr_j, * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001 до тварин високої адаптаційної здатності.

Аналізуючи розподіл рівня адаптаційної здатності свиней різних генотипів після реконструкції, виявлено, що піддослідний молодняк генотипу (ВБ×Л) × К мав високий (40 %) і середній (60 %) рівень адаптації. Серед генотипів ВБ × Л і (ВБ × Л) × П лише 10 % тварин були високоадаптаційними та відповідно на 50 і 20 відсотків відносилися до класу з низькою адаптаційною здатністю (табл. 2). Одержані результати свідчать, що свині високого рівня адаптації в середньому достовірно переважали своїх ровесників низького рівня адаптації за показниками температури тіла в денний час на 0,32 °C (P≤0,01), частотою серцевого скорочення вранці – на 65,5 (47,8 %) і вдень – на 49,5 (14,3 %) ударів за одну хвилину (P≤0,001), а також індексом адаптації – на 15,1 одиниць (у 4,4 раза, P≤0,001).

3. Фактори впливу на фізіологічні показники піддослідних свиней

Показники	До реконструкції				Після реконструкції			
	доля впливу фактору, %		критерій Фішера	довірчий рівень	доля впливу фактору, %		критерій Фішера	довірчий рівень
	Ф	С			Ф	С		
Ректальна температура вранці (R _{ti})	6,6	93,4	1,270	0,270	1,1	98,9	0,150	0,850
Ректальна температура вдень (R _{tj})	17,5	82,5	3,920	0,063	11,6	88,4	1,770	0,190
Частота серцевого скорочення вранці (Hr _i)	35,8*	74,2	6,260	0,023	31,7*	69,3	6,260	0,005
Частота серцевого скорочення вдень (Hr _j)	28,0*	72,0	7,032	0,016	18,9	81,3	3,15	0,059

Примітки: Ф – факторіальне, С – випадкове; * – P ≤ 0,05

Аналіз наукових досліджень вказує на те, що фізіологічні і фенотипічні реакції свиней на тепловий стрес відносяться до складних ознак і мають недостатньо генетичної інформації, що підтверджено у дослідженнях [21].

Тобто лишається нагальна потреба в отриманні додаткової інформації для розуміння генетичного впливу теплового стресу на тварин. Важливо ідентифікувати породи зі спадковими генетичними адаптаційними здатностями до зміни клімату [20]. З метою розуміння впливу факторів середовища і генотипу на фізіологічні показники, що використані при оцінці адаптаційної здатності свиней піддослідних генотипів, ми провели розрахунки дисперсійного аналізу (табл. 3). Встановлено, що, незалежно від технологічних параметрів виробництва, на ректальну температуру тіла свиней як вранці, так і вдень впливали фактори середовища – частка впливу становила 82,5–98,9 %. Натомість достовірний вплив генотипу зафіксовано при дії стрес фактора на частоту серцевого скорочення відгодівельного молодняку. Частка впливу генотипу у приміщенні до реконструкції була в межах 28,0–35,8 % ($P \leq 0,05$), відповідно частка впливу факторів середовища була 72,0–71,2 %. Тварини, які утримувались у приміщенні після реконструкції, в денний час відчували більший вплив середовища. Частка впливу генотипу вранці була вищою на 12,8 % ($P \leq 0,01$) від цього показника вдень.

Висновки

Встановлено достовірний вплив – 31,7–35,8 % ($P \leq 0,05$) генотипу на частоту серцевого скорочення відгодівельного молодняку незалежно від технологічних параметрів виробництва. Також відмічена висока достовірність впливу генотипу на частоту серцевого скорочення вранці та вдень до реконструкції – 35,8, 28,0 % ($P \leq 0,05$). За рівнем адаптаційної здатності чистопородні 80% свиней ВБ породи, яких вирощували у приміщенні до реконструкції, мали високу ($I_a=15,9$) та середню ($I_a=9,2$, $P \leq 0,01$) адаптаційну здатність. Після реконструкції кращі показники адаптаційної здатності виявлено у свиней з генотипом (ВБ $\times$ Л) $\times$ К: з високою адаптаційною здатністю – 40 % ($I_a=20,3$) та середньою – 60 % ($I_a=8,6$, $P \leq 0,001$). Отже, індекс адаптації, що включає частоту серцевого скорочення, рекомендується для визначення свиней різного рівня адаптаційної здатності – високої, середньої і низької.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні та визначенні теплостійкості свиней маточного стада різних генотипів.

References

1. Voloshchuk, V. M., Povod, M. H., & Vasylyv, A. P. (2013). Produktivni ta adaptivni yakosti porosiat na doroshchuvanni zalezno vid henotypu ta umov utrymanna. *Svynarstvo*, 62, 3–8
2. Voloshchuk, M. V. (2019). Improving the technology of pork production by the way of the reconstruction of pig breeding objects. *Extended abstract of candidate's thesis*. Institute of Pig Breeding and agroindustrial production of NAAS, Poltava.
3. De Kok, F. (2013). Optimalnyj mikroklimat – vysokaya produktivnost porosyat. *Kombikorma*, 10, 54–56. [In Russian].
4. Demchuk, M. V., Vysotskyi, A. O., & Bozhyk, L. Ya. (2009). Sanitary-hygenic control of seasonal dynamics of indexes of microclimate of hogcote in the conditions of pig farm of nnvc “Komarnivskiy”. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 11 (2-4 (41)), 58–63. [In Ukrainian].
5. Demchuk, M. V., & Reshetnik, A. O. (2009). Mikroklimat ta efektyvnist roboty systemy ventyliatsii v rekonstruiovanykh prymyshchenniakh dlia svynei v rizni periody roku. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 8 (1 (28)), 36–42. [In Ukrainian].
6. Lykhach, V. Ya. (2016). *Obgruntuvannia, rozrobka ta vprovadzhennia intensyvno-tekhnologichnykh rishen u svynarstvi : monohrafiia*. Mykolaiv, MNAU [In Ukrainian].
7. Makovska, N. M., Biriukova, O. D., & Bodriashova, K. V. (2016). Kompleksne otsiniuvannia rezystentnosti ta stresostiikosti teliat. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 51, 101–106. [In Ukrainian].
8. Plohinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlia zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
9. Raushenbah, Yu. O. (1975). *Teplo- i holodoustojchivost domashnih zhivotnyh. Ekologo-geneticheskaya priroda razlichij*. Novosibirsk: Nauka [In Russian].
10. ReshetnykA., Smoljak, V., & Layter–Moskalyuk, S. (2016). State of pig welfare in industrial pig farming. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (4(72)), 66–71.
11. Hodosovskij, D. N. (2019). Optimizaciya ploshadi pola v stanke dlia sodержaniya molodnyaka svinej myasnogo napravleniya produktivnosti. *Svinarstvo*, 73, 75–80. [In Russian].
12. Gade, P. B. (2002). Welfare of animal production in intensive and organic systems with special reference to Danish organic pig production. *Meat Science*, 62 (3), 353–358. doi: 10.1016/s0309-1740(02)00123-7

13. Dou, S., Villa-Vialaneix, N., Liaubet, L., Billon, Y., Giorgi, M., Gilbert, H., Gourdine, J., Riquet, J., & Renaudeau, D. (2017). 1HNMR-Based metabolomic profiling method to develop plasma biomarkers for sensitivity to chronic heat stress in growing pigs. *PLOS ONE*, 12 (11), e0188469. doi: 10.1371/journal.pone.0188469
14. Mayorga, E. J., Renaudeau, D., Ramirez, B. C., Ross, J. W., & Baumgard, L. H. (2018). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, 9 (1), 54–61. doi: 10.1093/af/vfy035
15. Giryа, V. M., Voloshchuk, M. V., Usacheva, V. E. (2018). Heat resistance of pigs of different genotypes with traditional and intensive production technologies. *Zootechnical science of Belarus. Collection of Scientific Works*, 53 (2), 142–150. [In Russian].
16. Gourdine, J.-L., Renaudeau, D., Riquet, J., Billon, Y., Ferchaud, S., Anais, C., Giorgi, M., & Gilbert, H. (2015). Adaptation to heat in pig production: the genetic pathway: *First phenotypic results. Workshop du réseau Recolad: international network on adaptation of livestock to the consequences of climate change*. Paris, France. 2015.
17. Gourdine, J.-L. (2017). Heat stress series: A genetic view on heat stress in breeding. *Pig Progress*, 2017, 33 (7). Retrived from: <https://hal.inrae.fr/hal-02617609/document>
18. Kanis, E., De Greef, K. H., Hiemstra, A., & van Arendonk, J. A. M. (2005). Breeding for societally important traits in pigs1. *Journal of Animal Science*, 83 (4), 948–957. doi: 10.2527/2005.834948x
19. Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. doi: 10.1016/j.crm.2017.02.001
20. Relationships between Livestock Production and Climate Change: Impacts, Adaptation, and Human Dimensions. (2015). *ASABE 1st Climate Change Symposium: Adaptation and Mitigation*. doi: 10.13031/cc.20152093181
21. Riquet, J., Gilbert, H., Feve, K., Labrune, Y., Rose, R., Billon, Y., Giorgi, M., Loyau, T., Gourdine, J. L., & Renaudeau D. (2017). Genetic dissection of mechanisms underlying heat adaptation in pigs. In: *36th Conference of the International Society for Animal Genetics (ISAG)*. Illinois, USA.
22. Zaruba, R. N. (1975). Produktivnost svinej v zavisimosti ot ikh teploustojchivosti. *Svinovodstvo*, 7, 38–40. [In Russian].
23. Zhang, S., Gao, H., Yuan, X., Wang, J., & Zang, J. (2020). Integrative Analysis of Energy Partition Patterns and Plasma Metabolomics Profiles of Modern Growing Pigs Raised at Different Ambient Temperatures. *Animals*, 10 (11), 1953. doi: 10.3390/ani10111953

Стаття надійшла до редакції: 06.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Усачова В. Є., Мироненко О. І., Поліщук А. А., Слинько В. Г., Волощук М. В. Градація адаптаційних здатностей свиней різних генотипів залежно від технологічних умов. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 165–171.

© Усачова Валентина Євгенівна, Мироненко Олена Іванівна, Поліщук Анатолій Анатолійович, Слинько Віктор Григорович, Волощук Максим Володимирович, 2021



original article | UDC 636.4.082 / 57.087.01 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.21

NON-INFECTIOUS FACTORS ASSOCIATED WITH PRE-WEANING MORTALITY IN PIGLETS

A. S. Kramarenko

ORCID  0000-0002-2635-526X

S. S. Kramarenko*

ORCID  0000-0001-5658-1244

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

*Corresponding author

E-mail: kssnail0108@gmail.com

How to Cite

Kramarenko, A. S., & Kramarenko, S. S. (2021). Non-infectious factors associated with pre-weaning mortality in piglets. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 172–180. doi: 10.31210/visnyk2021.02.21

The objective of this study was to evaluate the effect of different factors of non-infectious nature on piglet pre-weaning mortality. This study was conducted on the commercial pig farm of “Tavriiski svyni”, LLC, located near Skadovsk (Kherson region, Ukraine). The experimental materials used for this study consisted of 100 individuals of productive parent sows of the Large White breed. The number of piglets that died between birth and weaning and frequency of piglets that died between birth and weaning per litter, the total number of piglets born and prolificacies were monitored in the first eight farrows during the period of eleven years (2007–2017). Piglets that died between birth and weaning were observed in 55.4 % of the litters. The piglet pre-weaning mortality level observed in our study (12.7 ± 0.6 %) was within the range of rates (10 to 20 %) reported for commercial pig farms in other countries of the world. With increasing age of the sow (farrowing's number), there was a gradual decrease in the frequency of litters that did not have piglets that died between birth and weaning ($\chi^2=21.85$; $df=7$; $P=0.003$) and, on the contrary, a gradual increase in the litters that had 5 and more piglets that died between birth and weaning ($\chi^2=15.24$; $df=7$; $P=0.031$). In general, a significant effect of farrow number on the distribution of litters with different numbers of piglets that died between birth and weaning was observed ($\chi^2=39.38$; $df=24$; $P=0.028$). The lowest number (and frequency) of piglets that died between birth and weaning was registered among sows that had 7–8 piglets (alive + dead) born per litter. Sows with smaller litter sizes did not have pre-weaning mortality. The binary logistic regression analysis indicated that the probability of a piglet dying between birth and weaning was significantly associated with the number of the sow's farrowing ($\chi^2=11.60$; $P<0.001$), total number of piglets born ($\chi^2=277.19$; $P<0.001$) and, to the greatest extent, with its prolificacy ($\chi^2=378.21$; $P<0.001$). In the latter case, this model predicted well the probability of a piglet dying between birth and weaning (in 84.0 % of cases) and more or less adequately predicted its survival (in 73.9 % of cases). The multiple linear regression analysis indicated that the frequency of piglets that died between birth and weaning per litter was significantly associated with the total number of piglets born and prolificacy ($F(2; 797) = 147.07$; $P<0.001$). At the same time, the estimation of the partial correlation coefficient for prolificacy was almost twice as high ($r_p=0.233$; $P<0.001$) than for the total number of piglets born ($r_p=0.124$; $P<0.001$).

Key words: pre-weaning mortality, number of sows' farrowing, total number of piglets born, prolificacy, binary logistic regression model, Large White breed pig

НЕІНФЕКЦІЙНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СМЕРТНІСТЬ ПОРОСЯТ ДО ВІДЛУЧЕННЯ

О. С. Крамаренко, С. С. Крамаренко

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Метою цього дослідження був аналіз впливу різноманітних факторів неінфекційної природи на смертність поросят до відлучення. Дослідження було проведено в умовах свиноферми ТОВ «Таврійські свині», розташованої поблизу м. Скадовськ (Херсонська область, Україна).

Матеріалом для дослідження слугували дані про 100 свиноматок основного стада великої білої породи. За 11-річний період (2007–2017 рр.) проаналізували такі ознаки: кількість поросят, які загинули до відлучення та частка таких поросят залежно від розміру гнізда, загальна кількість поросят при народженні та багатоплідність за перші вісім опоросів. Частка гнізд, у яких було зафіксовано загибель хоча б одного поросяти до відлучення, складала 55,4 %. Оцінка смертності поросят до відлучення, отримана в нашому дослідженні ($12,7 \pm 0,6$ %), близька до показників (10–20 %,) відмічених для комерційних свиноферм у різних країнах світу. Зі зростанням віку свиноматки (номеру опоросу) спостерігається поступове зниження частки гнізд, що не мали жодного поросяти, загублого до відлучення ($\chi^2=21,85$; $df=7$; $P=0,003$) та, навпаки, поступове збільшення гнізд, що мали 5 та більше поросят, які загинули до відлучення ($\chi^2=15,24$; $df=7$; $P=0,031$). Загалом відмічається вірогідний вплив номеру опоросу на розподіл гнізд із різною кількістю поросят, які загинули до відлучення для свиноматок ВБП ($\chi^2=39,38$; $df=24$; $P=0,028$). Найнижчу кількість (та частку) поросят, які загинули до відлучення, було відмічено серед свиноматок, які мали 7–8 поросят (живих та мертворонароджених) у гнізді при народженні. У свиноматок із меншими розмірами гнізда такі поросята були відсутні. Аналіз на підставі моделі бінарної логістичної регресії показав, що ймовірність поросяти загинути до відлучення була вірогідно пов'язана із номером опоросу свиноматки ($\chi^2=11,60$; $P<0,001$), загальною кількістю поросят при народженні ($\chi^2=277,19$; $P<0,001$) та, найчастіше, з її багатоплідністю ($\chi^2=378,21$; $P<0,001$). В останньому випадку модель добре прогнозувала загибель поросяти (у 84,0 % випадках) та більш-менш адекватно передбачала його виживання (у 73,9 % випадків). Аналіз на підставі моделі множинної лінійної регресії довів, що частка поросят, які загинули до відлучення у гнізді, вірогідно пов'язана із загальною кількістю поросят при народженні та багатоплідністю ($F(2; 797) = 147,07$; $P<0,001$). При цьому оцінка приватного коефіцієнта кореляції для багатоплідності ($r_p=0,233$; $P<0,001$) була майже вдвічі вищою, ніж для загальної кількості поросят при народженні ($r_p=0,124$; $P<0,001$).

Ключові слова: смертність до відлучення, номер опоросу, загальна кількість поросят при народженні, багатоплідність, модель бінарної логістичної регресії, велика біла порода

Вступ

Свині – багатоплідні тварини, і це означає, що вони народжують декількох поросят за один опорос. Така еволюційна стратегія називається «батьківським оптимізмом» (*parental optimism*) і дозволяє свиноматкам враховувати непередбачувані, несприятливі умови навколишнього середовища та народжувати більше нащадків про всяк випадок, якщо екологічні умови дозволять їх всіх вигодувати [13]. Але при цьому будь-який нащадок, який не може бути вигодованим, повинен загинути якомога раніше, не впливаючи на виживання інших поросят гнізда. Це досягається непропорційним розподілом ресурсів, що своєю чергою призводить до інтенсивної конкуренції між братами та сестрами (наприклад, внаслідок обмеженого простору матки, обмеженої доступності молозива, тощо) та зниження шансів на виживання найслабкіших поросят у гнізді. Ця еволюційна стратегія частково пояснює, чому має місце суттєва смертність поросят до відлучення [2].

Така смертність супроводжується значними економічними втратами при організації заходів покращення добробуту у свинарстві. Опубліковані на сьогодні результати вказують, що смертність поросят до відлучення в різних комерційних стадах свиней коливається в межах 10–20 %, і переважна кількість їхньої загибелі відбувається протягом 3–5 діб після народження [4, 9, 12, 18].

Основними чинниками неінфекційної природи, що впливають на рівень смертності поросят до відлучення є: жива маса поросяти при народженні [7, 15, 19, 20] та рівень її мінливості серед особин одного гнізда [3]; стать поросяти [18]; частка мертворонароджених поросят [1]; номер опоросу [5, 11, 12, 15, 18]; розмір гнізда при народженні [3, 9, 14, 15, 17]; більш пізній вік відлучення [8]; розмір стада [4, 5, 9]; гіпотермія поросят [19]; порода та, особливо, ефект гетерозису при міжпородному схрещуванні [18]; умови утримання свиноматок [18] та ін.

Отже, основна мета нашої роботи – оцінювання рівня смертності поросят до відлучення з особливим розглядом впливу факторів неінфекційної природи (номеру опоросу та розміру гнізда при народженні).

Для досягнення поставленої мети було виконано такі завдання:

- визначити рівень смертності підсисних поросят як в абсолютних величинах, так і у відносних та встановити вплив на них номеру опоросу та розміру гнізда свиноматки;
- оцінити прогностичну цінність моделей для передбачення наявності та інтенсивності загибелі підсисних поросят від народження до відлучення.

Матеріал і методи досліджень

Для аналізу було використано дані щодо відтворювальних ознак 100 свиноматок основного стада великої білої породи (ВБП), які утримувалися в умовах ТОВ «Таврійські свині» Скадовського району Херсонської області протягом 2007–2017 років. Для кожної свиноматки було проаналізовано перші вісім опоросів (P1–P8). Загалом в аналіз було включено дані щодо 800 опоросів.

Для кожної свиноматки було оцінено такі ознаки: кількість поросят, які загинули до відлучення (NPWM) та частка таких поросят у гнізді (FPWM).

Середнє арифметичне значення та його статистична помилка ($Mean \pm SE$) були розраховані для окремих субгруп, що сформовано залежно від номеру опоросу свиноматки та загальної кількості поросят при народженні (TNB).

Оскільки характер розподілу гнізд як за кількістю поросят, які загинули до відлучення, так і за їх часткою у гнізді, вірогідно відхилявся від нормального (d -критерій Колмогорова-Смирнова: в обох випадках $P < 0,01$), ми використали непараметричний дисперсійний аналіз Краскала-Уолліса (H_{KW}) для перевірки нуль-гіпотези щодо відсутності вірогідних відмінностей серед окремих субгруп.

Визначення лінійного тренду середніх арифметичних для субгруп було проведено з використанням коефіцієнту непараметричної рангової кореляції Спірмена (R_s).

При побудові моделі прогнозування появи хоча б одного поросяти у гнізді, яке загинуло до відлучення (на підставі предикторних змінних), було використано алгоритм бінарної логістичної регресії:

$$P(PWM) = \exp(a + b \times X) / [1 + \exp(a + b \times X)], \quad (1)$$

де $P(PWM)$ – ймовірність появи хоча б одного поросяти у гнізді, яке загинуло до відлучення; X – предикторна змінна; a та b – коефіцієнти регресії.

Ми використали три різні моделі. В Моделі 1 як предикторну змінну було використано номер опоросу, в Моделі 2 – загальна кількість поросят при народженні, а в Моделі 3 – багатоплідність (NBA).

Прогностична цінність кожної моделі була оцінена як частка правильних прогнозів, окремо для «1» (наявність хоча б одного поросяти у гнізді, яке загинуло до відлучення) та «0» (відсутність жодного такого поросяти у гнізді), а також для моделі загалом.

При побудові моделі прогнозування частки поросят у гнізді, які загинули до відлучення (на підставі предикторних змінних), було використано алгоритм множинної лінійної регресії:

$$FPWM = a + b \times X + c \times Y + d \times Z, \quad (2)$$

де $FPWM$ – частка поросят у гнізді, які загинули до відлучення; X – номер опоросу свиноматки; Y – загальна кількість поросят при народженні; Z – багатоплідність; a , b , c та d – коефіцієнти регресії.

Усю статистичну обробку було проведено на підставі посібників [10, 16] за допомогою програмного забезпечення MS Excel, PAST v. 2.14 [6] та STATISTICA v. 7 (Stat Soft Inc.).

Результати досліджень та їх обговорення

Серед 800 опоросів, що було досліджено (8 опоросів у 100 свиноматок), частка гнізд, у яких було зафіксовано загибель хоча б одного поросяти до відлучення, складала 443, тобто, 55,4 %. Найчастіше траплялися гнізда, у яких до відлучення загинуло одне (17,9 %) або два (14,3 %) поросят. Загалом розподіл гнізд із різною кількістю поросят, які загинули до відлучення для свиноматок ВБП, добре апроксимується експоненційною моделлю (із коефіцієнтом детермінації $R^2 = 98,1$ %) (рис. 1).

При цьому встановлено вірогідний вплив номеру опоросу на частку гнізд із хоча б одним поросям, яке загинуло до відлучення для свиноматок ВБП (критерій χ^2 -квадрат: $\chi^2 = 21,85$; $df = 7$; $P = 0,003$) (рис. 2). Частка таких гнізд поступово зростала від 1-го (42 %) до 6-го опоросу (67 %), але потім трохи зменшилася у свиноматок 8-го опоросу, серед яких кожна друга мала у гнізді поросся або декілька поросят, які загинули до відлучення (54 %).

Для всіх досліджених свиноматок ВБП середня кількість поросят, які загинули до відлучення, складала $1,46 \pm 0,07$ особин/гніздо, а середня частка таких поросят складала $12,7 \pm 0,6$ %.

При дослідженні помісних тварин (Торігс Туьор $\times$ Торігс 20) у Бразилії було встановлено, що за перші сім днів життя смертність поросят складала 6,2 %, а протягом 8–21 доби – загинуло ще 3,5 % поросят і, таким чином, загальна смертність підсисних поросят протягом перших трьох тижнів життя складала 9,7 % [20].

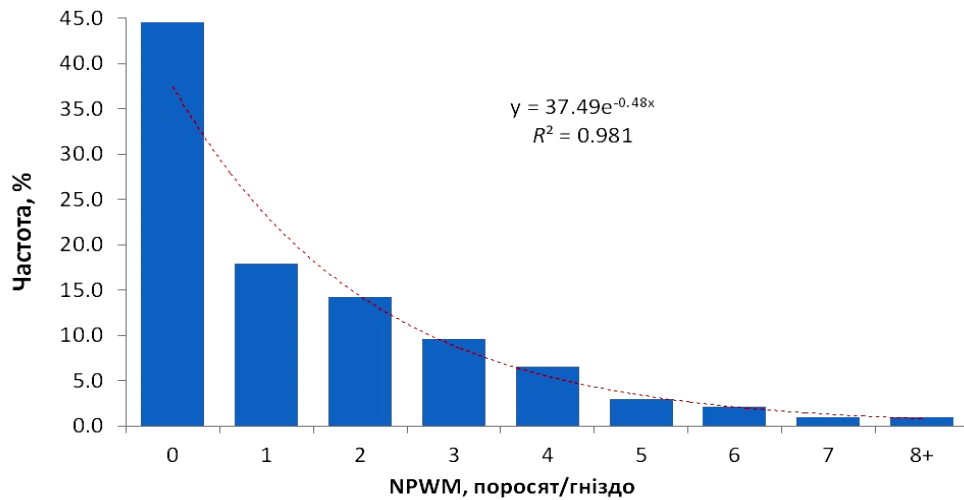


Рис. 1. Розподіл гнізд із різною кількістю поросят, які загинули до відлучення для свиноматок ВБП

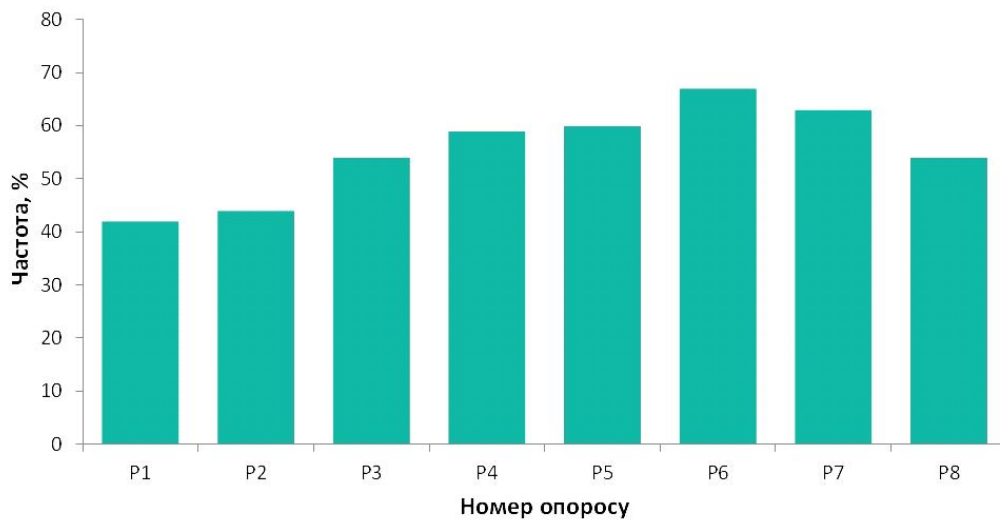


Рис. 2. Вплив номеру опоросу на частку гнізд із хоча б одним поросям, яке загинуло до відлучення для свиноматок ВБП

Для поросят порід данський ландрас та данський йоркшир найвищий рівень смертності було відмічено протягом перших п'яти днів після народження, тоді як у подальшому їхня смертність була дуже низькою. Загалом для обох порід до відлучення (у віці трьох тижнів) загинуло 16,2 % та 16,4 % народжених живими поросят, відповідно. В абсолютних числах смертність до відлучення складала 1,9 поросят/гніздо для тварин обох порід [17].

Майже аналогічні оцінки смертності до відлучення були нещодавно отримані для тварин цих же порід у США – близько 16 % [19]. Отже, отримані оцінки смертності поросят до відлучення (12,7 %) були дуже близькі до величин для інших порід свиней, що утримувалися на комерційних свинофермах у різних країнах світу.

Крім того оцінки смертності поросят до відлучення можуть значно коливатися. Наприклад, для 34 комерційних свиноферм в Австралії (утримувалися свині ВБП, породи ландрас та їхні помісі) ці оцінки варіювали від 5,1 % до 48,2 %, тоді як середня величина складала 2,1 поросяти/гніздо (або 19,7 %). При цьому значний розмах смертності мав місце й серед окремих гнізд, для яких було відмічено від 0 до 16 поросят, які загинули від народження до відлучення [5].

Для 30 канадських свиноферм середня оцінка смертності поросят до відлучення складала 18,5–18,7 % з широким коливанням у різних фермах від 7,4 % до 35,5 %. Цей показник демонстрував певну часову стабільність протягом двох років дослідження [4].

Із зростанням номеру опоросу (віку свиноматки) спостерігалось поступове збільшення гнізд, які мали 5 та більше поросят, що загинули до відлучення ($\chi^2=15,24$; $df=7$; $P=0,031$). Загалом, відмічається вірогідний вплив номеру опоросу на розподіл гнізд із різною кількістю поросят, які загинули до відлучення для свиноматок ВБП (тест на рівномірність: $\chi^2=39,38$; $df=24$; $P=0,028$) (рис. 3).

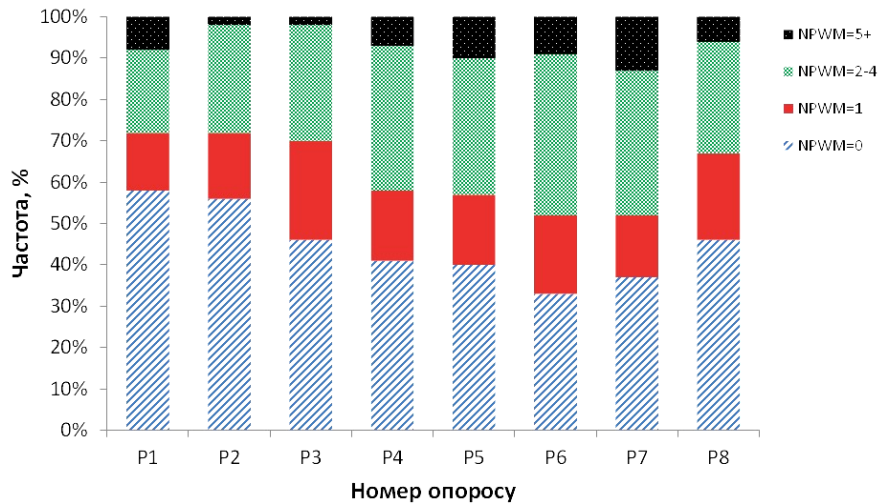


Рис. 3. Розподіл гнізд із різною кількістю поросят, які загинули до відлучення (NPWM) для свиноматок ВБП залежно від номеру опоросу

У середньому найменшу кількість поросят, які загинули до відлучення, було відмічено у свиноматок ВБП під час 2-го опоросу (0,93 поросяти/гніздо), а найбільшу – серед свиноматок 6–7-го опоросів (1,94–1,96 поросяти/гніздо). Аналогічно змінювалися й середні оцінки частки поросят, які загинули до відлучення – від 8,5 % (для свиноматок 2-го опоросу) до 16,7 % (для свиноматок 6-го опоросу).

Для обох ознак встановлено вірогідний вплив номеру опоросу (як у абсолютних величинах, так і відносних) серед досліджених свиноматок ВБП (непараметричний дисперсійний аналіз Краскала-Уолліса: у обох випадках $P < 0,001$) (табл. 1). При цьому не було встановлено вірогідного лінійного тренду для цих ознак (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена: $P > 0,05$).

1. Показники мінливості кількості (NPWM) та частки (FPWM) поросят у гнізді, які загинули до відлучення, для свиноматок ВБП залежно від номеру опоросу

Номер опоросу	n	NPWM, поросят		FPWM, %	
		min-max	Mean±SE	min-max	Mean±SE
P1	100	0–10	1,22±0,20	0 – 87,5	11,7±1,9
P2	100	0–7	0,93±0,14	0 – 66,7	8,5±1,2
P3	100	0–6	1,09±0,14	0 – 40,0	9,6±1,1
P4	100	0–9	1,53±0,18	0 – 69,2	13,0±1,5
P5	100	0–8	1,67±0,19	0 – 70,0	14,5±1,6
P6	100	0–10	1,96±0,23	0 – 90,0	16,7±1,7
P7	100	0–9	1,94±0,22	0 – 60,0	15,7±1,7
P8	100	0–6	1,31±0,17	0 – 60,0	12,0±1,6
$H_{KW}(7; 800); P$	–	–	28,44; $P < 0,001$	–	26,91; $P < 0,001$
$R_s; P$	–	–	0,667 (ns)	–	0,667 (ns)

Примітки: ns – $P > 0,05$.

Раніше було доведено, що номер опоросу вірогідно впливав на частку поросят, які загинули до відлучення [12]. Серед свиноматок ВБП, які утримувалися у Великій Британії, смертність підсисних поросят (у віці шести тижнів), народжених від першоопоросок, складала 20,5 %, серед нащадків свиноматок під час 2–5-го опоросів – 23,6 % і, нарешті, серед поросят, отриманих від повновікових тварин (8-го опоросу), вона зростала до 33,8 % [15].

У детальному огляді [18] було відмічено, що рівень смертності до відлучення є вищим для поросят із гнізд, отриманих від більш дорослих свиноматок, особливо, свиноматок після 7-го опоросу. Тоді як він найнижчий серед тварин 2-го опоросу, що також було відмічено у нашому дослідженні (табл. 1). З іншого боку, не було доведено вірогідного зв'язку між номером опоросу зі смертністю поросят до відлучення, а також із мертвонародженням [5].

Із збільшенням розміру гнізда відбувалося вірогідне зростання частки гнізд, у яких загинуло хоча б одне поросся ($\chi^2=252,47$; $df=14$; $P=0,003$), особливо це спостерігається серед гнізд із понад 11 поросятами. Цей показник досягає 90 % (та навіть більше) серед гнізд, що мали понад 15 поросят (рис. 4).

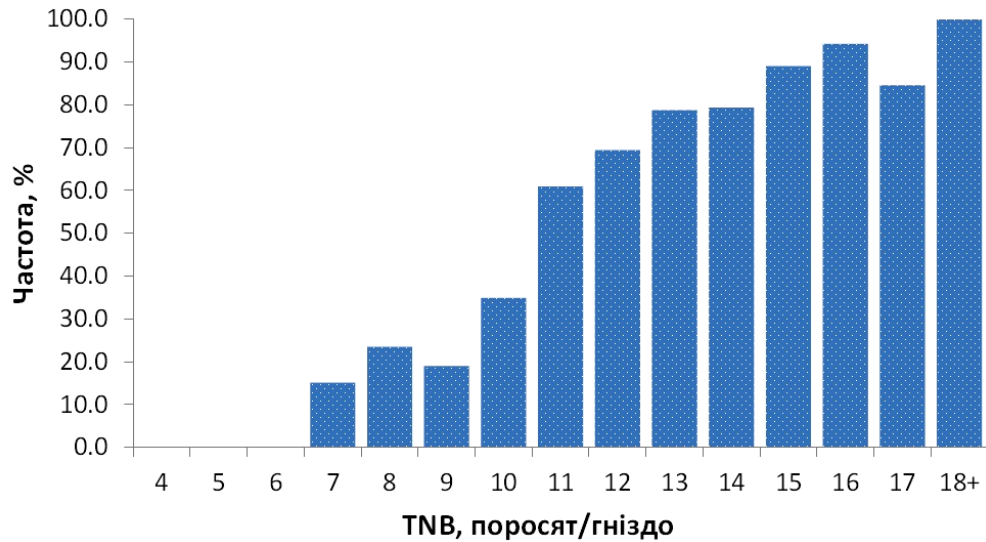


Рис. 4. Вплив розміру гнізда на частку гнізд із хоча б одним поросям, яке загинуло до відлучення для свиноматок ВБП

Лінійне вірогідне ($P < 0,001$) зростання частки гнізд, у яких мала місце загибель поросят до відлучення, зі збільшенням розміру гнізда раніше було відмічено для комерційних свиноферм в Австралії [5].

Що стосується зв'язку смертності поросят та розміру гнізда, то найнижчу кількість (та частку) поросят, які загинули до відлучення, було відмічено серед свиноматок, які мали 7–8 поросят у гнізді при народженні. У свиноматок із меншими гніздами такі поросята були відсутні (табл. 2).

Із збільшенням розміру гнізда при народженні кількість та частка поросят, які загинули до відлучення, зростала і досягала свого максимуму серед свиноматок із 18–19 поросятами. Для обох ознак встановлено вірогідний вплив розміру гнізда при народженні на смертність підсисних поросят (як у абсолютних величинах, так і відносних) серед досліджених свиноматок ВБП (непараметричний дисперсійний аналіз Краскала-Уолліса: в обох випадках $P < 0,001$).

Крім того, встановлено вірогідний лінійний тренд для обох ознак (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена: в обох випадках $P < 0,001$) (табл. 2).

2. Показники мінливості кількості (NPWM) та частки (FPWM) поросят у гнізді, які загинули до відлучення для свиноматок ВБП залежно від загальної кількості поросят при народженні

TNB, поросят	n	NPWM, поросят		FPWM, %	
		min–max	Mean±SE	min–max	Mean±SE
5	8	0	0	0	0
6	29	0	0	0	0
7	33	0–4	0,33±0,16	0–66,7	5,1±2,5
8	51	0–3	0,35±0,10	0–42,9	4,9±1,4
9	63	0–7	0,44±0,15	0–87,5	5,4±1,9
10	103	0–6	0,67±0,12	0–75,0	7,3±1,3
11	105	0–6	1,19±0,14	0–60,0	11,7±1,3
12	118	0–10	1,47±0,14	0–83,3	13,1±1,2
13	104	0–7	1,86±0,15	0–70,0	16,0±1,3
14	73	0–7	2,49±0,22	0–54,5	19,9±1,7
15	46	0–8	3,26±0,28	0–66,7	26,3±2,3
16	35	0–10	3,57±0,50	0–90,0	27,1±3,1
17	13	0–9	3,69±0,71	0–69,2	28,2±5,1
18	2	0–7	6,00±1,00	0–38,9	36,1±2,8
19	5	0–9	6,20±1,39	0–50,0	37,1±7,1
$H_{KW}(14; 766); P$	–	–	285,49; $P < 0,001$	–	238,40; $P < 0,001$
$R_s; P$	–	–	0,999; $P < 0,001$	–	0,996; $P < 0,001$

Примітки: TNB – загальна кількість поросят при народженні.

Для поросят ВБП в умовах Великої Британії була відмічена нелінійна залежність між смертністю до відлучення (у віці шести тижнів) та розмірами гнізда – вона була найменшою при розмірах гнізда 9–11 особин (17,1 %), трохи вищою при 4–8 (26,3 %) та 12–14 (24,5 %) поросятах у гнізді та досягала максимуму (39,2 %) для гнізд, що мали 15–17 поросят (39,2 %) [15]. Аналогічну нелінійну залежність між смертністю до відлучення (у віці 56 діб) та розмірами гнізда було відмічено і у канадських йоркширів; мінімальну оцінку цього показника було отримано для свиноматок, що мали 6–7 поросят у гнізді (12,9–15,1 %) та вона збільшувалася для тварин із дуже малими чи дуже великими за розміром гніздами [3].

При дослідженні зв'язку між розмірами гнізда та оцінками смертності до відлучення (у віці шести тижнів) поросят різних порід було встановлено, що гнізда із 12 поросятами та більше мають перевагу, оскільки зростання смертності в таких гніздах компенсується додатковою кількістю новонароджених поросят [12].

У таблиці 3 наведено результати аналізу різних моделей бінарної логістичної регресії наявності хоча б одного поросля у гнізді, яке загинуло до відлучення.

3. Коефіцієнти для різних моделей бінарної логістичної регресії наявності хоча б одного поросля у гнізді, яке загинуло до відлучення для свиноматок ВБП

Показники	Модель 1	Модель 2	Модель 3
Intercept (a)	-0,2599	-5,8484	-7,8671
Номер опоросу (X)	0,1064	-	-
TNB (Y)	-	0,5421	-
NBA (Z)	-	-	0,8267
χ^2 ; P	11,60; P<0,001	277,19; P<0,001	378,21; P<0,001
Точність класифікації, %:			
«0» (вижило до відлучення)	31,9	65,5	73,9
«1» (загинуло до відлучення)	80,6	85,3	84,0
в цілому	58,9	76,5	79,5

Примітки: TNB – загальна кількість поросят при народженні; NBA – багатоплідність.

Модель 1 мала такий вигляд:

$$P(PWM) = \exp(-0,2599 + 0,1064 \times X) / [1 + \exp(-0,2599 + 0,1064 \times X)],$$

де P(PWM) – ймовірність того, що у гнізді було хоча б одне поросля, яке загинуло до відлучення; X – номер опоросу.

Ця модель відносно адекватно описувала вихідні дані ($\chi^2=11,60$; P<0,001). Її середня прогностична цінність (тобто відсоток правильно класифікованих гнізд) складала 58,9 %, але при цьому вона значно краще прогнозувала присутність поросля/поросят у гнізді, які загинули до відлучення (у 80,6 % випадків), ніж його/їх відсутність (у 31,9 % випадків).

Модель 2 враховувала вплив загальної кількості поросят при народженні на наявність хоча б одного поросля у гнізді, яке загинуло до відлучення і мала такий вигляд:

$$P(PWM) = \exp(-5,8484 + 0,5421 \times Y) / [1 + \exp(-5,8484 + 0,5421 \times Y)],$$

де Y – загальна кількість поросят при народженні.

Вона більш адекватно описувала вихідні дані ($\chi^2=277,19$; P<0,001). Її середня прогностична цінність була значно вищою, ніж у попередньому випадку, та складала 76,5 %. При цьому Модель 2 також добре прогнозувала наявність хоча б одного поросля, яке загинуло протягом підсисного періоду (у 85,3 % випадків), але значно краще, ніж попередня модель, передбачувала його/їх відсутність (у 65,5 % випадків).

Нарешті, Модель 3 враховувала вплив багатоплідності і мала ще вищу адекватність ($\chi^2=378,21$; P<0,001) та була такою:

$$P(PWM) = \exp(-7,8671 + 0,8267 \times Z) / [1 + \exp(-7,8671 + 0,8267 \times Z)],$$

де Z – багатоплідність.

Її середня прогностична цінність складала майже 80 % (табл. 3). Рівень прогнозування наявності та відсутності хоча б одного поросля, яке загинуло протягом підсисного періоду, для Моделі 3 був майже на одному рівні – 84,0 % та 73,9 %, відповідно (див. табл. 3).

Оскільки важливим є не лише факт присутності поросят у гнізді, які загинули до відлучення, але й їхня частка, ми використали модель множинної лінійної регресії для прогнозування цієї частки. Попередній аналіз показав, що вірогідну роль в її прогнозуванні відіграють загальна кількість поросят при народженні та багатоплідність, тоді як коефіцієнт регресії для номеру опоросу вірогідно не відхилявся від нуля, тому цю ознаку не було включено в остаточну модель (табл. 4).

4. Показники моделі множинної лінійної регресії частки поросят (FPWM) у гнізді, які загинули до відлучення для свиноматок ВБП

Показники	Оцінка коефіцієнту $\pm$ SE	P
Intercept (a)	-0,2036 $\pm$ 0,0199	<0,001
TNB (c)	0,0100 $\pm$ 0,0028	<0,001
NBA (d)	0,0221 $\pm$ 0,0033	<0,001

Примітки: TNB – загальна кількість поросят при народженні; NBA – багатоплідність.

Ця модель демонструвала високий рівень адекватності вихідним даним (критерій Фішера: $F(2; 797) = 147,07$; $P < 0,001$) і всі розраховані оцінки коефіцієнтів регресії вірогідно відхилялися від нуля (табл. 4). Вона мала такий вигляд:

$$FPWM = -0,2036 + 0,0100 \times Y + 0,0221 \times Z,$$

де FPWM – частка поросят у гнізді, які загинули до відлучення; Y – загальна кількість поросят при народженні; Z – багатоплідність.

При цьому оцінка приватного коефіцієнта кореляції (який дозволяє оцінити ступінь тісноти лінійного зв'язку між двома змінними незалежно від опосередкованого впливу інших факторів) для багатоплідності був майже вдвічі вищим ($r_p = 0,233$; $P < 0,001$), ніж для загальної кількості поросят при народженні ($r_p = 0,124$; $P < 0,001$), що свідчить про більшу роль кількості живих поросят у гнізді у визначенні частки поросят, які загинули в підсисний період, ніж загального розміру гнізда.

При моделюванні частки поросят канадських йоркширів, які загинули до відлучення на підставі поліному II-го ступеня, було встановлено, що найнижча оцінка була отримана при розмірі гнізда у 9,9 особин (при врахуванні всіх народжених поросят) або 8,7 особин (при врахуванні тільки народжених живими) [3]. Для австралійських комерційних ферм аналогічна оцінка була отримана при розмірі гнізда у 7,4 поросля/гніздо [5].

Висновки

В умовах свиноферми ТОВ «Таврійські свині» Скадовського району Херсонської області протягом 2007–2017 років середня кількість поросят, які загинули до відлучення, склала $1,46 \pm 0,07$ особин/гніздо, а середня частка таких поросят ($12,7 \pm 0,6$ %) перебувала в межах, відмічених раніше для комерційних свинарських ферм у різних країнах світу (10–20 %). Було з'ясовано, що кількість (та частка) підсисних поросят, які загинули до відлучення на гніздо, вірогідно збільшувалися зі зростанням номеру опоросу (тобто, віку свиноматки), а також розміру гнізда при народженні. При цьому відносний вплив на цю частку загальної кількості поросят при народженні (живих та мертвих разом) був майже вдвічі нижчим, ніж вплив багатоплідності.

Подяки

Робота виконана в рамках фінансування за держбюджетними тематиками Міністерства освіти і науки України (номера державної реєстрації – 0119U001042 та 0121U109492).

References

1. Dufrasne, M., Misztal, I., Tsuruta, S., Holl, J., Gray, K. A., & Gengler, N. (2013). Estimation of genetic parameters for birth weight, preweaning mortality, and hot carcass weight of crossbred pigs. *Journal of Animal Science*, 91 (12), 5565–5571. doi: 10.2527/jas.2013-6684
2. Edwards, S. A., & Baxter, E. M. (2015). 11. Piglet mortality: causes and prevention. In: *The Gestating and Lactating Sow*. Chantal Farmer (Ed.). Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 253–278. doi: 10.3920/978-90-8686-803-2_11
3. Fahmy, M. H., & Bernard, C. (1971). Causes of mortality in Yorkshire pigs from birth to 20 weeks of age. *Canadian Journal of Animal Science*, 51 (2), 351–359. doi: 10.4141/cjas71-048
4. Friendship, R. M., Wilson, M. R., & McMillan, I. A. N. (1986). Management and housing factors associated with piglet preweaning mortality. *The Canadian Veterinary Journal*, 27(8), 307–311.
5. Glastonbury, J. R. (1976). A survey of preweaning mortality in the pig. *Australian Veterinary Journal*, 52 (6), 272–276. doi: 10.1111/j.1751-0813.1976.tb00105.x
6. Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1–9.
7. KilBride, A. L., Mendl, M., Statham, P., Held, S., Harris, M., Cooper, S., & Green, L. E. (2012). A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, 104 (3-4), 281–291. doi: 10.1016/j.prevetmed.2011.11.011

8. Koketsu, Y., Takenobu, S., & Nakamura, R. (2006). Preweaning mortality risks and recorded causes of death associated with production factors in swine breeding herds in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 68 (8), 821–826. doi: 10.1292/jvms.68.821
9. Koketsu, Y., Iida, R., & Piñeiro, C. (2021). A 10-year trend in piglet pre-weaning mortality in breeding herds associated with sow herd size and number of piglets born alive. *Porcine Health Management*, 7 (1), 1–8. doi: 10.1186/s40813-020-00182-y
10. Kramarenko, S. S., Lugovy, S. I., Lykhach, A. V. & Kramarenko, O. S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsiyi tvaryn*. Mykolayiv: MNAU [In Ukrainian].
11. Luhovoy, S. I., & Lykhach, V. Ya. (2015). Vlyyanye vozrasta dvukhpородnykh svynomatok na ykh vosproyzyvodytel'nye kachestva. *Tekhnolohiya Vyrobnystva i Pererobky Produktsiyi Tvarynnystva*, 1, 45–49. [In Russian].
12. Menzies-Kitchin, A. W. (1937). Fertility, morality, and growth rate in pigs. *The Journal of Agricultural Science*, 27 (04), 611–625. doi: 10.1017/s0021859600050474
13. Mock, D. W., & Forbes, L. S. (1995). The evolution of parental optimism. *Trends in Ecology & Evolution*, 10 (3), 130–134. doi: 10.1016/S0169-5347(00)89014-X
14. Nuntapaitoon, M., & Tummaruk, P. (2018). Factors influencing piglet pre-weaning mortality in 47 commercial swine herds in Thailand. *Tropical Animal Health and Production*, 50 (1), 129–135. doi: 10.1007/s11250-017-1412-7
15. Sharpe, H. B. (1966). Pre-weaning mortality in a herd of Large White pigs. *British Veterinary Journal*, 122 (3), 99–111. doi: 10.1016/S0007-1935(17)40711-1
16. Shebanina, O. V., Kramarenko, S. S., & Ganganov, V. M. (2008). *Metody neparametrychnoyi statystyky*. Mykolayiv: MNAU [In Ukrainian].
17. Su, G., Lund, M. S., & Sorensen, D. (2007). Selection for litter size at day five to improve litter size at weaning and piglet survival rate. *Journal of Animal Science*, 85 (6), 1385–1392. doi: 10.2527/jas.2006-631
18. Vaillancourt, J. P., & Tubbs, R. C. (1992). Preweaning mortality. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 8 (3), 685–706. doi: 10.1016/S0749-0720(15)30711-8
19. Vande Pol, K. D., Tolosa, A. F., Shull, C. M., Brown, C. B., Alencar, S. A., & Ellis, M. (2021). Effect of drying and warming piglets at birth on preweaning mortality. *Translational Animal Science*, 5 (1), txab016. doi: 10.1093/tas/txab016
20. Zotti, E., Resmini, F. A., Schutz, L. G., Volz, N., Milani, R. P., Bridi, A. M., Alfier, A. A., & Silva, C. A. D. (2017). Impact of piglet birthweight and sow parity on mortality rates, growth performance, and carcass traits in pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46 (11), 856–862. doi: 10.1590/s1806-92902017001100004

Стаття надійшла до редакції: 11.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Крамаренко О. С., Крамаренко С. С. Неінфекційні фактори, що впливають на смертність поросят до відлучення. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 172–180.

© Крамаренко Олександр Сергійович, Крамаренко Сергій Сергійович, 2021



original article | UDC 636.4, 612.014 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.22

PRO-OXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN BOARS' SPERM
UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT FEED ADDITIVESA. M. Shostya¹ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)A. S. Siabro^{1*}ORCID  [0000-0001-6808-2223](https://orcid.org/0000-0001-6808-2223)I. I. Kovalchuk²ORCID  [0000-0001-9932-6315](https://orcid.org/0000-0001-9932-6315)O. O. Krasnoshchok³Ye. V. Chukhlib¹ORCID  [0000-0001-5547-1692](https://orcid.org/0000-0001-5547-1692)V. I. Bereznytskyi¹ORCID  [0000-0002-3261-2066](https://orcid.org/0000-0002-3261-2066)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine² Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine³ PrJSC "Plemservice", 89, Kyivska str., township of Hradyzk, 39071, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: siabro.aliona@gmail.com

How to Cite

Shostya, A. M., Siabro, A. S., Kovalchuk, I. I., Krasnoshchok, O. O., Chukhlib, Ye. V., & Bereznytskyi, V. I. (2021). Pro-oxidant-antioxidant homeostasis in boars' sperm under the influence of different feed additives. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 181–187. doi: 10.31210/visnyk2021.02.22

The development of oxidative stress is one of the main reasons for reduced fertility of boars. This is due to the limited antioxidant capacity of spermatozoa to inhibit the generation of active oxygen forms, which makes them vulnerable to changes in pro-oxidant-antioxidant homeostasis in the body. The aim of the study was to research the effect of copper citrate and drone larvae homogenate on sperm quality and the formation of pro-oxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars' sperm. In the experiment, 9 adult boars of the Large White breed were used, the analogues in age, live weight and quality of sperm, from which 3 groups of animals 3 in each were formed. Experimental boars of group II received copper citrate (5%) in addition to the main diet, and animals of group III received the complex of copper citrate (5 %) with the homogenate of drone larvae. It was found that the introduction of copper citrate into the diet contributes to a probable increase in ejaculate mass ($p < 0.001$), total spermatozoa' amount ($p < 0.01$) and their live forms ($p < 0.001$). Such changes occur due to a decrease in the content of diene conjugates and TBA-active compounds in sperm by 20.1 % and 8.3 %, respectively, with a simultaneous decrease in the activity of superoxide dismutase by 19.1 % and catalase by 24.6 %, which indicates at slowing down peroxidation processes. Additional feeding of copper citrate (5 %) in combination with drone larvae homogenate, on the 45th day of feeding, probably increases the ejaculate weight ($p < 0.001$), the number of live spermatozoa ($p < 0.001$) and their survival ability ($p < 0.05$). The eating of this complex supplement by breeding boars intensifies the processes of peroxidation in sperm – increases the concentration of diene conjugates by 17.1 % (on the 30th day) and 20.5 % (on the 45th day), and increases the content of TBA-active compounds in pro-oxidant poiser, which is accompanied by a decrease in superoxide dismutase activity ($p < 0.05$). Such changes occur against the background of the maximum level of motility and survival ability of spermatozoa. Thus, the feeding of copper citrate (5 %) in the combination with the homogenate of drone larvae helps to increase the functional activity of spermatozoa by optimizing the formation of pro-oxidant-antioxidant homeostasis.

Key words: boars, sperm production, peroxidation, copper citrate, drone larvae homogenate.

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У СПЕРМІ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ ПІД ЧАС ВЖИВАННЯ РІЗНИХ КОРМОВИХ ДОБАВОК

А. М. Шостя¹, А. С. Сябро¹, І. І. Ковальчук², О. О. Краснощок³, Є. В. Чухліб¹, В. І. Березницький¹

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³ ПрАТ «Племсервіс», с.м.т. Градизьк, Україна

Розвиток оксидативного стресу є однією з головних причин зниження фертильності кнурів-плідників. Це обумовлено обмеженою антиоксидантною здатністю спермій пригнічувати генерування активних форм Оксигену, що робить їх вразливими до змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в організмі. Метою досліджень було дослідити вплив цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції і формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників. В експерименті було використано 9 дорослих кнурів великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 3 групи тварин по 3 голови в кожній. Дослідні кнури-плідники II групи додатково до основного раціону отримували цитрат Міді (5 %), а III групи – комплекс цитрату Міді (5 %) з гомогенатом трутневих личинок. Встановлено, що введення до раціону цитрату Міді сприяє вірогідному збільшенню маси еякуляту ($p < 0,001$), загальної кількості спермій ($p < 0,01$) та їх живих форм ($p < 0,001$). Такі зміни відбуваються за рахунок зменшення вмісту дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук у спермі відповідно на 20,1 % та 8,3 % з одночасним зниженням активності супероксиддисмутази на 19,1 % та каталази на 24,6 %, що вказує на сповільнення процесів пероксидації. Додаткове згодовування цитрату Міді (5 %) в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок на 45 добу споживання вірогідно підвищує масу еякуляту ($p < 0,001$), кількість живих спермій ($p < 0,001$) та їх виживаність ($p < 0,05$). Споживання цієї комплексної добавки кнурами-плідниками інтенсифікує процеси пероксидації у спермі – збільшує концентрацію дієнових кон'югантів на 17,1 % (30 доба) і 20,5 % (45 доба) та підвищує вміст ТБК-активних сполук у прооксидантному буфері, що супроводжується зниженням активності супероксиддисмутази ($p < 0,05$). Такі зміни відбуваються на тлі максимального рівня рухливості та виживаності спермій. Отже, згодовування цитрату міді (5 %) в комплексі з гомогенатом трутневих личинок сприяє підвищенню функціональної активності спермій за рахунок оптимізації формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Ключові слова: кнури-плідники, спермопродукція, пероксидне окиснення, цитрат Міді, гомогенат трутневих личинок.

Вступ

Поліпшення якості спермопродукції кнурів-плідників та підвищення запліднюючої здатності спермій є однією з важливих ланок для ефективного відтворення поголів'я. Широке застосування штучного осіменіння сприяє збільшенню виробництва свинини, оскільки обов'язкова оцінка кожного еякуляту дає змогу швидко визначити кнурів зі зниженою фертильністю, що, своєю чергою забезпечує високий відсоток заплідненості свиноматок [9, 15].

Відомо, що після еякуляції та протягом зберігання спермодоз, відбувається збільшення генераторів активних форм кисню (АФК). У межах фізіологічної норми АФК є необхідними для нормального функціонування спермій, їх капацитації та акросомної реакції. Однак збільшення вільних радикалів у спермі призводить до пошкодження мембран спермій, руйнування цілісності хроматину та апоптозу статевих клітин [5].

Велика кількість поліненасичених жирних кислот у плазматичній мембрані спермій, а також обмежена антиоксидантна здатність пригнічувати генерування АФК робить їх вразливими до змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) в організмі. Тому рівновага між генеруванням АФК і рівнем антиоксидантного захисту вважається важливим фактором, що визначає якість сперми кнурів-плідників і, зокрема, її здатність до запліднення [19, 21].

Функцію антиоксидантного захисту виконує спермальна плазма, яка насичена великою кількістю ензимних (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) та неензимних антиоксидантів (глутатіон, вітаміни С та Е) [17]. Активність ензимів залежить від наявності кофакторів, до яких відносять: Zn^{2+} , Cu^{2+} і Mn^{2+} . Зокрема, Cu^{2+} підтримує активність ензимів дихального ланцюга і протеїназ. Встановлено, що від активності супероксиддисмутази та вмісту Міді залежить рухливість, виживаність та запліднююча здатність гамет самців [13, 16, 20].

Встановлено, що забезпечення кнурів-плідників нормованими повноцінними раціонами, які збагачені біологічно активними компонентами (більшість яких є складниками гомогенату трутневих личинок) [1, 12, 18], сприяє збільшенню маси еякуляту, концентрації та активності спермій. Це дає змогу отримувати більш біологічно повноцінних нащадків, зменшити відсоток вибраковування та підвищити ефективність селекційного процесу. Виявлено, що процеси сперматогенезу, рухливості і виживаності спермій та розвиток зародків перебувають під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ). При цьому така рівновага перебуває під впливом кормових факторів [8, 11].

Метою досліджень було встановити вплив цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції та формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників.

Для досягнення поставленої мети виконувались такі завдання:

- дослідити вплив цитрату Міді на якість спермопродукції кнурів-плідників;
- встановити вплив комплексу цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на кількісні та якісні показники спермопродукції кнурів-плідників;
- з'ясувати особливості впливу цитрату Міді окремо, або в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ «Племсервіс» та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Для дослідів було відібрано 9 кнурів-плідників великої білої породи, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, з яких сформовано 3 групи тварин по 3 голови в кожній: I (контрольна) та II і III (дослідні). Годівлю кнурів-плідників проводили згідно з Інструкцією зі штучного осіменіння свиней. I група – основний раціон – ОР, II група – ОР+5 % цитрату Міді (вище норми), III група – ОР+5 % цитрату Міді (вище норми)+0,5 г ГТЛ гол/добу.

Тривалість експерименту становила 105 діб, зокрема: підготовчий період – 30 діб, основний – 45 діб і завершальний – 30 діб. Сперму від кнурів-плідників одержували двічі на тиждень мануальним методом. Якість спермопродукції оцінювали за масою еякуляту, концентрацією і рухливістю спермій, а також їх виживаністю протягом тригодинного інкубування за температури 38 °C [4].

У досліджуваних зразках сперми кнурів визначали показники стану ПАГ. Для оцінки рівня перебігу пероксидного окиснення визначали: концентрацію дієнових кон'югантів – спектрофотометрично [10] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [7]. Рівень антиоксидантного захисту визначали за активністю супероксиддисмутази (СОД) – фотометрично [2]; активністю каталази (КТ) – за методикою з використанням ванадій-молібдатної реакції [3].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для Windows XP. Для порівняння досліджуваних показників та міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним за $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту свідчать, що згодовування цитрату Міді як окремо, так і в комплексі з гомогенатом трутневих личинок позитивно вплинуло на показники якості спермопродукції кнурів-плідників (табл. 1). Встановлено, що маса еякуляту у тварин, яким згодовували Мідь у кількості 5 % понад норму, збільшувалась протягом усього періоду експерименту на 17,4 % (30 доба) та 15,2 % (45 доба). По закінченню дослідів маса еякуляту у тварин дослідних груп (II і III) була більшою порівняно з початком на 19,3 % та 17,0 %, що відносно контролю вище на 42,9 % ($p < 0,001$) та 47,7 % ($p < 0,001$) відповідно.

В основний період дослідів тенденція щодо збільшення концентрації спермій спостерігалась у тварин контрольної групи. Тоді як у кнурів-плідників дослідних груп цей показник зменшувався. Ймовірно це пов'язано з від'ємною кореляцією маси еякуляту з концентрацією спермій. Однак по закінченні завершального періоду концентрація спермій у тварин II групи була вищою порівняно з I та III відповідно на 21,0 % ($p < 0,01$) та 26,2 % ($p < 0,001$).

Варто зазначити, що введення добавок до раціону сприяло збільшенню загальної кількості спермій у еякуляті. Насиченість сперміями еякуляту кнурів-плідників контрольної групи зменшувалась та по закінченні основного та завершального періодів становила на 7,9 % та 24,1 % менше, ніж на початку. У тварин II та III груп на 30, 45 та 75 добу дослідів цей показник був вищим порівняно з I групою на 13,8 % ($p < 0,05$) і 13,9 % ($p < 0,05$), 15,7 % і 29,5 % ($p < 0,01$) та 71,8 % ($p < 0,001$) і 41,9 % відповідно.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

1. Вплив кормових добавок на якість спермопродукції кнурів-плідників, $M \pm m$

Показники	Групи	Період експерименту			
		підготовчий, n=24	основний		Завершальний n=24
			30 доба, n=24	45 доба, n=12	
Маса еякуляту, г	I	261,75±9,09	232,58±7,09	212,50±7,65	204,13±7,24
	II	244,63±8,55	287,13±9,18 ^{ooo}	281,83±12,19 ^{*ooo}	291,88±7,45 ^{***ooo}
	III	257,63±9,64	268,33±7,01 ^{oo}	265,50±10,34 ^{ooo}	301,54±9,59 ^{**ooo}
Концентрація спермій, млн/см ³	I	189,21±5,54	211,96±8,23	217,08±10,59	183,71±8,29
	II	218,33±7,04	198,75±6,76	189,83±9,03	222,38±8,59 ^{oo•••}
	III	227,58±4,12	209,29±3,73	223,17±9,89	176,17±7,37
Загальна кіль- кість спермій у еякуляті, млрд.	I	49,68±2,42	49,29±2,43	45,73±2,06	37,70±2,30
	II	52,58±1,63	56,09±1,60 ^o	52,90±2,67	64,78±2,93 ^{**ooo•}
	III	58,30±2,13	56,14±1,71 ^o	59,24±3,34 ^{oo}	53,49±3,00
Кількість живих спермій у еякуляті, млрд.	I	42,76±2,27	42,28±2,34	39,57±1,91	31,77±2,06
	II	44,16±1,48	47,97±1,36	46,41±2,68	55,72±2,99 ^{***ooo•}
	III	48,70±2,19	49,58±1,57	53,32±3,11 ^{ooo}	46,72±2,78
Рухливість спермій, %	I	85,83±1,44	85,42±1,32	86,67±2,15	84,58±1,56
	II	84,17±1,66	85,83±1,44	87,50±1,72	85,42±1,56
	III	83,33±1,74	88,33±0,96 [*]	90,00±1,18 ^{**}	87,08±1,10
Виживаність спермій, %	I	66,67±1,63	63,75±1,75	65,83±2,76	64,58±2,13
	II	70,00±1,87	65,83±1,76	69,17±2,49	70,00±2,04
	III	67,50±1,98	70,42±1,91	73,33±1,80 ^{*o}	74,17±1,66 ^{*oo}

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з підготовчим періодом; ^o – $p < 0,05$; ^{oo} – $p < 0,01$; ^{ooo} – $p < 0,001$ – порівняно з I групою; • – $p < 0,05$; •• – $p < 0,01$; ••• – $p < 0,001$ – порівняно з III групою; n – кількість досліджуваних зразків.

У тварин, яким згодовували цитрат Міді в кількості 5% понад норму, по закінченні першого місяця досліду відмічалось збільшення кількості живих спермій у еякуляті на 8,6 % відносно початку. На кінець основного періоду найвищий показник встановлений у кнурів-плідників, яким згодовували органічну форму Міді в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок, що порівняно з початковим періодом вище на 9,5 %. Протягом усього експерименту у тварин, які отримували основний раціон, кількість живих гамет була меншою порівняно з дослідними групами (II і III), та становила на 13,5 % і 17,3 % (30 доба), 17,3 % і 34,7 % ($p < 0,001$) (45 доба) та 75,4 % ($p < 0,001$) і 47,0 % (заклучний період) менше відповідно.

Встановлено позитивний вплив додавання комплексної добавки до основного раціону кнурів-плідників на рухливість спермій. Так, у тварин III групи, кількість спермій з прямолинійно-поступальним рухом по закінченні основного та завершального періодів була більшою на 8,0 % ($p < 0,01$) та 4,5 % відносно початку, що порівняно з I групою вище на 3,8 % та 2,9 % відповідно.

Важливим якісним показником якості спермопродукції є виживаність спермій. Встановлено, що у тварин дослідної групи виживаність гамет підвищувалась вже після 30 діб згодовування комплексу (Cu+ГТЛ). По завершенні основного і завершального періодів досліду цей показник у кнурів-плідників III групи становив на 8,6 % ($p < 0,05$) і 9,9 % ($p < 0,05$) більше порівняно із початком, що відносно контрольної групи вище відповідно на 11,4 % ($p < 0,05$) і 14,8 % ($p < 0,01$).

Згодовування дослідним тваринам органічної форми Міді окремо або в поєднанні з гомогенатом трутневих личинок впливало на стан ПАГ у спермі (табл. 2). Встановлено, що активність СОД у спермі кнурів-плідників II та III груп знижувалась протягом усього дослідження та по завершенні основного і завершального періодів була меншою на 19,1 % і 27,4 % ($p < 0,05$) та 19,8 % і 14,0 % відносно початку. В цей час у тварин I групи спостерігалась тенденція до збільшення рівня СОД, що порівняно з II та III групами вище на 10,6 % і 7,3 % (30 доба), 17,0 % і 22,7 % (45 доба) та 12,4 % і 2,5 % (75 доба).

Рівень КТ у досліджуваних зразках сперми зменшувався у всіх групах тварин протягом експерименту. Найбільше зниження активності цього ензиму відмічалось на 45 добу дослідження та становило на 15,8 % (I група), 24,6 % (II група) та 19,5 % (III група) менше відносно початку. Однак необхідно відмітити, що рівень КТ у спермі дослідних груп тварин протягом основного періоду дослідження був вищим на 12,8 % і 30,4 % (30 доба) та 19,8 % і 13,8 % (45 доба) порівняно з контрольною групою. Така ж тенденція спостерігалась і по завершенні досліду.

**2. Інтенсивність процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників
під впливом кормових добавок, $M \pm t$**

Показники	Групи	Період експерименту			
		підготовчий, n=24	основний		завершальний, n=24
			30 доба, n=24	45 доба, n=12	
Супероксидисмутаза, у.о./мл	I	0,357±0,030	0,424±0,038	0,388±0,063	0,364±0,038
	II	0,398±0,081	0,379±0,035	0,322±0,061	0,319±0,039
	III	0,413±0,030	0,393±0,047	0,300±0,049*	0,355±0,033
Каталаза, H_2O_2 /хв./л	I	16,22±1,59	14,07±1,74	13,65±2,29	15,24±1,62
	II	21,69±4,44	15,87±1,77	16,35±2,34	17,26±2,05
	III	19,28±2,15	18,35±1,86	15,53±2,15	20,49±2,76
Дієнові кон'юганти, мкмоль/л	I	1,98±0,19	1,77±0,22	1,65±0,25	1,89±0,21
	II	2,29±0,47	1,89±0,18	1,83±0,31	2,04±0,20
	III	2,05±0,17	2,40±0,30	2,47±0,32	1,65±0,24
ТБК-активні сполуки до інкубування мкмоль/л	I	28,19±2,02	26,19±3,00	30,34±3,28	27,63±2,62
	II	31,87±6,52	32,65±2,63	29,22±2,73	24,39±1,87
	III	27,76±1,55	29,15±2,45	23,29±3,32	22,28±2,50
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	I	32,43±2,19	31,37±3,55	35,39±4,11	33,65±3,05
	II	34,64±7,08	36,63±3,05	31,69±3,24	27,89±2,07
	III	33,74±2,11	35,69±2,99	29,85±2,93	30,39±3,15

Примітки: * – $p < 0,05$; – порівняно з підготовчим періодом, n – кількість досліджуваних зразків.

У спермі кнурів-плідників, що отримували цитрат Міді в поєднанні з ГТЛ, вже після 30 доби згодовування відмічалось підвищення процесів пероксидації. Про це свідчить збільшення первинних продуктів пероксидного окиснення в секреті тварин III групи на 17,1 % (30 доба) та 20,5 % (45 доба). Концентрація дієнових кон'югантів у відібраних зразках від тварин, що отримували добавку Міді (5 %), зменшувалась протягом усього періоду експерименту: на 17,5 % (30 доба), 20,1 % (45 доба) та 10,9 % (75 доба).

Після завершення згодовування кормових добавок кнурам-плідникам дослідних груп (45 доба) у відібраних досліджуваних зразках відмічалось зниження ТБК-активних сполук на 8,3 % (II група) та 16,1 % (III група), що порівняно з I групою лише на 3,7 % та 23,2 % відповідно. По закінченні експерименту у тварин II та III груп рівень ТБК-активних сполук був меншим відносно I групи на 11,7 % та 19,4 % відповідно. Після інкубування зразків сперми у прооксидантному буфері рівень даних метаболітів найбільше зростає у тварин III групи: на 22,4 % (30 доба), 28,2 % (45 доба) та 36,4 % (завершальний період), тоді як у кнурів-плідників II групи лише на 12,2 % (30 доба), 8,5 % (45 доба), та 14,4 % (завершальний період).

Отримані результати досліджень свідчать про вплив цитрату Міді на функціональну активність спермій та формування ПАГ у спермі кнурів-плідників, що насамперед проявляється у збільшенні кількості живих спермій в еякуляті. Ймовірно, це обумовлено тим, що рівень міді у спермальній плазмі вважається важливим фактором в утворенні циклічного аденозинмонофосфату (ц-АМФ) у внутрішньому середовищі спермій, а також активізує їхню рухливість. При цьому доведено, що підвищена концентрація цього мікроелементу пригнічує активацію ц-АМФ [14].

У спермі кнурів-плідників, яким додатково згодовували Мідь у невеликій кількості (5 %), зміни стану ПАГ відмічались незначним зниженням вмісту дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук, що свідчить про гальмування процесу ПОЛ [6, 8]. Однак при включенні до раціону комплексу цитрату Міді з ГТЛ відбувається прискорення процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників, що проявляється у підвищенні вмісту метаболітів – дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук, а також покращенні функціональної активності спермій. Позитивний ефект від додаткового згодовування ГТЛ кнурам-плідникам також проявляється у збільшенні ваги еякуляту, концентрації і рухливості спермій, а також їх виживаності [11].

Отже, використання чіткої нормованої годівлі кнурів-плідників із використанням цитрату Міді в комплексі із ГТЛ є запорукою для нормального перебігу сперматогенезу, а отже, і одним із факторів впливу на їх фертильність.

Висновки

1. Встановлено, що введення до раціону цитрату Міді на кінець завершального періоду сприяє вірогідному збільшенню маси еякуляту ($p < 0,001$), загальної кількості спермій ($p < 0,01$) та кількості живих спермій ($p < 0,001$), що відносно контролю вище на 42,9 % ($p < 0,001$), 71,8 % ($p < 0,001$) та 75,4 % ($p < 0,001$) відповідно.

2. Додаткове згодовування цитрату Міді (5 %) в поєднанні з ГТЛ на 45 добу споживання вірогідно підвищує масу еякуляту на 24,9 % ($p < 0,001$), загальну кількість спермій на 29,5 % ($p < 0,01$), їхніх живих форм на 34,7% ($p < 0,001$) та виживаність на 11,4 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем.

3. Включення цитрату Міді до раціону кнурів-плідників супроводжується зменшенням вмісту дієнових кон'югантів та ТБК-активних сполук у спермі відповідно на 20,1 % та 8,3 % з одночасним зниженням активності СОД на 19,1 % та КТ на 24,6 %, що вказує про сповільнення процесів пероксидації.

4. Споживання комплексної добавки (цитрат Міді+ГТЛ) кнурами-плідниками (ІІІ група) інтенсифікує процеси пероксидації у спермі – збільшує концентрацію дієнових кон'югантів на 17,1 % (30 доба) і 20,5 % (45 доба) та підвищує вміст ТБК-активних сполук у прооксидантному буфері, що супроводжується зниженням активності СОД ($p < 0,05$) та КТ. Такі зміни відбуваються на тлі максимального рівня рухливості та виживаності спермій.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні дії комплексу цитрату Міді та гомогенату трутневих личинок на фізіологічні процеси у ремонтних свинок та свиноматок, для покращення їхньої відтворної здатності.

References

1. Hrechka, H. M. (2010). Vyrobnyststvo ta biolohichna tsinnist lychnkovoho produktu bdzhilnyststva. *Naukovij Visnik Lvivskogo Nacionalnogo Universitetu Veterinarnoyi Medicini ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhickogo*, 12 (2 (44)), 35–41. [In Ukrainian].
2. Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
3. Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktyvnosti katalazy. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19. [In Russian].
4. Melnyk, Yu. F. (2003). *Instruktsiia iz shtuchnoho osimeninnia svynei*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
5. Podufalij, V. V., Cherkashina, I. V., & Kuchkov, I. N. (2008). Processy perekisnogo okisleniya lipidov v aktivno-podvizhnoj frakcii spermiev cheloveka, vydelennoj do i posle kriokonservirovaniya. *Problemy Kriobiologii*, 4 (18), 520–523. [In Ukrainian].
6. Rokotyanska, V. O. (2020). Osoblivosti prooksidantno-antioksidantnogo gomeostazu u spermi knuriv-plidnikov za korektsiyi vitaminno-mineralnogo zhivlennya. *Candidate's thesis*. Lvivskij nacionalnij universitet veterinarnoyi medicini ta biotehnologiyi imeni S. Z. Gzhickogo. Lviv [In Ukrainian].
7. Rybalka, V. P. (Ed.). (2005). *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
8. Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskij, V. G., Birta, G. O., Kuzmenko, L. M., & Slinko, V. G. (2020). Prooksidantno-antioksidantnij gomeostaz v inkubovaniy spermi knuriv-plidnikov pri zgodovuvanni laktativ mikroelementiv. *Naukovi Dopovidi Nacionalnogo Universitetu Bioresursiv I Prirodokoristuvannya Ukrayini*, 2 (84), 14. [In Ukrainian].
9. Cehmistrenko, S. I., & Koberska, V. A. (2013). Vpliv umistu malonovogo dialdegidu ta rivnya aktivnosti fermentiv antioksidantnogo zahistu v eyakulyatah bugayiv na yakist spermi. *Tehnologiya Virobnictva i Pererobki Produktsiyi Tvarinnictva*, 10 (105), 5–8. [In Ukrainian].
10. Shabunin, S. V. (2010). *Metodicheskie polozheniya po izucheniyu processov svobodnoradikalnogo okisleniya v sisteme antioksidantnoj zashity organizma*. Voronezh [In Russian].
11. Shostya, A. M., Yemec, Ya. M., Moroz, O. G., Stupar, I. I., Pavlova, I. V., & Maslak, M. M. (2019). Vpliv gomogenatu trutnevih lichinok na yakist spermoprodukcii u knuriv-plidnikov. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi akademiyi*, 2, 113–118. doi: 10.31210/visnyk2019.02.14 [In Ukrainian].
12. Bolatovna, K. S., Rustenov, A., Eleuqalieva, N., Omirzak, T., & Akhanov, U. K. (2015). Improving Reproductive Qualities of Pigs Using the Drone Brood Homogenate. *Biology and Medicine*, 7, 1–3.
13. Charmaine, D. E., & Hans, H. S. (2021). Digestibility and metabolism of copper in diets for pigs and influence of dietary copper on growth performance, intestinal health, and overall immune status: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 1–12. doi: 10.1186/s40104-020-00533-3

14. Debarun, R., Souvik, D., Gopal, C M., & Debdas, B. (2014). Copper: a biphasic regulator of caprine sperm forward progression. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, 60 (1), 52–57. doi: 10.3109/19396368.2013.848243
15. Martins, V. E. D., Pinto, S. C. C., Chaves, R. M., Barros Filho, A. K. D., Laskoski, L. M., & Souza, F. A. (2020). Antioxidant effect on viability of boar semen cooled to 15°C. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 72 (1), 145–152. doi: 10.1590/1678-4162-11294
16. Ogorek, M., Gasior, L., Pierzchala, O., Daszkiewicz, R., & Lenartowicz, M. (2017). Role of copper in the process of spermatogenesis. *Postepy Hig Med Dosw*, 71, 662–680. doi: 10.5604/01.3001.0010.3846
17. Parrilla, I., Martinez, E. A., Gil, M. A., Cuello, C., Roca J., Rodriguez-Martinez H., & Martinez, C. A. (2020). *Animal Reproduction*, 17 (3), 1–20. doi: 10.1590/1984-3143-ar2020-0022
18. Silici, S. (2019) Chemical content and bioactive properties of drone larvae (Apilarnil). *Mellifera*, 19 (2), 14–22.
19. Surai, P. F., & Fisinin, V. I. (2015). Selenium in pig nutrition and reproduction: boars and semen quality – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28 (5), 730–746. doi: 10.5713/ajas.14.0593
20. Tvrdá, E., Peer, R., Sikka, S. C., & Agarwal, A. (2015). Iron and copper in male reproduction: a double-edged sword. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 32 (1), 3–16. doi: 10.1007/s10815-014-0344-7
21. Vongpralub, T., Thananurak, P., Sstikasamkit, C., & Chuawongboon, P. (2016). Comparison of effects of different antioxidants supplemented to long-term extender on boar semen quality following storage at 17 °C. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 46 (1), 119–126.

Стаття надійшла до редакції: 12.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування

Шостя А. М., Сябро А. С., Ковальчук І. І., Краснощок О. О., Чухліб Є. В., Березницький В. І. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників під час вживання різних кормових добавок. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 181–187.

© Шостя Анатолій Михайлович, Сябро Альона Сергіївна, Ковальчук Ірина Іванівна,
Краснощок Олександр Олександрович, Чухліб Євгеній Володимирович,
Березницький Віктор Іванович, 2021



original article | UDC 606:638.124/132 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.23

BIOTECHNOLOGICAL FACTORS OF BEES' ETHOLOGY DURING NECTAR COLLECTION

I. F. Bezpalyi¹ORCID  [0000-0002-1038-1244](https://orcid.org/0000-0002-1038-1244)V. O. Postoienko^{2*}ORCID  [0000-0002-2773-9927](https://orcid.org/0000-0002-2773-9927)A. A. Polishchuk^{3*}ORCID  [0000-0003-3572-8491](https://orcid.org/0000-0003-3572-8491)¹ Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna Square, Bila Tserkva, 09117, Ukraine² National Scientific Center "Beekeeping Institute named after P. I. Prokopovych", 19, Zabolotnoho, St. Kyiv, 03680, Ukraine³ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: ifbezpalyi@ukr.net, vpostoenko@ukr.net

How to Cite

Bezpalyi, I. F., Postoienko, V. O., & Polishchuk, A. A. (2021). Biotechnological factors of bees' ethology during nectar collection. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 188–193. doi: 10.31210/visnyk2021.02.23

The purpose of this work is to study the influence of biotechnological factors, such as the species composition of honey bearing plants and genuineness of bee families, on the ethology of bees in the process of collecting nectar. The breed of bees was determined by a complex of features: the visual method – by behavior, color and features of the body hairiness; physiological – honeycomb capping, animosity, swarming and bio-morphometric indicators. The accounting of the daily honey collection was carried out by the method of the control family, weighing the hives on the scales after the end of bees' flying, and the obtained marketable honey – by weighing the honeycombs taken from the nest before and after extracting the product. It has been found that according to the given characteristics, the studies were carried out with the use of Ukrainian steppe bees. The following most typical exterior features of the breed were detected, namely, the proboscis length from 6.34 to 6.44 mm, the cubital index in the range of 2.17 ± 0.04 – 2.61 ± 0.05 , discoidal displacement – 76–100%, edge shape of the wax plate – 68–96% of convex cases. The species composition of honey bearing plants was analyzed under typical conditions of honey flow in the Forest-Steppe zone of Ukraine and their contribution to the total honey flow during the entire beekeeping season. Conveyor flowering of honey bearing plants begins with forest miscellaneous herbs, willows, horticultural crops, winter rape. In summer, the main honey flow is provided by acacia, linden, buckwheat, and sunflower. Under favorable weather conditions, in aggregate, these honey bearing plants provide a continuous increase in feed stocks, on average, 200–400 g per day. Under honey flow conditions, strong bee families collected up to 20 kg of marketable honey from white acacia, 15–17 kg from linden, 9–10 kg from winter rape, 12–15 kg from buckwheat and 11–13 kg from sunflower. It has been shown that the quantitative characteristics of honey accumulation in a bee nest depend on a number of biotechnological factors. The main indicators that affect the ethology of bees when collecting nectar are genuineness and species composition of honey bearing base. The results of the conducted studies substantiate the subsequent research of the ethology of the Ukrainian steppe bee breed during honey flow, its popularization and the use in large apiaries (100 or more families) according to the plan of breed zoning in the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine.

Key words: biotechnological factors, ethology of bees, Ukrainian steppe breed, genuineness, honey base, honey flow.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ЕТОЛОГІЇ БДЖІЛ ПІД ЧАС ЗБИРАННЯ НЕКТАРУ

І. Ф. Безпалий¹, В. О. Постоевко², А. А. Поліщук³¹ Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна² ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» м. Київ, Україна³ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Мета роботи – дослідження впливу біотехнологічних чинників, таких як видовий склад медоносів та чистопородність сімей на етологію бджіл під час збирання нектару. Породну приналежність бджіл визначали за комплексом таких ознак: візуальним методом – за поведінкою, кольором і рисами опушення тіла; якісними фізіологічними – печатка меду, злоблівість, рійливість та біоморфометричними показниками. Облік щоденного медозбору проводили методом контрольної сім'ї, зважуючи вулики на вагах після закінчення льоту бджіл, а одержаного товарного меду – зважуванням відібраних із гнізда медових стільників до й після відкачування з них продукту. Дослідження проводили на українських степових бджолах, вивчаючи ці ознаки. Відзначено такі найтипівіші екстер'єрні риси їх породної приналежності, а саме: довжина хоботка від 6,34 до 6,44 мм, кубітальний індекс у межах $2,17 \pm 0,04$ – $2,61 \pm 0,05$, дискоїдальне зміщення 76–100 %, форма краю воскового дзеркальця 68–96 % випуклих випадків. Проаналізовано видовий склад медоносних рослин у типових умовах медозборів Лісостепової зони України та їхній внесок у загальний медозбір протягом усього пасічницького сезону. Конвеєрне цвітіння медоносних рослин починається з лісового різнотрав'я, верб, садових культур, озимого ріпаку. Влітку основними об'єктами збору меду є біла акація, липа, гречка, соняшник. За сприятливих погодних умов сукупно ці медоноси забезпечують безперервний приріст запасів корму в середньому по 200–400 г за день. У медозбірних умовах, що досліджувалися, сильні бджолині сім'ї збирали до 20 кг товарного меду з білої акації, 15–17 кг з липи, 9–10 кг з озимого ріпаку, 12–15 кг із гречки та 11–13 кг із соняшника. Показано, що кількісні характеристики накопичення меду у бджолиному гнізді залежать від низки біотехнологічних чинників. Основними показниками, які впливають на етологію бджіл при збиранні нектару, є чистопородність та видовий склад медоносної бази. Результати проведених досліджень слугують підґрунтям для подальших досліджень етології української степової породи бджіл під час медозбору, її популяризації та використання на великих пасіках (понад 100 сімей) згідно з планом породного районування в умовах Лісостепової зони України.

Ключові слова: біотехнологічні чинники, етологія бджіл, українська степова порода, чистопородність, медоносна база, медозбір.

Вступ

Народногосподарське значення біотехнології полягає у підвищенні ефективності виробництва, поліпшенні якості продукції на основі екологічно безпечних наукоємних технологій. Україна посідає одне з перших місць у Європі з експорту меду [9, 17–20]. Актуальним завданням є утримання цієї позиції шляхом нарощування виробництва якісної і безпечної продукції бджільництва [7, 10, 16]. Відомо, що поведінкова реакція бджіл під час медозбору значною мірою залежить від низки біотехнологічних чинників, зокрема видового складу медоносів, чистопородності сімей та ін. [2, 5, 7, 8, 14].

Статистичні дані з медопродуктивності по областях та породній приналежності показують, що найбільшу частку солодкого продукту в Україні отримують від української степової породи бджіл [17, 19]. Останнім часом у засобах масової інформації рекламують породи із гірських місцевостей Європейського континенту, які мають «надпродуктивність» у різних кліматичних зонах України, але з часом їхня ефективність зменшується, з'являється агресивність і дуже часто спостерігається загибель під час зимівлі [12, 21]. Безконтрольне та безсистемне використання не районованих порід бджіл у межах природного ареалу, аборигенних порід, значною мірою не лише знищує багатовікове надбання українських пасічників, але з часом зменшує їх продуктивність у майбутніх поколіннях [12, 13, 15].

З кожним роком більш відчутні кліматичні зміни, що проявляються в агрокультивуванні теплолюбивих рослин все далі на північ країни та збільшенні тривалості безвзяткового періоду, що впливає на межі комфорту аборигенних порід бджіл [4, 11]. Зважаючи на такі зміни, виникає потреба у корегуванні плану районування порід та виборі тієї породи бджіл, яка тривалий час у майбутніх поколіннях забезпечуватиме високу продуктивність. Таку породу представляє українська степова бджола, що ми пропонуємо усебічно вивчити для селекційного поліпшення та ефективного використання у своєму природному ареалі. З огляду на те, що ці бджоли є породою сильних сімей із високою продуктивністю і пристосованістю до промислового утримання у багатокорпусних вуликах, то вважаємо доцільним дослідження саме цієї категорії бджіл [15, 16].

Тому розроблення біотехнологічних підходів щодо підвищення медопродуктивності сімей на основі з'ясування і практичного використання впливу породної приналежності та видового складу медоносів на етологію бджіл під час збирання нектару є важливим напрямом досліджень [14].

Мета роботи – дослідження впливу біотехнологічних чинників (видового складу медоносів, чистопородності сімей) на етологію бджіл під час збирання нектару.

Для досягнення мети розв'язували такі *завдання*: вивчили вплив чистопородності сімей на етологію бджіл під час збирання нектару; встановили видовий склад медоносів під час виробництва меду.

Матеріал і методи досліджень

Роботу виконували на базі Білоцерківського національного аграрного університету впродовж 2016–2018 років. Під час етологічних досліджень у процесі збирання нектару на квітках чистопородність бджіл вивчали візуальним методом, за ознаками поведінки бджіл, кольором і рисами опушення тіла.

Візуальну оцінку якісних фізіологічних ознак – печатка меду, злобливість, рійливість проводили згідно з методикою Г. Д. Білаша [2].

Для підтвердження належності сімей до української породи проведено екстер'єрну оцінку бджіл на 10 пасіках у межах Білоцерківського району Київської області підприємств різних форм власності розміром понад 100 сімей. Відбирання матеріалу для дослідження та визначення біоморфометричних показників проводили відповідно до методичних вказівок [2, 6]. Для цього в серпні після закінчення головного медозбору, з 10 сімей на кожній пасіці на стільниках із запечатаним розплодом відбирали по 50...60 молодих бджіл, які тільки вийшли з комірок. Проби консервували етиловим спиртом (70 %). Для вимірювання з кожної проби брали по 25 бджіл, препарували їх і відбирали хоботок, праве переднє крило та п'ятий стерніт з восковим дзеркальцем. Мікрометричні дослідження проводили за методикою В. В. Алпатова [1].

Кількість одержаного товарного меду визначали способом зважування відібраних із гнізда медових стільників до й після відкачування з них меду [6]. Облік щоденного медозбору проводили методом контрольної сім'ї, зважуючи вулики на вагах після закінчення льоту бджіл [2].

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного ($\bar{X}$), середньоквадратичної похибки (S_x) [3]. Вірогідність отриманих результатів і різницю між показниками розраховували за t-критерієм Стюдента.

Результати досліджень та їх обговорення

Візуальна оцінка та етологічні дослідження показали, що за кольором, рисами опушення тіла та якісними фізіологічними ознаками – печатка меду, злобливість, рійливість – робочі бджоли належать до української степової породи. Аналіз отриманих екстер'єрних даних показав, що за довжиною хоботка бджоли всіх сімей відповідають нормам морфологічного стандарту української степової породи. Коливання за цим показником становили від 6,34 до 6,44 мм і не наближались до його межі (табл.). За промірами кубітального індексу, що вважається важливою ознакою для оцінки чистопородності українських степових бджіл, робимо висновок про достатній рівень відповідності сімей вимогам типової характеристики породи. Суттєвих відхилень за межі стандарту не виявлено.

Вибіркова оцінка піддослідних бджолиних сімей за ознаками екстер'єру, $\bar{X} \pm S_x$, n=250

№ пасік	Довжина хоботка, мм	Кубітальний індекс	Дискоїдальне зміщення, кількість позитивних випадків, %	Форма краю воскового дзеркальця, кількість випуклих випадків, %	Відповідність за комплексом ознак
1	6,38±0,02	2,19±0,06	100	76	+
2	6,35±0,02	2,20±0,04	96	92	+
3	6,38±0,02	2,42±0,05	88	96	++
4	6,35±0,02	2,31 ±0,05	92	96	+
5	6,34±0,03	2,43±0,06	76	88	+
6	6,44±0,02	2,40±0,03	100	84	++
7	6,42±0,03	2,61±0,05	96	84	++
8	6,43±0,02	2,22±0,04	100	88	++
9	6,40±0,02	2,17±0,04	100	68	+
10	6,34±0,03	2,43±0,05	88	84	+

Примітки: відповідає +/-; не відповідає +/- стандарту; ($P \geq 0,95$).

Дискоїдальне зміщення так само, як і ознаки форми заднього краю воскового дзеркальця п'ятого стерніта, засвідчують характерні риси, властиві українській породі бджіл.

За результатами комплексної оцінки екстер'єрних ознак дослідженого матеріалу можна відзначити найтипівіші риси бджіл української степової породи сорока сімей з бажаними показниками для репродукції. Водночас виявлено тенденцію наближення ознак породи до нижньої межі у двадцяти двох сім'ях, окремі бджоли яких мають нетипові риси по відношенню до корінної породи. Ці особливості є закономірними з урахуванням поліандрії маток, у яких частка сперми при їх спаровуванні з трутнями невідомого походження могла вплинути на появу нетипових для породи ознак.

Отже, отримані в досліді дані свідчать про достатній рівень відповідності загального фону належності сімей до районованої породи українських степових бджіл.

Медозбірна активність бджіл нерозривно пов'язана з наявністю у природних умовах нектароносних рослин та періодом їх цвітіння. Наші дослідження проводили в типових умовах медозборів Лісостепової зони. Показано, що конвеєрне цвітіння медоносних рослин починається з лісового різнотрав'я, верб, садових культур, озимого ріпаку. Влітку основний збір меду дають, біла акація, гречка, липа, соняшник (рис. 1).

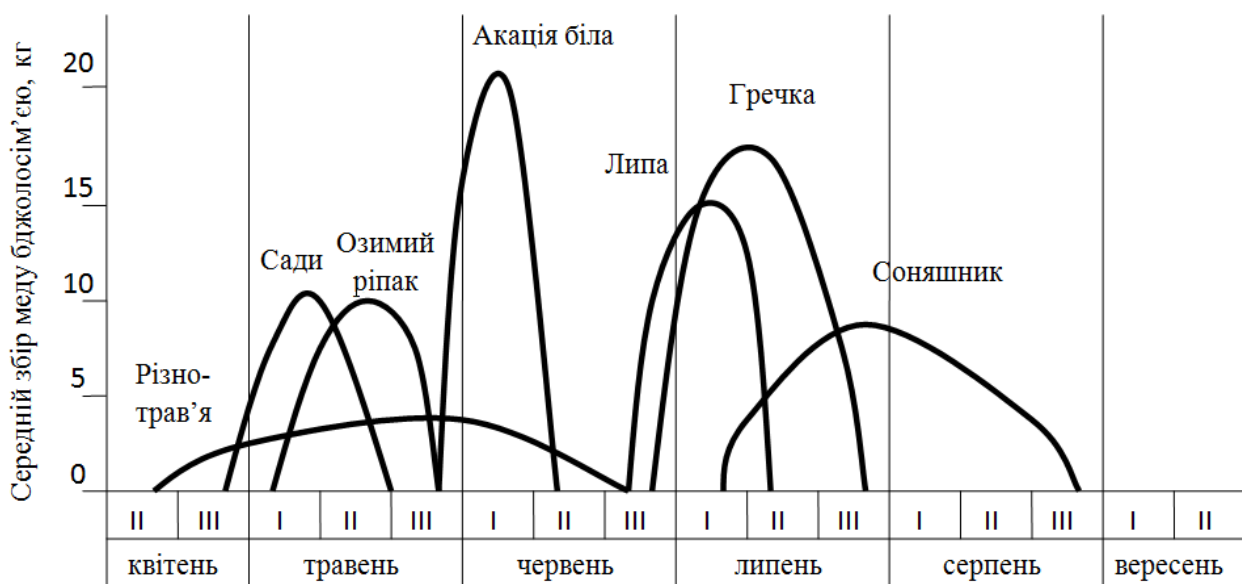


Рис. 1. Схема типового медозбору Лісостепової зони

Біла акація в цій зоні за сприятливих погодних умов виділяє нектар від середини третьої декади травня протягом двох тижнів. Під час цвітіння білої акації в таких медозбірних умовах сильні бджолині сім'ї збирали по 3–5 кг нектару, а в кінці медозбору від них отримували до 20 кг товарного меду. Після медозбору з білої акації збір нектару послаблюється, що спонукає бджолині сім'ї до роїння.

З третьої декади червня до половини липня бджоли збирають нектар з липи широколистої, а згодом — серцеподібної. Під час масового цвітіння бджоли приносили до вулика по 5–6 кг нектару, що створює можливість отримувати в окремі роки по 15–17 кг меду від сім'ї.

Наші дослідження проводилися також під час кочівлі пасіки в польових умовах. Під час медозборів з озимого ріпаку (під квітіння наступав у середині травня з принесенням 2–3 кг нектару до вулика за день) та гречки (розпочинала виділяти нектар з третьої декади червня протягом 20–30 днів). З цих медоносів бджолині сім'ї збирали відповідно по 9–10 і 12–15 кг товарного меду. Бджоли з соняшнику приносили до вулика по 2–3 кг нектару. По закінченні медозбору було відкачано в середньому по 11–13 кг товарного меду. Спостерігають доцільність вибору соняшнику, медоносне значення якого підвищується, тому його стали вирощувати навіть у південних районах Полісся.

Нарощування виробництва якісної і безпечної продукції бджільництва можливе на основі розроблення сучасних технологій ведення галузі, що ґрунтуються на розумінні породних особливостей біології бджолиної сім'ї, дослідженні різноманітних взаємозв'язків бджіл з елементами екосистем та раціонального використання ними наявної медоносної бази [14]. Тому з'ясування впливу низки біотехнологічних чинників, таких як чистопородність сімей та видовий склад медоносів на продуктивність бджіл під час збирання ними нектару набуває важливого значення [2, 5, 7, 8, 14].

Отримані результати дали змогу встановити найтипівіші риси бджіл української степової породи та їхню поведінку під час збирання нектару в умовах Лісостепу України (на прикладі Білоцерківського району). Показано, що бджоли української степової породи, які є аборигенними для цієї місцевості, з високим ступенем ефективності використовують біологічні запаси нектару. Результати проведених досліджень слугуватимуть підґрунтям для подальших досліджень етології української степової породи бджіл під час медозбору, її популяризації та використанні на великих пасіках (понад 100 сімей) згідно з планом породного районування в умовах Лісостепової зони України.

Отже, проведено дослідження медоносної бази Білоцерківського району Київської області. Рельєфний ландшафт цієї місцевості дуже різноманітний, а рослинність лісової зони представлена переважно широколистяними деревами. У першому деревному ярусі трапляються дуб, липа, клен гостролистий, біла акація, у другому – клен польовий, клен татарський, в'яз листуватий, різні види верб, вільха. У підліску ростуть ліщина, різнотрав'я. Серед трав'янистих медоносів тривалий період заповнюють цвітінням ряст, кульбаба, зеленчук жовтий та яснотка. Не менш важливими для медоносної бази лісово-паркової зони є також декоративні та садові дерева, до яких належать біла і жовта акації, бархат амурський, каштан, яблуня, груша, вишня, черешня тощо.

Сукупно ці медоноси, виділяючи нектар та квітковий пилок, за сприятливих погодних умов забезпечують безперервний приріст запасів корму в середньому по 200–400 г за день. Така кількість стимулює бджіл до активної льотної роботи, а бджолину матку — до збільшення яйценосності, що дає змогу наростити силу сім'ї до головного першого медозбору. Аналіз отриманих даних з характеристики медозбірних умов Лісостепу України, періоду їхнього цвітіння дає можливість визначати оптимальні періоди інтенсивного медозбору та розробляти у подальших дослідженнях науково обґрунтовані медові конвеєри.

Висновки

Порода бджіл та забезпеченість медозбором є одними з основних біотехнологічних чинників у збільшенні виробництва меду. Бджоли аборигенної української степової породи з високою продуктивністю використовують біологічні запаси нектару Лісостепу України. Охарактеризовано медоносну базу Білоцерківського району Київської області та встановлено, що за сприятливих погодних умов вона забезпечує безперервний приріст запасів корму в середньому по 200–400 г за день.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень слугують обґрунтуванням для подальших досліджень етології української степової породи бджіл під час медозбору, її популяризації та використанні на великих пасіках (понад 100 сімей) згідно з планом породного районування в умовах Лісостепової зони України.

References

1. Alpatov, V. V. (1948) *Porody medonosnoj pchely*. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody [In Russian].
2. Bilash, G. D., & Krivcov, N. I. (1991). *Selekcija pchel*. Moskva: Agropromizdat. [In Russian].
3. Bodnarchuk, L. I., Bahrii, I. H., & Buhera, S. I. (1996). *Pleminna robota u bdzhilnytstvi z osnovamy biometrii*. Kyiv: Instytut bdzhilnytstva im. P. I. Prokopovycha UAAN. [In Ukrainian].
4. Bodnarchuk, L. I., Solomakha, T. D., & Illiash, A. M. (1993). *Atlas medonosnykh roslyn Ukrainy*. Kyiv [In Ukrainian].
5. Brovaskyi, V. D., Brindza, Ya., & Velychko, S. M. (2015). Etolohiia bdzhil pry formuvanni zapasiv bilkovoho kormu. *Ahrobioriznomanittia Dlia Pokrashchannia Kharchuvannia, Zdorovia i Yakosti Zhyttia*, 1, 65–68. [In Ukrainian].
6. Brovaskyi, V. D., Brindza, Ya., Otchenashko, V. V., Pvoznikov, M. H., & Adamchuk, L. O., (2017). *Metodyka doslidnoi spravy u bdzhilnytstvi*. Kyiv: Vydavnychiy dim «Vinnichenko» [in Ukrainian].
7. Davydenko, I. K., Mykytenko, H. D., & Chelak, S. O. (1992). *Pleminna robota u bdzhilnytstvi*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
8. Galatiuk, A. E. (2014). The etiology and preventive maintenance of collapse of bee colonies. *Bee World*, 4, 1–3. [In Russian].
9. Hrynyk, S. (2008) Ekologichni aspekty vyrobnytstva produktiv bdzhilnytstva. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 7, 33–37. [In Ukrainian].
10. Lazareva, L. M., Postoienko, V. O., & Shtanhret, L. M. (2017) Pylkovyi analiz medu z riznykh rehioniv Ukrainy. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 3–4, 26–29. [In Ukrainian].
11. Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008). Influencia de los cambios climáticos en las poblaciones de abejas y sus enfermedades. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 27 (2), 485–510. doi: 10.20506/rst.27.2.1819

12. Lebedev, V. P., Irenkova, N. V., & Lebedev, V. I. (2001). Povedenie pchel pri sbore i ispolzovanii korma. *Pchelovodstvo*, 7, 22–24 [In Russian].
13. Levchenko, I. A. (2007). Skorost' obrazovaniya i perestrojki pishhevyyh usloynyh refleksov u aborigennyh i zavoznyh porod pchel. *Pchelovodstvo*, 10, 22–25. [In Russian].
14. Petrenko, S. O., Petrenko, I. O., Yasko, V. M., Bohdan, M. K., Antonenko P. P., Postoienko, V. O., Reshetnichenko, O. P., Makarikhina, I. V., & Yasko, A. I. (2018). *Tekhnolohiia vyrobnytstva, zberihannia ta pererobky produktii bdzhilnytstva*. Odesa: Nove vydannia [In Ukrainian].
15. Polishchuk, V. P. (2006). Vnutrishnoporodnyi typ ukrainskykh bdzhil «Khmelnyskyi». *Pasichnyk*, 1, 12–13. [In Ukrainian].
16. Razanov, S. F. (2008). Vyrobnytstvo medu i vosku u bahatokorpusnykh vulykakh. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 12, 43–44. [In Ukrainian].
17. Shatko, O. V., Dutka, L. L., & Dehodiuk, V. M. (2009). Osoblyvosti formuvannia rynku ukrainskoho medu. *Pasika*, 3, 2–5. [In Ukrainian].
18. Tsekhmistrenko, H. A. (2006). Analiz svitovoi struktury vyrobnytstva i torhivli medom. *Pasika*, 1, 26–29. [In Ukrainian].
19. Vakulenko, L. L. (2008). Teoretychni osnovy analizu rynku medu naturalnogo. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 58, 231–237. [In Ukrainian].
20. Yatsenko, O. M. (2008). Cuchasnyi stan haluzi bdzhilnytstva u sviti ta Ukraini. *Visnyk Derzhavnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1, 218–226. [In Ukrainian].
21. «Pravyla vvezennia v Ukrainu ta vyvezennia za yii mezhi bdzhil i produktiv bdzhilnytstva»: Zakon Ukrainy № 184/82 vid 20.09.2000 r. Retrived from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0738-00#Text> [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 19.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Безпалый І. Ф., Постоєнко В. О., Поліщук А. А. Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 188–193.

© Безпалый Иван Федорович, Постоєнко Володимир Олексійович,
Поліщук Анатолій Анатолійович, 2021



original article | UDC 636.52/.58:616.995.132-076 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.24

COMPARISON OF COPROOVOSCOPIC DIAGNOSTIC METHODS OF V. N. TRACH, MCMASTER AND MINI-FLOTAC FOR HENS' INFESTATION WITH ASCARIDIA GALLI AND TRICHOSTRONGYLUS TENUIS

O. V. Kruchynenko

ORCID  [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437)

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua,

How to Cite

Kruchynenko, O. V. (2021). Comparison of coproovoscopic diagnostic methods of V. N. Trach, McMaster and Mini-Flotac for hens' infestation with *Ascaridia galli* and *Trichostrongylus tenuis*. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (2), 194–199. doi: 10.31210/visnyk2021.02.24

One of the most common gastrointestinal invasions in poultry is ascaridiosis caused by *Ascaridia galli* and trichostrongylosis (*Trichostrongylus tenuis* pathogen). In veterinary practice, quantitative coproovoscopic diagnostic methods with a counting chamber are widely used. These methods are important in studying the infestation of poultry with nematodes. However, basic knowledge about the effectiveness of commercial diagnostic methods of poultry in comparison with the method of V. N. Trach is practically absent in the scientific literature. The aim of the study was to compare the effectiveness of V. N. Trach's method and commercial methods: a modified McMaster's with the sensitivity of 50 eggs in 1 g of feces (EGF) and Mini-Flotac in combination with Fill-Flotac (sensitivity 10 EGF) for hens' infestation with *A. galli* and *T. tenuis*. The paper presents the results of testing the above mentioned methods with saturated solutions of: ammonium nitrate (NH_4NO_3 ; PT=1.3) for V. N. Trach's method and sodium chloride (NaCl ; PT=1.2) for McMaster's method and Mini-Flotac. 25 samples of feces 10 g in each were taken on the floor from hens aged 9–12 months on a private farm, located in the village of Shcherbani of Poltava district. Laboratory studies were conducted in the Scientific Laboratory of the Department of Parasitology of Poltava State Agrarian Academy. For V. N. Trach's method, 2.5 g of feces were taken and 47.5 ml of NH_4NO_3 solution were added, after which it was allowed to stand for 45 minutes. In order to diagnose using the modified McMaster's method, 2 g of feces were taken and 28 ml of saturated brine were added. To conduct examination applying Mini-Flotac method, 2 g of feces were placed in Fill-Flotac and 38 ml of NaCl solution were added according to the exotic animal study protocol. The studies by McMaster's and Mini-Flotac methods were performed 10–12 minute after the chambers were filled. It has been found that McMaster's method is the most effective in detecting nematode eggs in poultry. On the average, applying the McMaster's method, by 83.3 % more *Ascaridia galli* eggs and by 80.24 % more *Trichostrongylus tenuis* eggs were detected than at the V. N. Trach's method ($P < 0.001$). It has been established that V. N. Trach's method had poor correlation dependence in detecting ascaridia and trichostrongyluses eggs in comparison with both the “gold standard” (McMaster's method) and Mini-Flotac. At the same time, when counting *A. galli* eggs in 1 g of faeces, the Lin's consistency correlation coefficient between the methods of McMaster and Mini-Flotac was significant ($\text{CCC} = 0.96$), and at counting *T. tenuis* eggs it was moderate ($\text{CCC} = 0.91$).

Key words: ascaridiosis, trichostrongylosis, hens, diagnostics, effectiveness.

ПОРІВНЯННЯ КОПРООВОСКОПІЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ В. Н. ТРАЧА, МАКМАСТЕРА Й МІНІ-ФЛОТАК У РАЗІ УРАЖЕННЯ КУРЕЙ *ASCARIDIA GALLI* ТА *TRICHOSTRONGYLUS TENUIS*

О. В. Кручиненко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Одними з найпоширеніших шлунково-кишкових інвазій у птиці є аскаридіоз спричинений *Ascaridia galli*, й трихостронгільоз, збудник *Trichostrongylus tenuis*. У ветеринарній практиці кількісні копроовоскопічні методи діагностики з наявністю лічильної камери досить широко застосовуються. Ці методи мають важливе значення під час вивчення інвазованості птиці нематодами. Проте базові знання щодо ефективності комерційних методів діагностики порівняно з методом В. Н. Трача у птиці практично відсутні в науковій літературі. Метою дослідження було порівняння ефективності методу В. Н. Трача та комерційних методів: модифікованого МакМастера з чутливістю 50 яєць в 1 г фекалій (ЯГФ) та Міні-Флотак у комбінації з Філл-Флотак (чутливістю 10 ЯГФ) у разі ураження курей *A. galli* і *T. tenuis*. У роботі представлено результати апробації вищенаведених методів з насиченими розчинами: нітрату амонію (NH_4NO_3 ; ПВ=1,3) для В. Н. Трача та хлориду натрію (NaCl ; ПВ=1,2) для МакМастера й Міні-Флотак. Зразки фекалій відбирали в одноосібному селянському господарстві, що розташоване в с. Щербані Полтавського району, від курей віком 9–12 міс. з підлоги 25 проб по 10 г кожна. Лабораторні дослідження проведені в науковій лабораторії кафедри паразитології Полтавської державної аграрної академії. Для методу В. Н. Трача брали 2,5 г посліду й додавали 47,5 мл розчину NH_4NO_3 , після чого відстоювали впродовж 45 хв. З метою діагностики модифікованим методом МакМастера брали 2 г фекалій і додавали 28 мл насиченого розчину кухонної солі. Для проведення досліджень методом Міні-Флотак у Філл-Флотак поміщали 2 г посліду й додавали 38 мл розчину NaCl , згідно з протоколом дослідження екзотичних тварин. Дослідження методами МакМастера й Міні-Флотак проводили через 10–12 хв після заповнення камер. З'ясовано, що метод МакМастера є найефективнішим з виявленн яєць нематод у птиці. В середньому методом МакМастера вдалося виявити на 83,3 % більше яєць *Ascaridia galli* й на 80,24 % більше яєць *Trichostrongylus tenuis*, ніж методом В. Н. Трача ($P < 0,001$). Встановлено, що метод В. Н. Трача мав бідну кореляційну залежність при виявленні яєць аскаридій і трихостронгільосів як із «золотим стандартом» (метод МакМастера), так і з Міні-Флотак. Водночас при підрахунку яєць *A. galli* в 1 г фекалій коефіцієнт кореляції узгодженості Ліна між методами МакМастера й Міні-Флотак був суттєвим ($\text{CCC}=0,96$), а *T. tenuis* – помірним ($\text{CCC}=0,91$).

Key words: аскаридіоз, трихостронгільоз, кури, діагностика, ефективність.

Вступ

Одними з найпоширеніших шлунково-кишкових інвазій у птиці є *Ascaridia galli*, *Capillaria obsignata*, *Heterakis gallinarum* і *Trichostrongylus tenuis* [10, 12, 15, 18, 22–24]. Найбільш перспективними методами діагностики нематодозів у птиці є методи флотації з використанням насичених розчинів солей. Зокрема можна використовувати як класичні методи діагностики Фюллеборна, Котельникова-Хренова, так і удосконалені І. С. Дахна, І. В. Натяглої, Ю. Б. Манойло, В. В. Мельничука [6, 9]. Встановлено, що найбільшою діагностичною чутливістю до яєць *Amidostomum anseris* виявився метод В. В. Мельничука з ефективністю 100 % [26].

У вітчизняній літературі є повідомлення про ефективність удосконаленого способу копроовоскопічної діагностики за наявності трихостронгільозу в гусей. Автор з'ясував, що удосконалений спосіб із використанням комбінованої флотаційної рідини був ефективнішим за наявності трихостронгільозу в гусей, ніж методи з використанням насиченого розчину цукру (до 54,99 %), з насиченим розчином нітрату амонію (до 51,30 %), з карбамідом (до 23,11 %). Водночас витрати часу на дослідження однієї проби посліду становили 17 хвилин [17].

Проведені дослідження свідчать, що найвищу діагностичну ефективність у разі штучної закладки яєць *A. suum* проявляв комбінований метод, що включає насичений розчин кухонної солі й розчин цукру у співвідношенні 6 : 1 [19].

Науковці у своїй практиці використовують загальноприйняті методи, які дозволяють визначити кількість яєць в 1 г фекалій [5, 21].

Модифікації МакМастера (Ветцеля (W), Зайчека (Z) й Ропсторфома та Нансена (R & N)) відрізняються масою досліджуваних фекалій: 2 г, 1 г або 4 г. Також використовують різні флотаційні розчини: NaCl, MgSO₄ + Na₂S₂O₃ або NaCl + глюкоза, центрифугування (W, немає / Z, 2000 об/хв. протягом 2 хв. і 2000 об / хв. за 1 хв. / R & N, 1200 об/хв за 5 хв.), кількістю досліджуваних камер Макмастера (W, 3 / Z, 2 / R & N, 2) та коефіцієнтами множення (W, 67 / Z, 33 / R & N, 20). За умови порівняння трьох модифікацій техніки підрахунку яєць Макмастера, а саме методу Макмастера, модифікованого Ветцелем та Зайчеком, а також методу концентрації Макмастера за Ропсторфом та Нансеном було встановлено, що найвищу чутливість та надійність було отримано за допомогою модифікації Ропсторфа та Нансена. Ця модифікація Макмастера здатна виявити 20 яєць в 1 г (у 70 % зразків). Концентрації 200 та 500 яєць можна знайти майже у 100 % зразків. До того ж цей спосіб простий, дешевий і швидкий [21].

Під час проведення дослідження фекалій методами МакМастера, Флотак і Міні-Флотак найчастіше використовують такі: розчин цукру+формалін питомою вагою 1,20 або розчин хлориду натрію (ПВ=1,20) [1, 3].

У процесі експериментальних досліджень доведено, що для виявлення яєць нематод достатньо застосовувати нижчу питому вагу флотаційних розчинів, наприклад, насичений розчин хлориду натрію (ПВ=1,20) [4].

За даними дослідників було виявлено, що метод МакМастера менш чутливий, ніж Міні-Флотак, проте обидва методи недооцінюють справжній показник яєць в 1 г фекалій [7].

Беручи до уваги вищезазначене, варто зазначити, що в доступній літературі практично відсутня інформація щодо порівняння ефективності методу В. Н. Трача із методами Макмастера й Міні-Флотак у разі паразитування у птиці нематод. Тому метою наших досліджень було порівняти ефективність методу В. Н. Трача із комерційними методами: модифікованого Макмастера й Міні-Флотак за наявності паразитування у курей *A. galli* і *T. tenuis*.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили наприкінці лютого 2021 року на базі наукової лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. В одному з одноосібних селянських господарств у с. Щербані Полтавського району від курей віком 9–12 міс. (напільне утримання) відібрали з підлоги 25 проб фекалій по 10 г кожна. Птиця була спонтанно інвазована аскаридіями та трихостронгілюсами. Кожну пробу упаковували в целофановий пакетик і в той же день направляли для досліджень до лабораторії паразитології Полтавської державної аграрної академії.

Для діагностики модифікованим методом МакМастера (McM) з чутливістю 50 ЯГФ ми брали 2 г фекалій і 28 мл насиченого розчину кухонної солі (ПВ=1,20). З метою діагностики методом Міні-Флотак (mF) з чутливістю 10 ЯГФ відбирали по 2 г фекалій та 38 мл розчину NaCl з питомою вагою 1,20. Згідно з протоколом, дослідження птиці проводили, як для екзотичних тварин. За методом В. Н. Трача (Т) [20] відбирали 2,5 г посліду й додавали насичений розчин аміачної селітри питомою вагою 1,3, розраховуючи кількість яєць *A. galli* і *T. tenuis* в 1 г фекалій (ЯГФ). Для методу В. Н. Трача використовували однакові дротяні петлі (d=0,5 см) і стаканчики одного діаметру (D=5 см) та об'єму 50 мл.

Для кожного методу розраховували середнє арифметичне значення яєць в 1 г фекалій та стандартне відхилення (SD). Встановлення статистичної різниці між двома методами проводили за критерієм Манна-Уїтні. Рівень $P < 0,05$ вважали статистично значущим. Коефіцієнт кореляції узгодженості Ліна (CCC) розраховували між двома методами по черзі. Інтерпретацію CCC проводили згідно з публікацією МакБрайда [16]. Розрахунки проводили на персональному комп'ютері з використанням програмного забезпечення MedCalc Statistical Software version 18.9.1 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium).

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать, що найбільшу кількість яєць *A. galli* вдалося виявити за допомогою методу МакМастера (табл.). Така ж тенденція спостерігалася і при виявленні яєць *T. tenuis*.

Ми з'ясували, що найнижчу ефективність мав метод В. Н. Трача порівняно з методами МакМастера й Міні-Флотак. Так, різниця була статистично значимою як при виявленні яєць аскаридій, так і яєць трихостронгілюсів ($P < 0,001$). Водночас вірогідної різниці між методами МакМастера й Міні-Флотак ми не спостерігали.

Середня кількість яєць в 1 г (ЯГФ), стандартне відхилення (SD) у інвазованих курей, виявлених методами Трача (Т), МакМастера (МсМ) і Міні-Флотак (mF)

Методи діагностики	<i>A. galli</i> (n=25)		<i>T. tenuis</i> (n=25)	
	ЯГФ	SD	ЯГФ	SD
Т	56,8	13,8	33,6	17,6
МсМ	340,0***	137,7	170,0***	84,2
mF	298,8***	140,5	128,0***	82,2

Примітки: – *** $P < 0,001$ порівняно між методами Т і МсМ та Т і mF.

На рис. зображена кореляційна діаграма при порівнянні методів діагностики.

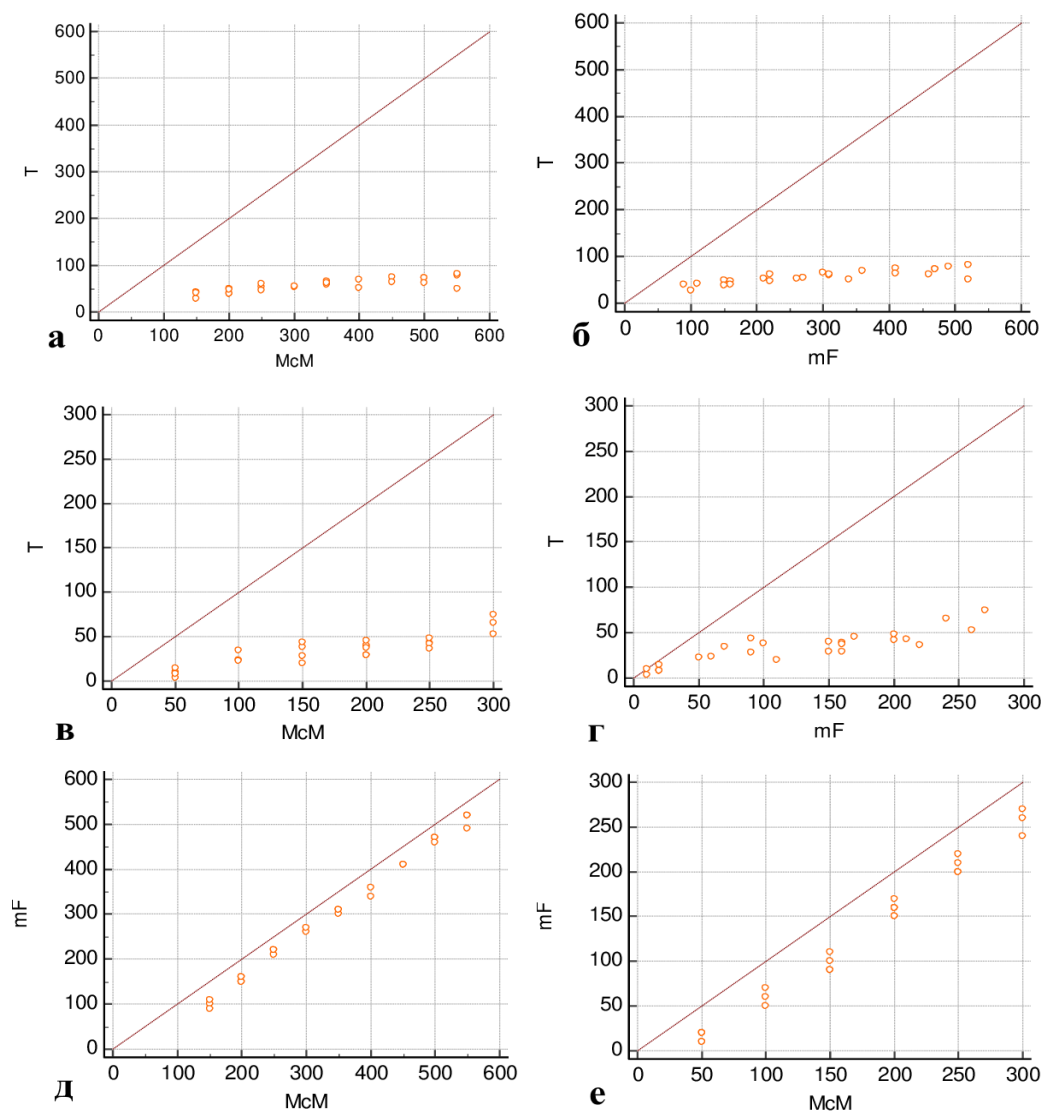


Рис. Кореляційна діаграма між кількісними методами діагностики

Результати досліджень свідчать, що метод В. Н. Трача мав бідну кореляційну залежність при виявленні яєць аскаридій як із «золотим стандартом» (метод МакМастера), так і з Міні-Флотак (рис. 1. а, б). Коефіцієнт кореляції узгодженості Ліна не перевищував, відповідно, 0,03 й 0,04. Схожа тенденція спостерігалась при виявленні яєць трихостронгілюсів (рис. 1. в, г). Метод В. Н. Трача погано корелював із методами МаМастера й Міні-Флотак ($CCC=0,1$ і $CCC=0,15$). Водночас при виявленні яєць *A. galli* (рис. 1. д), порівнюючи методи МакМастера і Міні-Флотак, коефіцієнт кореляції узгодженості був суттєвим ($CCC=0,96$), а при виявленні яєць *T. tenuis* (рис. 1. е) – помірним ($CCC=0,91$).

Останнім часом активно проводиться порівняльна оцінка копроовоскопічної діагностики різних методів [2, 3, 11]. У результаті досліджень, проведених науковцями, при порівнянні методів МакМастера й Міні-Флотак перевагу надають останньому, оскільки він є більш чутливим і точним [8].

За даними авторів, метод МакМастера був чутливим при зчитуванні яєць нематод у курей на рівні 97,1 %, тоді як для Міні-Флотак цей показник становив, відповідно, 100 %. Також дослідники вказують на те, що обидва методи недооцінюють справжній показник ЯГФ [7].

У наших попередніх дослідженнях для діагностики аскарозу в поросят було використано насичений розчин хлориду натрію з питомою вагою 1,2. Статистичної різниці між двома методами МакМастера й Міні-Флотак не відмічали [13].

Підбиваючи підсумок, варто зазначити, що метод В. Н. Трача поступається за ефективністю методам МакМастера й Міні-Флотак, також його чутливість і точність значно нижча. Метод В. Н. Трача також мав погану кореляцію при виявленні яєць аскаридій і трихостронгілюсів порівняно із «золотим стандартом». Для підвищення чутливості методу В. Н. Трача, можливо, необхідно використовувати 5 г фекалій, а не 2,5.

Висновки

Встановлено, що метод МакМастера є найефективнішим по виявленню яєць нематод у птиці. В середньому методом МакМастера вдалося виявити на 83,3 % більше яєць *Ascaridia galli* й на 80,24 % більше яєць *Trichostrongylus tenuis*, ніж методом В. Н. Трача ($P < 0,001$). Метод Міні-Флотак виявляє на 81,0 % більше яєць аскаридій й на 73,75 % більше яєць трихостронгілюсів, ніж метод В. Н. Трача ($P < 0,001$). При підрахунку яєць *A. galli* в 1 г фекалій коефіцієнт кореляції узгодженості Ліна між методами МакМастера й Міні-Флотак був суттєвим ($CCC = 0,96$), а *T. tenuis* – помірним ($CCC = 0,91$).

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні поширення паразитозів у птиці за допомогою кількісних методів діагностики.

References

1. Alvarado-Villalobos, M. A., Cringoli, G., Maurelli, M. P., Cambou, A., Rinaldi, L., Barbachano-Guerrero, A., Guevara, R., Chapman, C. A., & Serio-Silva, J. C. (2017). Flotation techniques (FLOTAC and mini-FLOTAC) for detecting gastrointestinal parasites in howler monkeys. *Parasites & Vectors*, 23, 10 (1), 586. doi: 10.1186/s13071-017-2532-7
2. Barda, B. D., Rinaldi, L., Ianniello, D., Zepherine, H., Salvo, F., Sadutshang, T., Cringoli, G., Clementi, M., & Albonico, M. (2010). Mini-FLOTAC, an innovative direct diagnostic technique for intestinal parasitic infections: experience from the field. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 7 (8), 2344. doi: 10.1371/journal.pntd.0002344
3. Barda, B., Cajal, P., Villagran, E., Cimino, R., Juarez, M., Krolewiecki, A., Rinaldi, L., Cringoli, G., Burioni, R., & Albonico, M. (2014). Mini-FLOTAC, Kato-Katz and McMaster: three methods, one goal; highlights from north Argentina. *Parasites & Vectors*, 7, 271. doi: 10.1186/1756-3305-7-271
4. Bosco, A., Rinaldi, L., Maurelli, M. P., Musella, V., Coles, G.C., & Cringoli, G. (2014). The comparison of FLOTAC, FECPAK and McMaster techniques for nematode egg counts in cattle. *Acta Parasitologica*, 59 (4), 625–628. doi: 10.2478/s11686-014-0282-7
5. Cringoli, G., Maurelli, M. P., Levecke, B., Bosco, A., Vercruysse, J., Utzinger, J., & Rinaldi, L. (2017). The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. *Nature Protocols*, 12, 1723–1732. doi: 10.1038/nprot.2017.067
6. Dakhno, I. S., & Dakhno, Yu. I. (2010). Ekologichna helmintologiya. Navchalnyi posibnyk. Sumy: Kozatskyi val, VAT "SOD" [In Ukrainian].
7. Daş, G., Klauser, S., Stehr, M., Tuchscherer, A., & Metges, C. C. (2020). Accuracy and precision of McMaster and Mini-FLOTAC egg counting techniques using egg-spiked faeces of chickens and two different flotation fluids. *Veterinary parasitology*, 283, 109158. doi: 10.1016/j.vetpar.2020.109158
8. Dias de Castro, L., Abrahao, C. L. H., Buzatti, A., Molento, M. B., Bastianetto, E., Rodrigues, D. S., Lopes, L., Xavier Silva, M., Green de Freitas, M., Conde, M. H., & Borges, F. (2017). Comparison of McMaster and mini-FLOTAC fecal egg counting techniques in cattle and horses. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 10, 132–135. doi: 10.1016/j.vprsr.2017.10.003
9. Galat, V. F., & Melnichuk, V. V. (2015). Usovershenstvovanie metodov koproovoskopicheskoy diagnostiki trihocefaleza svinej. *Uchenye Zapiski Uchrezhdeniya Obrazovaniya «Vitebskaya Ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennaya Akademiya Veterinarnej Medicyny»*, 51 (1 (1)), 185–188 [In Russian].

10. Galat, V. F., Dovhii, Yu. Yu., & Dovhii, M. Yu. (2016). Poshyrennia kyshkovykh parazytoziv silskohospodarskykh ptakhiv u hospodarstvakh Zhytomyrskoi oblasti. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 (1 (53)), 188–193 [In Ukrainian].
11. Glinz, D., Silué, K. D., Knopp, S., Lohourignon, L. K., Yao, K. P., Steinmann, P., & Utzinger, J. (2010). Comparing diagnostic accuracy of Kato-Katz, Koga agar plate, ether-concentration, and FLOTAC for *Schistosoma mansoni* and soil-transmitted helminths. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4 (7). doi: 10.1371/journal.pntd.0000754
12. Kaufmann, F., Daş, G., Sohnrey, B., & Gauly, M. (2011). Helminth infections in laying hens kept in organic free range systems in Germany. *Livestock Science*. 141, 182–187. doi: 10.1016/j.livsci.2011.05.015
13. Kruchynenko, O. V., & Antipov, A. A. (2020). Porivnjannja efektyvnosti metodiv MakMastera ta Mini-Flotak za urazhennja porosjat *Ascaris suum*. *Naukovyj Visnyk Veterynarnoi' Medycyny*, 2, 85–91. doi: 10.33245/2310-4902-2020-160-2-85-91 [In Ukrainian].
14. Manoilo, Yu. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenoho sposobu koproovoskopichnoi diahnostryky ezofahostomozu svynei. *Biuleten «Veterynarna Biotekhnolohiia»*, 28, 181–187 [In Ukrainian].
15. Marshalkina, T. V., & Sentiurin, V. V. (2016). Biolohiia kyshkovykh parazytoziv kurei ta indyviv v umovakh Stepu Ukrainy. *Biuleten Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 11, 163–166 [In Ukrainian].
16. McBride, G. B. (2005). *A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient*. NIWA Client Report: HAM2005-062.
17. Starodub, Y. S. (2019). Improving coprooscopic diagnostics of trichostrongylosis of geese. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 222–226. doi: 10.31210/visnyk2019.01.26 [In Ukrainian].
18. Thapa, S., Hinrichsen, L. K., Breninkmeyer, C., Gunnarsson, S., Heerkens, J. L., Verwer, C., Niebuhr, K., Willett, A., Grilli, G., Thamsborg, S. M., Sørensen, J. T., & Mejer, H. (2015). Prevalence and magnitude of helminth infections in organic laying hens (*Gallus gallus domesticus*) across Europe. *Veterinary Parasitology*, 214 (1-2), 118–124. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.10.009
19. Timerbaeva, R. R., Idrisov, A. A., & Lutfullin, M. H. (2014). Sravnitel'naya effektivnost gel'mintoovoskopicheskikh metodov diagnostiki gel'mintozov svinej. *Teoriya i Praktika Parazitarnykh Boleznj Zhivotnykh*, 15, 314–317 [In Russian].
20. Trach, V. N. (1992). *Rekomendatsyy po pryimeneniyu novoho metoda ucheta iayts hel'myntov y tsyst prostejshykh v fekal'yakh zhyvotnykh*. Kyiv: Hosahroprom USSR [in Russian].
21. Vadlejch, J., Petrtýl, M., Zaichenko, I. N., Čadková, Z., Jankovská, I., Langrová, I., & Moravec, M. (2011). Which McMaster egg counting technique is the most reliable? *Parasitology Research*, 109, 1387–1394. doi: 10.1007/s00436-011-2385-5
22. Wongrak, K., Daş, G., Moors, E., Sohnrey, B., & Gauly, M. (2014). Establishment of gastro-intestinal helminth infections in free-range chickens: a longitudinal on farm study. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 127 (7-8), 314–321.
23. Wuthijaree, K., Lambertz, C., & Gauly, M. (2017). Prevalence of gastrointestinal helminth infections in free-range laying hens under mountain farming production conditions. *British Poultry Science*, 58 (6), 649–655. doi: 10.1080/00071668.2017.1379049
24. Yatushevich A. I., & Saroka, A. M. (2020). Gel'minty i gel'mintozy indeek v severo-vostochnom regione Respubliki Belarus. *Zhivotnovodstvo i Veterinarnaya Meditsina*, (2), 48–52 [in Russian].
25. Yevstafieva, V. O., Natiakhla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). Porivnialna efektyvnist zazhyttievkykh sposobiv koproovoskopichnoi diahnostryky kapilariozu kurei. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 11 (39), 150–154 [In Ukrainian].
26. Yuskiv, I., & Melnychuk, V. (2019). Diagnostic effectiveness of modern coprooscopic methods for goose amidostomosis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 212–217 doi: 10.31210/visnyk2019.04.27 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 29.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кручиненко О. В. Порівняння копроовоскопічних методів діагностики В. Н. Трача, МакМастера й Міні-Флотак у разі ураження курей *Ascaridia galli* та *Trichostrongylus tenuis*. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 194–199.

© Кручиненко Олег Вікторович. 2021



original article | UDC 636.598.082.35.09:616.995.132 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.25

DYNAMICS OF GOSLINGS' LIVE WEIGHT AT AMIDOSTOMOSIS OF GEESE

S. Mykhailiutenko^{1*}ORCID  [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244)O. Zhulinska²ORCID  [0000-0002-0599-2307](https://orcid.org/0000-0002-0599-2307)¹ Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine² "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: sv_81@ukr.net

How to Cite

Mykhailiutenko, S., & Zhulinska, O. (2021). Dynamics of goslings' live weight at amidostomosis of geese. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 200–205. doi: 10.31210/visnyk2021.02.25

In comparison with mammals, the intensity of metabolism in waterfowl is much higher. In the process of evolution, they have developed the digestive system that is able to digest feed quickly, so it has significant differences in the structure: the stomach consists of two sections. The glandular stomach contains a huge number of cells that secrete both pepsinogen and hydrochloric acid. The function of the gizzard stomach is aimed at chemical and physical splitting of food. The latter is achieved as a result of vigorous muscle contractions and the presence of hydrolytes. Digestive organs' growth rates depend on the age, breed, conditions of keeping, feeding and health of the waterfowl. In their turn, helminthes, localized in the stomach and intestines, adversely affect their morphological and functional state and the organism as a whole. Therefore, the quality of meat and egg-laying, productivity of domestic waterfowl are reduced. Pathogenic parasites that are significantly common among domestic geese are the nematodes of *Amidostomum anseris* species (Zeder, 1800), which are localized in the stomach. The aim of the study was to establish the peculiarities of amidostomosis pathogen localization and the effect of nematodes on the dynamics of goslings' live weight. The work was conducted on 16 geese of Gorkivska breed, which were kept on a private peasant farm of Poltava region. The diagnostic study was performed by the method of Yevstafieva V. O. and Mykhailiutenko S. M. (2012). The average daily weight gain of goslings was determined experimentally. It has been found that this indicator for the period of growing made 26.00 g in healthy goslings, and 23.46 g in the infected ones. It has been determined that the weight of the stomach glandular part in diseased goslings made 9.92 ± 0.28 g. The average weight of the gizzard part was 145.65 ± 2.31 g. The studies have shown that the main amount of amidostomosis pathogens were registered in the gizzard part of the stomach, namely in the tendon mirror area and in the areas of cranial and caudal blind pouches. At the same time, a significant amount of amidostomes were localized in the intermediate zone – zona intermedia. Mechanical and toxic effects of nematodes of *Amidostomum anseris* species on the gizzard stomach led to hemorrhagic-necrotic processes.

Key words: amidostomosis, geese, average daily weight gain, glandular, gizzard stomach.

ДИНАМІКА ЖИВОЇ МАСИ ГУСЕНЯТ ЗА АМІДОСТОМОЗУ В ГУСЕЙ

С. М. Михайлютенко¹, О. С. Жулінська²¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна² Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, с.м.т. Асканія-Нова, Україна

Порівняно із ссавцями інтенсивність метаболізму у водоплавної птиці значно вища. У процесі еволюції в них розвинулася така травна система, яка здатна швидко перетравлювати корм, тому вона має суттєві відмінності у будові. Так, шлунок складається з двох відділів. У залозистому шлунку міститься величезна кількість клітин, які секретують як пепсиноген, так і соляну кислоту.

Функція ж м'язового шлунку спрямована на хімічне та фізичне розщеплення корму. Останнє досягається в результаті енергійних м'язових скорочень і наявності гідролітів. Показники росту органів травлення залежать від віку, породи, умов утримання, годівлі та здоров'я водоплавної птиці. Своєю чергою, гельмінти, що локалізуються у шлунку та кишечнику, негативно впливають на їх морфо-функціональний стан та організм загалом. Тому якість м'яса, несучість, продуктивність свійської водоплавної птиці знижується. Патогенними паразитами, що значно поширені серед свійських гусей, є нематоди виду *Amidostomum anseris* (Zeder, 1800), які локалізуються у шлунку. Метою проведених дослідів було встановити особливості локалізації збудника амідостомозу та вплив нематод на динаміку живої маси гусенят. Досліджено 16 гусей породи горьківська, які утримувалися в умовах одноосібного селянського господарства Полтавської області. Діагностичне дослідження проводили за методом Євстаф'євої В. О. та Михайлютенко С. М. (2012). Експериментальним шляхом визначено середньодобовий приріст маси тіла гусенят. З'ясовано, що цей показник за період вирощування у здорових гусенят склав 26,00 г, а у інвазованих – 23,46 г. Встановлено, що маса залозистої частини шлунку у хворих гусенят становила $9,92 \pm 0,28$ г. Середня маса м'язової частини – $145,65 \pm 2,31$ г. Результати досліджень свідчать, що основну кількість збудників амідостомозу реєстрували у м'язовій частині шлуночку, а саме в області сухожильного дзеркала та в зонах краніального й каудального сліпих мішків. Водночас значна кількість амідостом локалізувалася у проміжній зоні – *zona intermedia*. Механічний та токсичний вплив нематод виду *Amidostomum anseris* на м'язовий шлунок призводив до геморагічно-некротичних процесів.

Ключові слова: амідостомоз, гуси, середньодобовий приріст, залозистий, м'язовий шлунок.

Вступ

Паразитизм – трофічний зв'язок між господарями двох різних видів, у ході якого один із них живиться за рахунок іншого. У процесі еволюції гельмінтів склалася відповідна специфічність до дефінітивних хазяїв. Останній виступає тим середовищем, у якому передбачено значний перелік необхідних ресурсів для паразитів. Результат такої взаємодії – ініційовані патофізіологічні процеси й відповідна імунна відповідь: алергічні реакції та імундепресія. Тому організм господаря змушений відновлювати чи замінювати пошкоджені клітини, тканини [1, 2].

Очевидним є те, що гельмінтози поширені серед різних видів тварин та клінічно не завжди можуть бути діагностованими, оскільки перебіг хвороби може бути латентним. Незважаючи на те, що впродовж усього життя птиця заражається значною кількістю паразитів, залишаються ще недостатньо вивчені біологічні та патологічні аспекти, що є наслідками паразитизму [3, 4].

У літературі ендопаразитам, що уражають водоплавною птицю, приділено достатню кількість уваги. Відомо, що більшість паразитів локалізується саме в кишечнику, а нематоди роду *Amidostomum* Railliet et Henry, 1909 – під кутикулою м'язового шлунка, рідше на слизовій залозистого шлунка у птиці ряду гусеподібних (*Anseriformes* Wagler, 1831) [5, 6].

Амідостоми діагностовано на всіх континентах, що обумовлено різними чинниками, зокрема сезонною міграцією водоплавної птиці [7–10]. Серед представників цього роду найпоширенішим видом є *Amidostomum anseris* (Zeder, 1800) [4, 6, 11]. Він зареєстрований як у дикій фауні: білолобих гусок (*Anser albifrons*), гумеників (*A. fabalis*), казарок (*Branta bernicla*) та (*B. leucopsis*) [12, 13], так і в домашніх гусей [14, 15].

Згідно з літературними даними відомо, що екстенсивність амідостомозної інвазії значно коливається. Так, на фермах з утримання гусей колишньої Чехословаччини та Іспанії ураженість їх варіювала від 2,4 до 3,7 % [16, 17]. На території Польщі інвазованість становила 50,0 % [18]. Водночас на території Російської федерації показники екстенсивності інвазії гусей *Amidostomum anseris* у деяких господарствах досягали 100,0 % [19, 20]. За даними П. В. Люліна [21, 22], амідостомоз гусей також значно поширений в Україні, зокрема в господарствах Харківської, Сумської та Полтавської областей. В Одеській області ураженість гусей коливалася в межах від 34,6 до 39,2 % [23].

Отже, зарубіжні й вітчизняні науковці масштабно вивчили епізоотологічні дані амідостомозу. Водночас недостатньо проаналізовано вплив інвазії на прирости маси тіла. Тому метою наших досліджень було встановити особливості локалізації збудників амідостомозу та вплив *Amidostomum anseris* на динаміку живої маси гусенят.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження здійснювали впродовж 2019–2021 років на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Досліди провели з використанням 16 гусенят породи горьківська, які утримувались у домашніх умовах. Перебували тварини в типових приміщеннях відповідно до зоогігієнічних вимог. Приріст живої маси молодняку птиці контролювали щомісячно шляхом зважування до ранкової годівлі. Раціон корегували по мірі росту гусенят, а нормування годівлі проводили відповідно до наявних норм. Основні показники досліджень обробляли біометрично за Н. А. Плохинським (1969) [24]. Обрахунок здійснювали із застосуванням персонального комп'ютера за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel 2007.

Патолого-анатомічний розтин 8 вимушено забитих гусенят виконували за методом Євстаф'євої В. О. та Михайлютенко С. М. [25, 26].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати здійснених досліджень свідчать, що жива маса добових гусенят горьківської породи в середньому складала $107,81 \pm 3,02$ г. Під час проведених досліджень встановлено, що у здорових та хворих гусенят того ж самого віку визначаються відмінності в живій вазі (рис. 1).

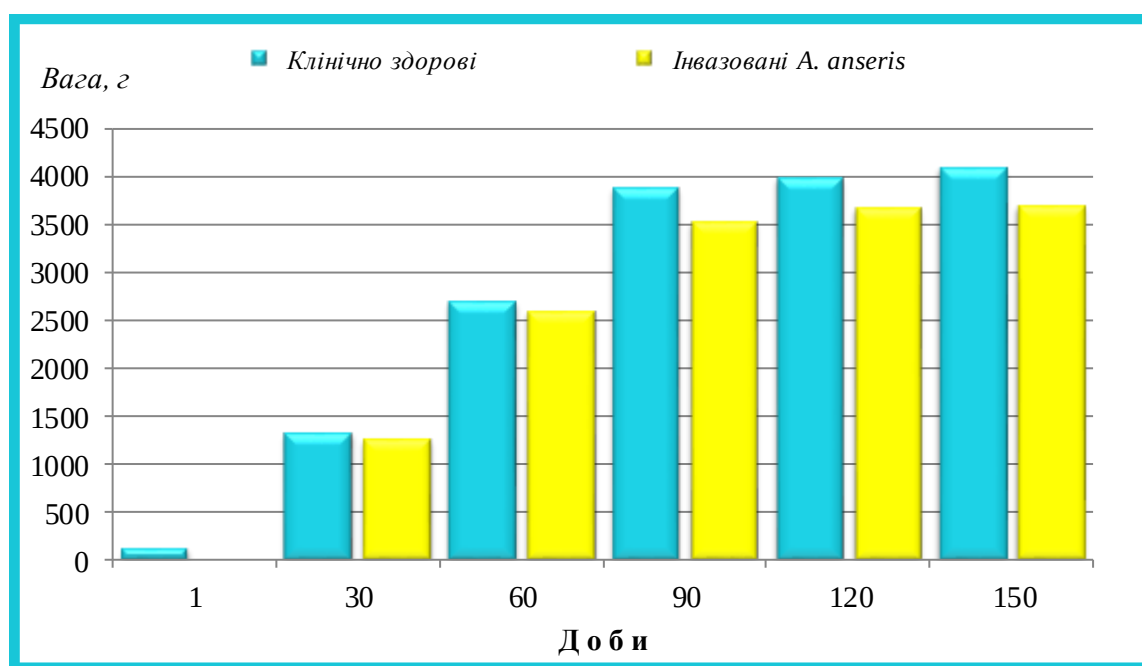


Рис. 1. Показники приростів живої ваги гусей

У місячному віці вона складала відповідно $1329,0 \pm 32,31$ у здорових і у хворих – $1265,0 \pm 34,81$ г, у 2-місячному – $2692,0 \pm 32,11$ і $2591,25 \pm 24,20$ г, у 3-місячному – $3881,5 \pm 26,37$ і $3525,5 \pm 37,5$ г. У подальшому маса хворої птиці продовжувалася знижуватися. У 4-місячному віці становила $3667,5 \pm 29,33$ г проти $3978,5 \pm 39,73$ г, а у 5-місячному – $3697,0 \pm 23,11$ та $4086,0 \pm 12,34$ г, відповідно. Величина середньодобових приростів за період вирощування складала у здорових $26,00$ г, а у інвазованих збудником *Amidostomum anseris* $23,46$ г.

Відомо, що шлунок гусей складається з двох відділів: залозистого і м'язового. Залозистий шлунок – продовження стравоходу, мав вигляд товстостінної веретеноподібної трубки. Він був пустий. Його маса становила у хворих гусенят $9,92 \pm 0,28$ г. Слизова оболонка рівномірно забарвлена, блідо-рожевого кольору, незначно набрякла, блискуча. На поверхні слизової оболонки залозистої частини чотирьох загублених гусенят знаходили амідостом на різних стадіях розвитку в кількості від 2 до 5 екземплярів.

У ділянці переходу у м'язову частину залозиста звужувалася, утворюючи проміжну зону – *zona intermedia*, саме в цій ділянці реєстрували значну кількість тонких ниткоподібних нематод блідо-рожевого кольору (рис. 2).

Найбільш виражено зміни у м'язовому шлунку, який має форму видовженого диску й переходить у дванадцятипалу кишку. Його середня маса становила $145,65 \pm 2,31$ г. У порожнині виявляли гастроліти (дрібна галька, пісок).



Рис. 2. Амідостоми на межі залозистої та м'язової частин шлунка гусеняти віком 3,5 місяці

Порожнина м'язового відділу шлунка вистелена кутикулою. Вона потовщена в області головних м'язів і залишається темно-жовтого кольору. В цих ділянках під кутикулою збудника не виявляли, лише у разі високої інтенсивності інвазії по периферії реєстрували головний чи хвостовий кінці паразитів у кількості 1–3 екземпляри.

Зони краніального й каудального сліпих мішків містять тонкий кутикулярний шар, який має комірчасті виступи, саме в цих ділянках зосереджувалися амідостоми. Тому в цих ділянках та сухожильному дзеркалі відмічали крововиливи, потовщення темно-коричневого кольору рихлої консистенції, пронизані нематодами. Кутикула місцями мала вигляд аморфної маси темно-коричневого кольору, легко відшаровувалася від слизової оболонки.

При виході із м'язового шлунка у дванадцятипалу кишку у всіх досліджених птахів є слизово-м'язова складка, де також виявляли нематод (рис. 3). Водночас реєстрували слиз та дрібні крапкові поодинокі крововиливи.



Рис. 3. Амідостоми в ділянці переходу шлунка у дванадцятипалу кишку

Огляд фахової літератури свідчить про недостатнє висвітлення питання впливу нематод на ріст і розвиток молодяку птиці. Так, відзначено, що маса куриці, зараженої капіляріями, була на 37 г менше, ніж у птиці контрольної групи, і на 111 г менше, ніж у курей, заражених капіляріями й аскаридами [26]. Згідно з нашими дослідженнями у 5-місячних хворих гусей маса була менша на 389 г.

З одержаних результатів досліджень з'ясовано, що основну кількість амідостом виявляли у м'язовій частині шлунка, а саме в області сухожильного дзеркала та в зонах краніального й каудального сліпих мішків. Водночас значна кількість нематод локалізувалася на межі залозистої та м'язової частин шлунка гусенят.

Результати наших досліджень частково узгоджувалися з даними, отриманими в роботі низки авторів [28], які з'ясували, що 28,14 % збудників амідостомозу локалізувалося саме у залозистому шлунку дефінітивного господаря. За даними П. В. Люліна, найбільша кількість нематод зосереджувалася в місці переходу залозистої частини шлунка у м'язову [21, 22].

З боку слизової ми реєстрували крововиливи, ділянки некрозу, набряк, місцями відшарування кутикули. Такі ж зміни відмічав А. В. Кузьменко [29].

Висновки

Встановлено, що у молодняку гусей у разі паразитування у травному тракті нематоди *Amidostomum anseris* знижуються прирости живої ваги. З'ясовано, що у віці 5-ти місяців молодняк, інвазований збудником амідостомозу, у своїй вазі поступався клінічно здоровій птиці на 9,52 %. Середньодобові прирости у групі хворих гусенят у період дослідження становили 23,46 %, що на 9,77 % нижче порівняно з клінічно здоровими гусенятами (26,0 г).

Перспективи подальших досліджень. На основі огляду літератури щодо морфо-функціональної організації травної системи гусей можна стверджувати, що травну систему досліджено фрагментарно і лише на анатомічному рівні, тому більш детальне дослідження на мікроскопічному та гістологічному рівнях є актуальним.

References

1. McDougald, L. R. (2019). Internal parasites. *Diseases of Poultry*, 1157–1191. doi: 10.1002/9781119371199.ch27
2. Yousuf, M., Das, P., Anisuzzaman, M., & Banowary, B. (2009). Gastro-intestinal helminths of ducks: Some Epidemiologic and pathologic aspects. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 7 (1), 91–97. doi: 10.3329/jbau.v7i1.4969
3. Oyarzún-Ruiz, P., Muñoz, P., Paredes, E., Valenzuela, G., & Ruiz, J. (2019). Gastrointestinal helminths and related histopathological lesions in black-necked swans *Cygnus melancoryphus* from the Carlos Anwandter Nature Sanctuary, Southern Chile. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 28 (4), 613–624. doi:10.1590/s1984-29612019063
4. Perrett, R. E. (2018). Principles of Veterinary Parasitology. *Veterinary Record*, 182 (3), 88–88. doi: 10.1136/vr.k280
5. Nowicki, A., Roby, D. D., & Woolf, A. (1995). Gizzard nematodes of canada geese wintering in southern illinois. *Journal of Wildlife Diseases*, 31 (3), 307–313. doi: 10.7589/0090-3558-31.3.307
6. Purvis, J. R., Gawlik, D. E., Dronen, N. O., & Silvy, N. J. (1997). Helminths of wintering geese in Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 33 (3), 660–663. doi: 10.7589/0090-3558-33.3.660
7. Fedynich, A. M., Finger, R. S., Ballard, B. M., Garvon, J. M., & Mayfield, M. J. (2005). Helminths of Ross and Greater White-fronted Geese Wintering in South Texas, U.S.A. *Comparative Parasitology*, 72 (1), 33–38. doi: 10.1654/4159.5
8. Amundson, C. L., Traub, N. J., Smith-Herron, A. J., & Flint, P. L. (2016). Helminth community structure in two species of arctic-breeding waterfowl. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wild-life*, 5 (3), 263–272. doi: 10.1016/j.ijppaw.2016.09.002
9. 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
10. Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., Ramírez-Lezama, J., Osorio-Sarabia, D., García-Prieto, L., Manterola, C., García-Márqueze L. J. & Zarza, H. (2020). Gastrointestinal helminths of waterfowl (Anatidae: Anatinae) in the Lerma marshes of central Mexico: Some pathological aspects. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 13, 72–79. doi: 10.1016/j.ijppaw.2020.07.008
11. Anisuzzaman, F. T., Alim, M. A., Khan, M. A. H. N. A., & Mondal, M. M. H. (2006). Amidostomiasis in indigenous ducks of Bangladesh: prevalence and pathology. *Bangladesh Veterinary Journal*, 40, 1–9.
12. Poluda, A. M. (2009). Zakonomirnosti mihratsiinykh peremishchen bilolobykh husok Anser albifrons i humenykiv Anser fabalis (Aves, Anseriformes, Anatidae) na terytorii Ukrainy. *Branta: Zbirnyk Naukovykh Prats Azovo-Chornomorskoj Ornitolohichnoi Stantsii*, 12, 110–125 [In Ukrainian].
13. Borgsteede, F., Kavetska, K., & Zoun, P. (2006). Species of the nematode genus *Amidostomum* Railliet and Henry, 1909 in aquatic birds in the Netherlands. *Helminthologia*, 43 (2), 98–102. doi: 10.2478/s11687-006-0019-8

14. Seidbeili, M. I., & Maherramov, S. H. (2018). Helmyntofauna domashnykh vodoplavaiushchykh ptyts (hus – *Anser anser dom.* i utka – *Anas platyrhynchos dom.*) Nakhchuvanskoï AR. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Universytetu Imeni V. N. Karazina, Serii «Biologhiia»*, 31, 107–113 [In Ukrainian, In Russian].
15. Agaeva, Z. T., & Gusejnov, R. A. (2020). Zarazheniya smeshannymi gelmintami utok v chastykh hozyaystv sel Chinarly i Nasimi Bilyasuvar'skogo rajona. *Nauchnyj Zhurnal «Globus»*, 2 (48), 24–26 [In Russian].
16. Busta, J. (1980). Helminths in broiler geese fattened in runs. *Veterinary Medicine*, 25 (12), 717–723.
17. Figuerola, J., Torres, J., Garrido, J., Green, A. J., & Negro, J. J. (2005). Do carotenoids and spleen size vary with helminth load in greylag geese? *Canadian Journal of Zoology*, 83 (3), 389–395. doi: 10.1139/z05-022
18. Kornas, S., Basiaga, M., Kowal, J., Nosal, P., Wierzbowska, I., & Kapkowska, E. (2015). Zatorska goose – a subject of parasitological research. *Annals of Parasitology*, 61 (4), 253–256.
19. Sidiki, B., & Akbaev, M. Sh. (1995). Gelmintozy gusej v usloviyah Nechernozemnoj zony RF. *Aktualnye Voprosy Infekcionnyh i Invazionnyh Boleznej Zhivotnyh*, 4–8 [In Russian].
20. Sergushin, A. V. (2000). Rasprostranenie gelmintov gusej v Tyumenskoj oblasti. *Veterinariya Sibiri*, 4, 55 [In Russian].
21. Liulin P. V. (2006). Deiaki pytannia epizootolohii amidostomozu husei. *Visnyk Sum'skoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1–2 (15–16), 120–121 [In Ukrainian].
22. Liulin, P. V. (2007). Deiaki osoblyvosti epizootolohii amidostomozu ta ekhinuriozu husei. *Problemy Zooinzhenierii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 14 (39), 1 (2), 106–107 [In Ukrainian].
23. Bohach, M. V., & Bezdietko, L. Ye. (2008). Kyshkovi invazii vodoplavnoi ptytsi v hospodarstvakh riznykh form vlasnosti Odeskoï oblasti. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria*, 42 (2). Retrived from: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/avpch/Vn/2008_42_2/Bogach.htm [In Ukrainian].
24. Plohinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].
25. Mykhailiutenko, S. M. (2014). Posmertna diahnozyka amidostomozu husei. *Visnyk Poltav'skoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 104–105. doi: 10.31210/visnyk2014.03.21 [In Ukrainian].
26. Yevstafieva, V. O., & Mykhailiutenko, S. M. (2012). *Patent Ukrainy № 75591*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
27. Bajramov, S. Yu. (2011). Vliyanie gelmintoznykh zabojevanij na produktivnost ptic. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa: Nauka i Vysshee Professionalnoe Obrazovanie «Biologicheskie Nauki»*, 2 (22), 1–5 [In Russian].
28. Yevstafieva, V. A., Stybel, V. V., Melnychuk, V. V., Prijma, O. B., Yatsenko, I. V., Antipov, A. A., Bakhur, T. I., Goncharenko, V. P., Pidborska, R. V., Shahanenko, V. S., & Dzhamil, V. I. (2019). Morphological and Biological Characteristics of Amidostomum Anseris (Nematoda, Amidostomatidae) from *Anser anser domesticus*. *Vestnik Zoologii*, 53 (1), 65–74. doi: 10.2478/vzoo-2019-0007
29. Kuzmenko, A. V., & Prykhodko, Yu. O. (2008). Zastosuvannia vitchyznianoho anthelmintnoho preparatu «Fenbendol-200» pry nematodozakh ptytsi ta vyznachennia yoho efektyvnosti. *Problemy Zooinzhenierii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 17 (42), 1–2, 233–245 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 04.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Михайлютенко С. М., Жулінська О. С. Динаміка живої маси гусенят за амідостомозу в гусей. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 200–205.

© Михайлютенко Світлана Миколаївна, Жулінська Оксана Степанівна, 2021



original article | UDC 636.39:616.995.1 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.26

DIAGNOSTIC EFFECTIVENESS OF THE IMPROVED METHOD OF LABORATORY DIAGNOSTICS OF GOAT DIGESTIVE ORGANS' STRONGYLATOSES

O. B. Prima

ORCID  [0000-0001-7050-822X](https://orcid.org/0000-0001-7050-822X)

Stepan Gzhytskyj Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska Str., Lviv, 79010, Ukraine
E-mail: oks.pryima@gmail.com

How to Cite

Prima, O. B. (2021). Diagnostic effectiveness of the improved method of laboratory diagnostics of goat digestive organs' strongylatoses. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 206–212. doi: 10.31210/visnyk2021.02.26

The diagnostics of animal parasitic diseases has its own peculiarities, and is also a key link in the system of measures aimed at combating and preventing invasive diseases. Live-time laboratory diagnostics of strongylatoses of ruminants' digestive organs is based on the use of coproovoscopic flotation methods, the efficacy of which varies. The aim of the paper was to study the diagnostic effectiveness of an advanced method of coproovoscopy in case of strongylatoses of goats' digestive organs. The research was performed in the Laboratory of the Department of Parasitology and Ichthyopathology of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv. The comparison of the diagnostic effectiveness of coproovoscopic flotation methods of life-time laboratory diagnostics of goats' digestive tract strongylatoses was conducted. The advanced method for diagnosing strongylatoses of goats' gastrointestinal tract has been proposed. According to the results of the studies, it was found that regardless of the exposure of fecal suspension, the most effective in terms of invasion intensity (for fluctuations from 311.76 to 532.50 eggs/g) was the proposed method for diagnosing strongylatoses of goats' digestive organs. At fecal suspension exposure for 5 min, the improved method was more effective than the methods of Kotelnikov-Khrenov by 35.85 %, Mallori – by 21.95 %, Melnychuk – by 20.75 %. At this exposure, out of 20 diseased animals, 17 samples were found to be positive by the improved method and the Melnychuk's method, 13 samples were positive by the Kotelnikov-Khrenov's method, and 15 samples – by the Mallori's method. At an exposure of 10 min, the intensity of strongylatosis invasion during the application of the improved method made 352.78 eggs/g, which exceeded the values obtained using the methods of Kotelnikov-Khrenov (by 28.19 %), Mallori (by 20.79 %), Melnychuk (by 19.69 %). The number of detected positive samples established by these methods was 18, 15, 17 and 18, respectively. At an exposure of 15 min, the diagnostic effectiveness of the developed method exceeded the generally-known methods of coproovoscopy by 22.91–33.17 %. The highest number of positive samples was found when using the advanced method. The obtained data confirm the high diagnostic efficiency of the proposed combined flotation liquid as a method of coproovoscopy for strongylatoses of goats' digestive organs.

Key words: goats, strongylatoses of digestive organs, laboratory diagnostics, coproovoscopy, effectiveness.

ДІАГНОСТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНОГО СПОСОБУ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТРОНГІЛЯТОЗІВ ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ КІЗ**О. Б. Прийма**

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

Діагностика паразитарних хвороб тварин має свої особливості, а також є основною ланкою в системі заходів, спрямованих на боротьбу і профілактику інвазійних захворювань. Зажиттєва лабораторна діагностика стронгілятозів органів травлення жуйних тварин заснована на застосуванні копроовоскопічних флотаційних методів, ефективність яких неоднакова. Метою роботи було вивчити діагностичну ефективність удосконаленого способу копроовоскопії за наявності стронгілятозів органів травлення кіз. Дослідження виконували в лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Проведено порівняння діагностичної ефективності копроовоскопічних флотаційних методів зажиттєвої лабораторної діагностики стронгілятозів травного каналу кіз. Запропоновано удосконалений спосіб діагностики стронгілятозів шлунково-кишкового тракту у кіз. За результатами проведених досліджень встановлено, що незалежно від експозиції фекальної суспензії, найбільш ефективним за показниками інтенсивності інвазії (за коливань від 311,76 до 532,50 яєць/г) виявився запропонований спосіб діагностики стронгілятозів органів травлення у кіз. За експозиції фекальної суспензії 5 хв. удосконалений спосіб виявився ефективнішим за методи Котельникова-Хренова на 35,85 %, Маллорі – на 21,95 %, Мельничука – на 20,75 %. За цієї експозиції з 20 хворих тварин позитивними виявлено за удосконаленим способом і методом Мельничука – 17 проб, за методом Котельникова-Хренова – 13 проб, за методом Маллорі – 15 проб. За умови експозиції 10 хв. показник інтенсивності стронгілятозної інвазії у процесі застосування удосконаленого способу становив 352,78 яєць/г, що перевищувало значення, отримані при використанні методів Котельникова-Хренова (на 28,19 %), Маллорі (на 20,79 %), Мельничука (на 19,69 %). Кількість виявлених позитивних проб, встановлених за допомогою цих методик, дорівнювала відповідно 18, 15, 17 та 18. За умови експозиції 15 хв. діагностична ефективність удосконаленого способу перевищувала загальновідомі методи копроовоскопії на 22,91–33,17 %. Найвищу кількість позитивних проб виявлено при застосуванні удосконаленого способу. Отримані дані підтверджують високу діагностичну ефективність застосування запропонованої комбінованої флотаційної рідини як способу копроовоскопії за наявності стронгілятозів органів травлення кіз.

Ключові слова: кози, стронгілятози органів травлення, лабораторна діагностика, копроовоскопія, ефективність.

Вступ

Шлунково-кишкові стронгілятози жуйних тварин спричиняють захворювання, що завдають економічних збитків тваринництву, зокрема козівництву, у всьому світі [1–5]. Збудники цих інвазій призводять до зниження приростів, молочної продуктивності кіз, погіршення якості та цінності молока, отриманого від хворих тварин. Нерідко реєструють загибель кіз, особливо молодняка у разі високих показників інтенсивності інвазії. Хоч у дорослих тварин інвазії перебігають переважно безсимптомно, однак доведений негативний вплив нематод на процес перетравлювання у шлунково-кишковому каналі, внаслідок чого зменшується засвоєння поживних речовин, макро- й мікроелементів [6–9].

Вирішальне значення в комплексі лікувально-профілактичних заходів за таких інвазій має своєчасна і безпомилкова діагностика. Основним методом лабораторної діагностики стронгілятозів шлунково-кишкового тракту жуйних тварин є копроовоскопія. З цією метою запропонована велика кількість флотаційних і комбінованих методів. Варто звернути увагу на те, що дані окремих авторів, отримані при дослідженні фекалій за допомогою того чи того методу, суперечливі. Одні вчені вважають, що розчини окремих солей зі збільшенням їх питомої ваги підвищують флотаційну здатність виявлення яєць нематод, інші ж, навпаки, сприяють затримці флотації яєць [10–13].

На думку науковців, на сьогодні в паразитології існує широкий спектр діагностичних методів молекулярної біології, імунологічних та біохімічних методів. До них відносяться ПЛР-діагностика, метод ELISA, а також імуноферментний аналіз. Недоліком цих методів є їх висока вартість і неможливість застосування в повсякденній ветеринарній практиці [14, 15].

Тому більшість авторів вказують на те, що через високу вартість новітніх методів діагностики, найбільш обґрунтованими і маловитратними є методи копроскопічної діагностики. Застосовуючи такі методи, як біологічний матеріал використовують фекалії тварин, які досліджують з метою виявлення паразитичних яєць, личинок та фрагментів самих гельмінтів [16–18]. Існує кілька методів і їхніх модифікацій, які зареєстровані і стандартизовані. До них відносять методи Котельникова-Хренова, Бермана-Орлова, Дарлінга, Щербовича, Фюллеборна тощо [19–21].

Як зазначають дослідники, найбільшу популярність останнім часом набирає методика МакМастера, яку розробили в Сіднеї. Її вважають багатофункціональною та всеохоплюючою технікою для підрахунку яєць гельмінтів. Також цю методику «WAAVP» рекомендувала для встановлення ефективності нових антигельмінтиків і визначення резистентності збудників паразитозів до цих препаратів. Отже, випробування, удосконалення та впровадження сучасних, ефективних та ергономічних методів життєвої діагностики стронгілятозів шлунково-кишкового тракту кіз є актуальним напрямом досліджень [22–24].

Метою досліджень було вивчити діагностичну ефективність удосконаленого способу копроовоскопії за наявності стронгілятозів органів травлення кіз. Для досягнення мети необхідно розв'язати такі *задачі*: встановити ефективність удосконаленого способу копроовоскопічної діагностики стронгілятозів органів травлення кіз; провести порівняння ефективності удосконаленого способу та загальновідомих методів лабораторної діагностики нематодозів.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2020 року в лабораторії кафедри паразитології та іхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Для визначення діагностичної ефективності загальновідомих та удосконаленого способу копроовоскопічної лабораторної діагностики стронгілятозів органів травлення кіз було проведено дослідження тварин, які належали неблагополучним щодо стронгілятозів одноосібним селянським господарствам Львівської області. Встановлювали інтенсивність інвазії за методом В. Н. Трача, розраховували кількість яєць гельмінтів у 1 г фекалій (яєць/г) [25]. Порівнювали такі методи: Котельникова-Хренова – з аміачною селітрою; Маллорі – з насиченим розчином цукру; Мельничука та ін. – з карбамідом, а також удосконалений спосіб – з використанням комбінованої флотаційної рідини. Дослідження проводили за умови експозицій 5, 10 та 15 хв. Усього проведено 240 копроовоскопічних досліджень.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили на персональному комп'ютері за допомогою статистичного пакета Statistica 12 для Windows (StatSoft, Inc., США). Розраховували стандартне відхилення (SD) і середнє арифметичне (M). Достовірність відмінностей середніх величин визначали за допомогою методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера. Значення $P < 0,05$ вважали достовірним.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень свідчать, що незалежно від експозиції фекальної суспензії, найбільш ефективним за показниками інтенсивності інвазії виявився запропонований спосіб діагностики стронгілятозів органів травлення у кіз, де Π коливалася в межах від $311,76 \pm 153,63$ до $532,50 \pm 180,11$ яєць/г. Зокрема, за умови експозиції фекальної суспензії 5 хв. удосконалений спосіб виявився ефективнішим (Π – $311,76 \pm 153,63$ яєць/г) за метод Котельникова-Хренова на 35,85 % ($200,00 \pm 142,89$ яєць/г, $P < 0,05$), метод Маллорі – на 21,95 % ($243,33 \pm 134,78$ яєць/г), метод Мельничука – на 20,75 % ($247,06 \pm 106,76$ яєць/г) (рис. 1). Причому, за цієї експозиції з 20 хворих тварин позитивними виявлено за удосконаленим способом і методом Мельничука – 17 проб, за Котельниковим-Хреновим – 13 проб, за Маллорі – 15 проб.

У разі десятихвилинної експозиції показник інтенсивності стронгілятозної інвазії у процесі застосування удосконаленого способу становив $352,78 \pm 139,82$ яєць/г, що перевищувало значення, отримані при використанні методів Котельникова-Хренова (на 28,19 %, $253,33 \pm 121,69$ яєць/г, $P < 0,05$), Маллорі (на 20,79 %, $279,41 \pm 129,97$ яєць/г), Мельничука (на 19,69 %, $283,33 \pm 120,05$ яєць/г) (рис. 2). За цієї експозиції з 20 хворих тварин позитивними виявлено за удосконаленим способом і методом Мельничука – 18 проб, за Котельниковим-Хреновим – 15 проб, за Маллорі – 17 проб.

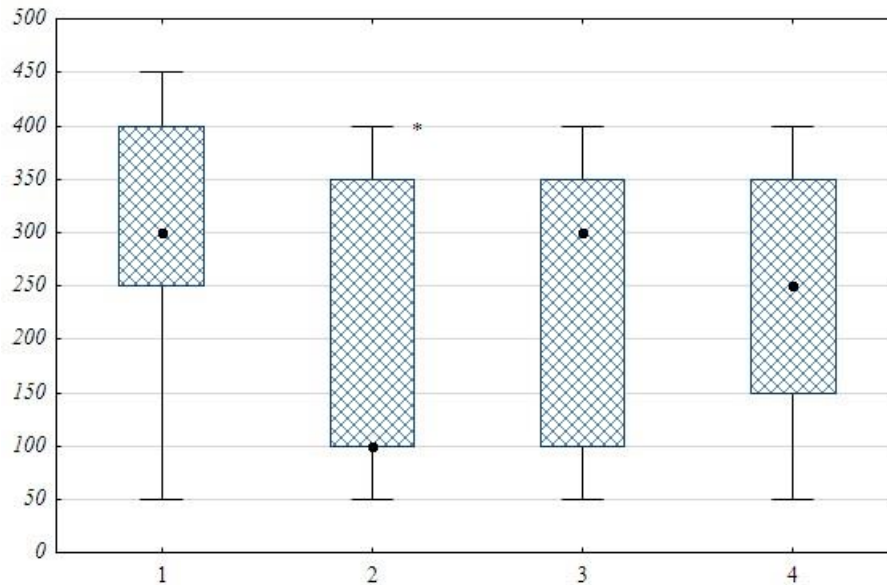


Рис. 1. Діагностична ефективність методів копроовоскопії за стронгілятозів органів травлення кіз за умови експозиції 5 хв. (n=20, яєць/г):

1 – удосконалений спосіб, 2 – метод Котельникова-Хренова, 3 – метод Маллорі, 4 – метод Мельничука; * $P < 0,05$ – відносно удосконаленого способу

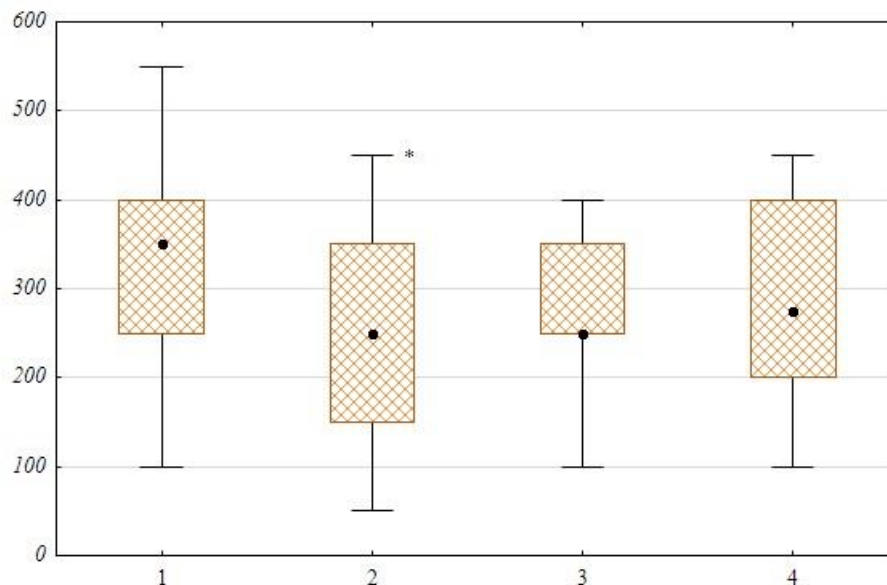


Рис. 2. Діагностична ефективність методів копроовоскопії за наявності стронгілятозів органів травлення кіз за умови експозиції 10 хв. (n=20, яєць/г):

1 – удосконалений спосіб, 2 – метод Котельникова-Хренова, 3 – метод Маллорі, 4 – метод Мельничука; * $P < 0,05$ – відносно удосконаленого способу

За умови експозиції 15 хв. виявляли найвищі показники інтенсивності стронгілятозної інвазії. Водночас ефективність удосконаленого способу ($\Pi - 532,50 \pm 180,11$ яєць/г) перевищувала показники методів Котельникова-Хренова на 33,17 % ($355,88 \pm 194,36$ яєць/г, $P < 0,01$), Маллорі – на 25,93 % ($394,44 \pm 235,08$ яєць/г, $P < 0,05$), Мельничука – на 22,91 % ($410,53 \pm 163,79$ яєць/г, $P < 0,05$) (рис. 3).

За цієї експозиції з 20 хворих тварин позитивними виявлено за удосконаленим способом 20 проб, за Мельничуком – 19 проб, за Котельниковим-Хреновим – 17 проб, за Маллорі – 18 проб.

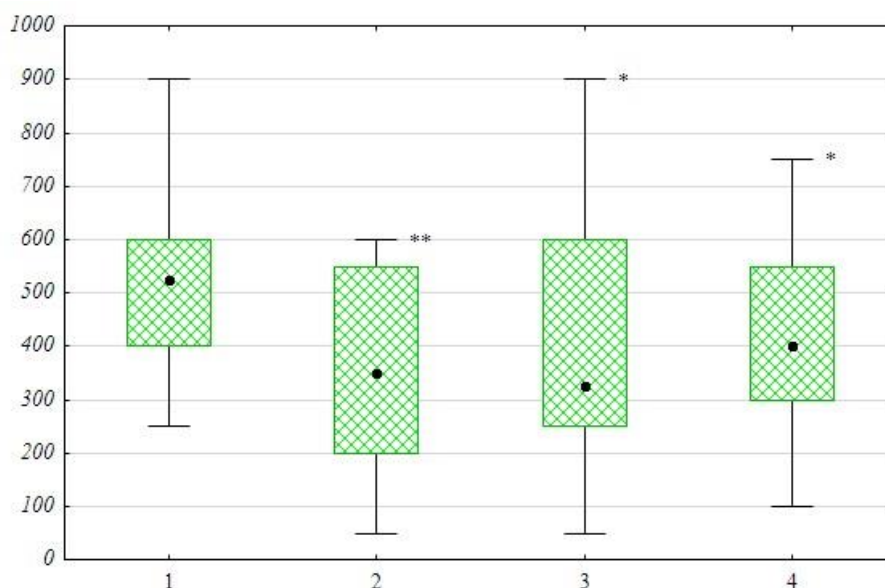


Рис. 3. Діагностична ефективність методів копроовоскопії за наявності стронгілятозів органів травлення кіз за умови експозиції 15 хв. (n=20, яєць/г):

1 – удосконалений спосіб, 2 – метод Котельникова-Хренова, 3 – метод Маллорі, 4 – метод Мельничука; * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ – відносно удосконаленого способу

Отже, своєчасна і точна зажиттєва діагностика гельмінтозів тварин, зокрема й стронгілятозів органів травлення у кіз, є одним із факторів, що впливає на ефективність планування і проведення лікувально-профілактичних заходів. Відомо, що найбільш ергономічними, недорогими, зручними у використанні є методи копроовоскопії. За наявності стронгілятозів шлунково-кишкового тракту тварин більшість авторів пропонують використання флотаційних методів лабораторної діагностики [16, 18, 20, 21]. Тому ми випробували удосконалений спосіб зажиттєвої діагностики стронгілятозів органів травлення у кіз. Встановлено, що застосування запропонованої комбінованої флотаційної рідини залежно від експозиції фекальної суспензії призводило до виявлення найвищих показників інтенсивності інвазії – до $532,50 \pm 180,11$ яєць/г. Причому удосконалений спосіб виявився ефективнішим ($P < 0,05 \dots P < 0,01$), ніж загальновідомі методи Котельникова-Хренова, Маллорі та Мельничука. Результати окремих дослідників також свідчать про доцільність упровадження нових, удосконалених методів копроовоскопії за наявності певних інвазій, адже та сама методика за різних нематодозів може мати різну діагностичну ефективність [10–13].

Отримані дані підтверджують високу діагностичну ефективність застосування запропонованої комбінованої флотаційної рідини як способу копроовоскопії за наявності стронгілятозів органів травлення кіз.

Висновки

Високоєфективним методом флотації для виявлення яєць стронгілят органів травлення у кіз є удосконалений спосіб зажиттєвої копроовоскопічної діагностики. Його ефективність перевищує результативність загальновідомих методів копроовоскопії: Котельникова-Хренова – на 28,19–35,85 % ($P < 0,05 \dots P < 0,01$), Маллорі – на 20,79–25,93 % ($P < 0,05$), Мельничука – на 19,69–22,91 % ($P < 0,05$).

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчення видового складу збудників стронгілятозів кіз та удосконалення способів їхньої ідентифікації.

References

1. Das, M., Laha, R., Goswami, A., & Goswami, A. (2017). Gastrointestinal parasitism of goats in hilly region of Meghalaya, India. *Veterinary World*, 10 (1), 81–85. doi: 10.14202/vetworld.2017.81-85
2. Zvinorova, P. I., Halimani, T. E., Muchadeyi, F. C., Matika, O., Riggio, V., & Dzama, K. (2016). Prevalence and risk factors of gastrointestinal parasitic infections in goats in low-input low-output farming systems in Zimbabwe. *Small Ruminant Research*, 143, 75–83. doi: 10.1016/j.smallrumres.2016.09.005
3. Tramboo, S. R., Shahardar, R. A., Allaie, I. M., Wani, Z. A., & Bushra, M. S. (2015). Prevalence of gastrointestinal helminth infections in ovine population of Kashmir Valley. *Veterinary World*, 8 (10), 1199–

1204. doi: 10.14202/vetworld.2015.1199-1204

4. Bihaqi, S. J., Allaie, I. M., Bandy, M., Wani, Z. A., & Shahardar, R. A. (2017). Prevalence of caprine GI helminths in temperate areas of Jammu & Kashmir. *Journal of Parasitic Diseases*, 41 (3), 843–849. doi: 10.1007/s12639-017-0900-z

5. Khan, M. N., Sajid, M. S., Khan, M. K., Iqbal, Z., & Hussain, A. (2010). Gastrointestinal helminthiasis: prevalence and associated determinants in domestic ruminants of district Toba Tek Singh, Punjab, Pakistan. *Parasitology Research*, 107 (4), 787–794. doi: 10.1007/s00436-010-1931-x

6. Githigia, S. M., Thamsborg, S. M., Munyua, W. K., & Maingi, N. (2001). Impact of gastrointestinal helminths on production in goats in Kenya. *Small Ruminant Research*, 42, 21–29. doi: 10.1016/S0921-4488(01)00240-1

7. Mpofu, T. J., Nephawe, K. A., & Mtileni, B. (2020). Gastrointestinal parasite infection intensity and hematological parameters in South African communal indigenous goats in relation to anemia. *Veterinary World*, 13 (10), 2226–2233. doi: 10.14202/vetworld.2020.2226-2233

8. Nguti, R., Burzykowski, T., Rowlands, J., Renard, D., & Janssen, P. (2005). Joint modelling of repeated measurements and event time: application to performance traits and survival of lambs bred in sub-humid tropics. *Genetics, Selection, Evolution*, 37 (2), 175–197. doi: 10.1186/1297-9686-37-3-175

9. Valentine, B. A., Cebra, C. K., & Taylor, G. H. (2007). Fatal gastrointestinal parasitism in goats: 31 cases (2001–2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231 (7), 1098–1103. doi: 10.2460/javma.231.7.1098.

10. Dahno, I. S., & Dahno, Ju. I. (2010). *Ekologichna gelmintologija*. Sumy: Kozac'kyj Val [In Ukrainian].

11. Kotelnikov, G. A. (1984). *Gel'mintologicheskie issledovaniya zhivotnyh i okruzhajushhej sredy*. Moskva: Kolos [in Russian].

12. Albonico, M., Rinaldi, L., Sciascia, S., Morgoglione, M. E., Piemonte, M., Aurelli, M. P., Musella, V., Utzinger, J., Ali, S. M., Ame, S. M., & Cringoli, G. (2013). Comparison of three copromicroscopic methods to assess albendazole efficacy against soil-transmitted helminth infections in school-aged children on Pemba Island. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 107(8), 493–501.

13. Habtamu, K., Degarege, A., Ye-Ebiyo, Y., & Erko, B. (2011). Comparison of the Kato-Katz and FLOTAC techniques for the diagnosis of soil-transmitted helminth infections. *Parasitology International*, 60 (4), 398–402.

14. Chiodini, P. L. (2005). New Diagnostics in parasitology. *Infectious Disease Clinics of North America*, 19, 267–270.

15. Chikweto, A., Tiwari, K., Bhaiyat, M. I., Carloni, J., Pashaian, K., Pashaian, A., Allie, De C., & Sharma, R. N. (2018). Gastrointestinal parasites in small ruminants from Grenada, West Indies: A coprological survey and a review of necropsy cases. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 13, 130–134. doi: 10.1016/j.vprsr.2018.05.004

16. Cringoli, G., Rinaldi, L., Aurelli, M. P., & Utzinger, J. (2010). FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols*, 5 (3), 503–515. doi: 10.1038/nprot.2009.235

17. Win, S. Y., Win, M., Thwin, E. P., Htun, L. L., Hmoon, M. M., Chel, H. M., Thaw, Y. N., Soe, N. C., Phyto, T. T., Thein, S. S., Khaing, Y., Than, A. A., & Bawm, S. (2020). Occurrence of Gastrointestinal Parasites in Small Ruminants in the Central Part of Myanmar. *Journal of Parasitology Research*, 2020, 8826327. doi: 10.1155/2020/8826327

18. Nwosu, C. O., Madu, P. P., & Richards, W. S. (2007). Prevalence and seasonal changes in the population of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *Veterinary Parasitology*, 144 (1-2), 118–124. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.004

19. Akbaev, M. Sh. (1998). *Veterinarnaja gelmintologija*. Moskva: Kolos [In Russian].

20. Migacheva, L. D., & Kotelnikov, G. A. (1987). *Metodicheskie rekomendacii po ispolzovaniju ustrojstva dlja podscheta jaic gelmintov*. Moskva: VIGIS [In Russian].

21. Kotelnikov, G. A. (1974). *Diagnostika gelmintozov zhivotnyh*. Moskva: Kolos [In Russian].

22. Coles, G. C., Bauer, C., Borgsteede, F. H., Geerts, S., Klei, T. R., Taylor, M. A., & Waller, P. J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 44 (1-2), 35–44. doi: 10.1016/0304-4017(92)90141-u

23. Jacobs, D. E., Arakawa, A., Courtney, C. H., Gemmell, M. A., McCall, J. W., Myers, G. H., & Vanparijs, O. (1994). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics for dogs and cats. *Veterinary Parasitology*, 52 (3-4), 179–202. doi: 10.1016/0304-4017(94)90110-4
24. Wood, I. B., Amaral, N. K., Bairden, K., Duncan, J. L., Kassai, T., Malone, J. B., Jr, Pankavich, J. A., Reinecke, R. K., Slocombe, O., & Taylor, S. M. (1995). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology*, 58 (3), 181–213. doi: 10.1016/0304-4017(95)00806-2
25. Trach, V. N. (1992). Rekomendacii po primeneniju novogo metoda ucheta jaic gelmintov i cist prostejshih v fekalijah zhivotnyh. Kiev: Gosagroprom USSR [In Russian].

Стаття надійшла до редакції: 12.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Прийма О. Б. Діагностична ефективність удосконаленого способу лабораторної діагностики стронгілятозів органів травлення кіз. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 206–212.

© Прийма Оксана Богданівна, 2021



original article | UDC 636.2.082.35.09:615.326-026.741(477.53):616.34-022.7-084: 615.37
| doi: 10.31210/visnyk2021.02.27

POLTAVA BISCHOFITE SOLUTION APPLICATION FOR ENTEROINFECTIONS PREVENTION AND CALVES COLOSTRUM IMMUNITY FORMATION

O. B. Kyrychko^{1*}

B. P. Kyrychko¹

O. V. Titarenko¹

V. V. Sydorenko²

ORCID  [0000-0002-0769-0804](https://orcid.org/0000-0002-0769-0804)

ORCID  [0000-0003-1463-5501](https://orcid.org/0000-0003-1463-5501)

ORCID  [0000-0002-7370-8523](https://orcid.org/0000-0002-7370-8523)

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

² PE "Andriivka", village of Andriivka, Kehychiv district, Kharkiv region, 64031, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: kyrychko.elena@ukr.net

How to Cite

Kyrychko, O. B., Kyrychko, B. P., Titarenko, O. V., & Sydorenko, V. V. (2021). Poltava bischofite solution application for enteroinfections prevention and calves colostrum immunity formation. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 213–219. doi: 10.31210/visnyk2021.02.27

The epizootic situation on the farm with regard to calves' gastrointestinal tract diseases has been analyzed as well as the preventive measures have been developed. A complex approach including both general sanitary and specific measures to prevent calves enteroinfections has been used. Particular attention has been paid to the timely colostrum feeding with its preliminary quality evaluation, the creation of frozen colostrum bank and premises' disinfection. As a specific prophylaxis, ColiMax-RC complex vaccine has been used for animals' immunization against *Escherichia coli*, rotavirus and coronavirus infections. Poltava bischofite solution (PBS) has been used to stimulate the immune response when vaccinating cows and transmitting colostrum immunity to calves. The preparation was administered orally to the cows of the experimental group in the form of a 4 % solution in distilled water, in the amount of 2 l for 7 days before vaccination and 5 days before revaccination. In the blood of both animal groups, the number of leukocytes and the level of total serum protein increased, but the indicators were higher in the animals treated with PBS. In the blood of cows from the experimental group, as compared with control animals, the number of erythrocytes and hemoglobin significantly increased by 25.7 % ($p < 0.001$) and 15.8 % ($p < 0.01$) respectively. The oxidizing blood properties, the state of cows' energy metabolism and the level of milk productivity accordingly improved. It has been found that the specific weight of colostrum and immune globulins increased after PBS application. The colostrum specific weight of the experimental group cows counted 1.062 ± 0.004 g/cm, which corresponded to excellent quality with a high content of immune globulins and ensured rapid formation of passive immunity. The level of colostrum immune globulins was by 10.6 % higher in comparison with the colostrum of cows from the control group. The scheme of calves enteroinfections' prevention on the farm allowed to prevent the occurrence of diseases for 100 % of the animals from the experimental group. Calves whose mothers received PBS had a higher body weight and total serum protein as compared with the control group, which shows the level of colostrum immunity transmission.

Key words: enteroinfections, vaccination, cows, calves, colostrum immunity, Poltava bischofite solution.

ЗАСТОСУВАННЯ РОЗЧИНУ ПОЛТАВСЬКОГО БІШОФІТУ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ ЕНТЕРОІНФЕКЦІЙ ТА ФОРМУВАННЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ ТЕЛЯТ

О. Б. Киричко¹, Б. П. Киричко¹, О. В. Тімаренко¹, В. В. Сидоренко²

¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

² ПП «Андріївка» с. Андріївка, Кегичівський район, Харківська область, Україна

У роботі проаналізовано епізоотичну ситуацію в господарстві стосовно захворювань шлунково-кишкового тракту телят та розроблено профілактичні заходи. Для профілактики ентероінфекцій у телят застосовано комплексний підхід, який включає як загальносанітарні, так і специфічні засоби. Особлива увага при цьому приділялася своєчасному випоюванню молозива, з попереднім визначенням його якості, створення банку замороженого молозива, дезінфекції приміщення. Як специфічну профілактику використано комплексну вакцину КоліМакс-РК для імунізації тварин проти ешеріхіозу, рото- та коронавірусної інфекції. Для стимуляції імунної відповіді при щепленні корів та передачі колострального імунітету телятам був застосований розчин полтавського бішофіту (РПБ). Засіб задавали коровам дослідної групи всередину у вигляді 4 % розчину на дистильованій воді, у кількості 2 л протягом 7 днів перед вакцинацією та 5 діб перед ревакцинацією. У крові тварин обох груп збільшується кількість лейкоцитів та рівень загального білка сироватки крові, але показники вище у тварин, яким застосовували РПБ. У крові корів дослідної групи порівняно з контрольними тваринами достовірно збільшується кількість еритроцитів і гемоглобіну на 25,7 % ($p < 0,001$) та 15,8 % ($p < 0,01$) відповідно. Покращуються окисні властивості крові, стан енергетичного обміну корів, а відповідно і рівень молочної продуктивності. Виявлено, що після використання РПБ збільшується питома вага молозива та імуноглобулінів. Молозиво корів дослідної групи мало питому вагу $1,062 \pm 0,004$ г/см, що відповідає відмінній якості з високим вмістом імуноглобулінів і забезпечує швидке становлення пасивного імунітету. Рівень імуноглобулінів у ньому був вищим на 10,6 % порівняно з молозивом корів контрольної групи. Схема профілактики ентероінфекцій телят господарства дала змогу попередити виникнення захворювань у 100 % тварин дослідної групи. Телята, матерям яких застосовували РПБ, мали більшу масу тіла та загального білка сироватки крові порівняно з контрольною групою, що показує рівень передачі колострального імунітету.

Ключові слова: ентероінфекції, щеплення, корови, телята, колостральний імунітет, розчин полтавського бішофіту.

Вступ

Захворювання новонароджених телят на шлунково-кишкові інфекції були та залишаються однією з найбільш складних проблем тваринництва та ветеринарної медицини. Актуальність цього питання зумовлена їх широким розповсюдженням, високим рівнем захворювання та загибелі телят, що призводить до значних економічних збитків. Різноманіття факторів та їх поліетіологічність впливають на розвиток захворювання й ускладнюють його перебіг, а відповідно й розробку заходів щодо боротьби та профілактики [1–3].

Захворювання шлунково-кишкового тракту інфекційної етіології може бути спричинено багатьма патогенами: вірусами, бактеріями, хламідіями та іншими збудниками як окремо, так і, найчастіше, в різних асоціаціях [3]. В Україні найпоширеніші та епізоотично значущі – ротавіруси, коронавіруси, *E. coli*, сальмонели та криптоспоридії. Більшість дослідників вказують на те, що збудники функціонують в асоціаціях. Найпоширенішою з них є асоціація ешеріхії, рото- та коронавірусів [1–3].

Особливої уваги потребує імунний статус організму тварин. Несформованість імунної системи організму та адаптаційних процесів до умов існування ускладнюють лікування та відновлення організму і часто призводять до загибелі телят [4–13]. Власний синтез імунних білків формується протягом наступних 5–6 тижнів життя [3, 14]. Для захисту молодого організму в період дозрівання імунної системи йому потрібні материнські антитіла, які створюють основу пасивного (колострального) імунітету. До того ж відбувається засвоєння нативних імуноглобулінів молозива матері, які здатні проникати з кишечника у кров новонародженого організму без попереднього розщеплення [5, 14–16].

Відомий метод вакцинації глибокотільних корів для профілактики хвороб телят через молозиво [17]. Процес імунної відповіді та передача готових антитіл можна активізувати. Одним із засобів, що стимулює неспецифічні та специфічні фактори імунітету є розчин полтавського бішофіту [18, 19].

Актуальною є подальша розробка методів і способів профілактики на основі комплексного підходу до розв'язання спеціальних і організаційно-господарських питань. Зважаючи на це, *мета* наших досліджень полягає у розробці методу профілактики ентероінфекцій та формуванні колострального імунітету телят із застосуванням розчину полтавського бішофіту. Серед *завдань* досліджень: вивчення ситуації щодо шлунково-кишкових захворювань у телят у господарстві, визначення підходів для застосування профілактики ентероінфекцій телят, дослідження формування колострального імунітету в телят при вакцинації матерів на фоні застосування РПБ та ефективності запропонованого методу.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на молочно-товарній фермі ПП «Андріївка» Кегичівського району Харківської області впродовж 2017–2018 років. Вивчення епізоотичної стану господарства стосовно захворюваності новонароджених телят на шлунково-кишкові розлади відбувалося за звітною документацією.

Дослідження проводили на глибокотільних коровах господарства з подальшим спостереженням за новонародженими телятами.

За принципом аналогів було сформовано 2 групи клінічно здорових тільних корів чорно-рябої породи по 10 голів у кожній. Тваринам обох груп для специфічної профілактики ентероінфекцій у телят застосовували вакцину «КоліМакс-РК», що призначена для профілактичної імунізації клінічно здорової великої рогатої худоби проти ешерихіозу, ротавірусної та коронавірусної інфекцій. Вакцину вводили згідно з інструкцією внутрішньом'язево із зовнішньої поверхні стегна дворазово з інтервалом 3–4 тижні глибокотільним коровам у дозі 5 см³. Друге введення вакцини тільним коровам зроблено не пізніше, ніж за 3–4 тижні до очікуваного отелу [20].

Тваринам першої (дослідної) групи для стимуляції імунної відповіді та формування колострального імунітету був застосований розчин полтавського бішофіту (РПБ) – природний, екологічно чистий мінерал, якій містить комплекс мінеральних речовин. Більшу частину їх складає хлорид магнію [19]. РПБ вводили всередину у вигляді 4 % розчину мінімальної однократної дози з інтервалом 24 години протягом 7 діб перед вакцинацією та 5 діб перед ревакцинацією. РПБ розводили на основі дистильованої води в об'ємі 2 л, випоювання корів здійснювали за допомогою дренчера. Друга група корів була контрольною.

До початку застосування РПБ після вакцинації та ревакцинації відбирали кров у тварин для визначення гематологічних та біохімічних показників. А саме, кількості лейкоцитів, еритроцитів, гемоглобіну, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ), рівень загального білка в сироватці крові згідно із загальноприйнятими методиками [21].

Одразу після отелення досліджували проби молозива корів. Визначали відносну щільність молозива та кількість імуноглобулінів у сироватці молозива. Питому вагу молозива визначали за допомогою ареометра-колострометра. Для визначення вмісту імуноглобулінів у молозиві застосовували метод, запропонований В. Флінором і Г. Стоттом [7].

Новонароджених телят зважували і визначали вміст загального білка сироватки крові. Протягом усього часу досліді за тваринами було встановлено клінічне спостереження.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати клінічних та епізоотичних досліджень свідчать, що захворюваність телят на шлунково-кишкові розлади у господарстві сягає 41 %. За даними звітної документації господарства, у більшості випадків провідним етіологічним фактором патології шлунково-кишкового тракту телят є ешеріхії, рото- та коронавіруси та їхні асоціації, що підтверджується даними багатьох дослідників [1–3].

Для профілактики ентероінфекцій у телят застосовували комплексний підхід, який включає як загальносанітарні, так і специфічні засоби. Особлива увага приділялася своєчасному випоюванню молозива, з попереднім визначенням його якості, створення банку замороженого молозива, окрім того проводилася дезінфекція приміщення. Для специфічної профілактики використана комплексна вакцина «КоліМакс-РК» для імунізації тварин проти ешерихіозу, рото- та коронавірусної інфекції, згідно з інструкцією [20]. Щеплення корів є найбільш ефективним методом у профілактиці ентероінфекцій у телят та забезпечення повноцінного колострального імунітету [1–3]. Розробка пропонуваного методу заснована на стимуляції організму тільних корів.

Для корекції імунної відповіді при щепленні корів дослідної групи та передачі колострального імунітету телятам, застосований РПБ.

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Після проведення щеплення під час клінічних досліджень визначено задовільний стан організму корів дослідної та контрольної груп. При дослідженні корів до проведення профілактичного щеплення та використання РПБ визначено задовільний стан організму тварин дослідної та контрольної груп. Результати гематологічних досліджень наведені в таблиці.

Результати гематологічних досліджень, n=10 (M±m)

Показник	Групи тварин	
	дослідна	контрольна
До проведення вакцинації та застосування РПБ		
Еритроцити, Т/л	3,39±0,27	3,65±0,28
Лейкоцити, Г/л	7,50±0,53	7,30±1,28
Гемоглобін, г/л	80,60±5,35	79,40±3,21
ШОЕ, мм	1,20±0,11	1,00±0,21
Загальний білок крові, г/л	82,20±3,72	83,96±1,21
Після першої вакцинації		
Еритроцити, Т/л	4,17±0,11	4,03±0,06
Лейкоцити, Г/л	7,800±0,43	8,30±1,60
Гемоглобін, г/л	95,00±1,93*	87,40±1,93
ШОЕ, мм	0,80±0,21	0,90±0,11
Загальний білок крові, г/л	82,90±3,68	84,70±1,41
Після ревакцинації		
Еритроцити, Т/л	4,75±0,19***	3,78±0,21
Лейкоцити, Г/л	7,60±0,53	7,30±1,07
Гемоглобін, г/л	99,60±3,21**	86,00±1,93
ШОЕ, мм	0,90±1,07	0,80±0,21
Загальний білок крові, г/л	86,02±0,83	85,26±3,68

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ у порівняно із контрольною групою.

Як видно з таблиці 1, у крові тварин обох груп недостовірно, але збільшується кількість лейкоцитів та рівень загального білка сироватки крові, що свідчить про імуногенність вакцини. Після ревакцинації показники дещо вище у тварин, яким застосовували РПБ.

Ріст кількості лейкоцитів та білка при застосуванні РПБ збігається з дослідженнями інших авторів [3, 22, 23].

У результаті досліджень виявлено, що РПБ стимулює підвищення кількості еритроцитів та гемоглобіну. Порівняно з кількістю еритроцитів у крові тварин дослідної групи до його застосування достовірно збільшується на 40,1 % ($p < 0,01$), а з кров'ю корів контрольної групи різниця достовірна ($p < 0,001$) і складає 25,7%. Рівень гемоглобіну достовірно збільшується у крові корів дослідної групи порівняно з рівнем показника до застосування засобу на 23,6% ($p < 0,01$), а порівняно з показником крові тварин контрольної групи на 15,8 % ($p < 0,01$). Дані щодо підвищення рівня еритроцитів та гемоглобіну при застосуванні РПБ підтверджуються в наших дослідях й іншими авторами [18, 19].

Ріст рівня еритроцитів та гемоглобіну покращує стан енергетичного обміну тільних корів. За даними дослідників, рівень молочної продуктивності корів пов'язаний із окисними властивостями крові або прямо залежить від них [24].

Після пологів досліджували молозиво для визначення рівня передачі колострального імунітету.

Відносна щільність молозива, кількість імуноглобулінів (Ig) у його сироватці та кількість білка в сироватці крові телят розглядаються як показники передачі колострального імунітету [7, 25] і наведені на рисунку.

З'ясовано, що після використання РПБ збільшується питома вага молозива та імуноглобулінів у ньому.

Молозиво корів контрольної групи мало питому вагу $1,059 \pm 0,004$, що відповідає показнику доброї якості, а молозиво корів дослідної групи, яким задавали РПБ – $1,062 \pm 0,004$ г/см³ – відмінної якості. Згідно з даними інших авторів, випоювання телятам у першу годину після народження молозива зі щільністю не нижчі 1,060 г/см із високим вмістом імуноглобулінів забезпечує швидке становлення пасивного імунітету і збільшує збереження поголів'я на 12 % та сприяє збільшенню темпів росту на 37 % [7].

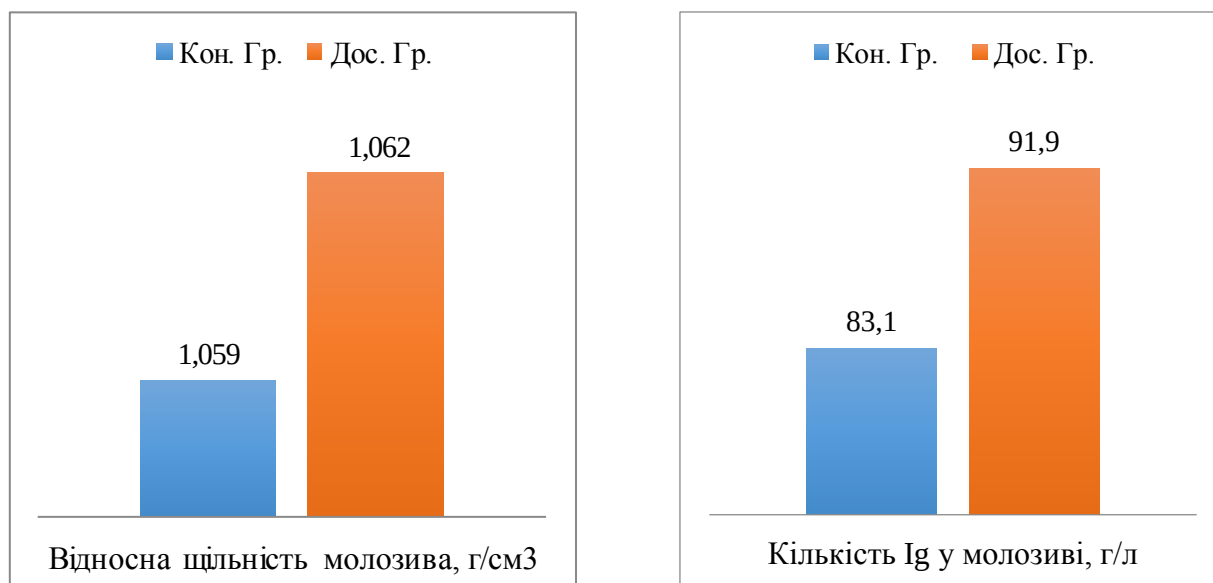


Рис. Показники передачі колострального імунітету

Значно більшим виявилася кількість імуноглобулінів у молозиві корів дослідної групи $91,90 \pm 12,59$ г/л порівняно з контрольною – $83,10 \pm 12,59$ г/л, різниця склала 10,6 %.

Рівень загального білка в сироватці крові телят, матерям яких застосовували РПБ була теж вищою, ніж у телят контрольної групи, $76,93 \pm 1,49$ г/л та $73,10 \pm 1,41$ г/л відповідно. Різниця склала 5,2 %.

Більшою була і маса тіла телят дослідної групи при народженні – $37,50 \pm 1,71$ кг, тоді як у контрольній групі – $35,40 \pm 3,85$ кг. Різниця складає 5,9 %.

Запропонована схема профілактики ентероінфекцій телят господарства дала змогу попередити виникнення захворювань у 100 % тварин дослідної групи на відміну від контрольної групи, де ефективність профілактичних заходів була 80 %.

Висновки

Захворюваність телят на шлунково-кишкову патологію у досліджуваному господарстві сягало 41%. У більшості випадках провідним етіологічним фактором виступають асоціації мікроорганізмів ешеріхії, рото- та коронавіруси. Застосування РПБ стимулює достовірне підвищення кількості еритроцитів на 25,7% ($p < 0,001$) та рівень гемоглобіну у крові на 15,1% ($p < 0,01$) порівняно з контролем, що покращує стан енергетичного обміну тільних корів. А також у них збільшувався рівень загального білка сироватки крові порівняно із контрольною групою, що свідчить про кращу імунну відповідь. Після використання РПБ збільшується питома вага молозива та імуноглобулінів у ньому на 10,6% порівняно з контролем. Телята, матерям яких застосовували РПБ, мали більшу масу тіла на 5,9% та загального білка сироватки крові на 5,2% порівняно з контрольною групою, що показує рівень передачі колострального імунітету. Схема профілактики ентероінфекцій телят господарства дала змогу запобігти виникненню захворювань у 100% тварин дослідної групи.

References

1. Bezditko, L. V. (2008). Vplyv zbudnykiv shlunkovo-kyshkovykh zakhvoriuvan na orhanizm teliat, otrymanykh vid rid-pozytyvnykh na leukoz koriv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii Imeni S. Z. Gzhytskoho*, 10 (3 (38)), 18–21 [In Ukrainian].
2. Korovaeva, I. V. (2002). Spetsyfichna profilaktyka kolibakteriozu ta rota-, koronavirusnykh infektsii novonarodzhenykh teliat. *Extended abstract of candidate's thesis*. Instytut esperimentalnoi i klinichnoi veterynarnoi medytsyny, Kharkiv [In Ukrainian].
3. Mahmudov, K. B. (2000). Antigennaya i immunogennaya aktivnost asociirovannoy vakcyny protiv rota -, koronavirusnykh enteritov i kolibakterioza telyat. *Candidate's thesis*. Tadzhikskij nauchovo-issledovatel'skij veterinarnij institut [In Russian].

4. Martyniuk, M. O., Holopura, S. I., Yakymchuk, O. M., Nemova, T. V., & Tsvilikhovskiy M. I. (2014). Riven kolostralnoho imunitetu i rozvytok rozladiv travlennia u novonarodzhenykh teliat. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 5, 21–23 [In Ukrainian].
5. Melnychuk, D. O., & Hryshchenko, V. A. (2015). Osoblyvosti formuvannia bilkovoho spektra plazmy krovi u ssavtsiv u period novonarodzhenosti. *Dopovidi Natsionalnoi Akademii Nauk Ukrainy*, 6, 154–159. [In Ukrainian].
6. Moseeva, A. I. (2016). Fiziologicheskoe sostoyanie i nespecificheskaya rezistentnost u telyat pri primenenii preparatov timogena, ronkolejkina i nukleinovykh kislot: *Candidate's thesis*. Kazanskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy medicyny imeni N. E. Baumana, Kazan [In Russian].
7. Malashko, V. V., & Kuznecov, N. A. (2010). *Molozivo. Immunoglobuliny moloziva. Kachestvo i normy skarmlivaniya moloziva novorozhdennym telyatam: nauchno-prakticheskie i metodicheskie rekomendacii dlya slushatelej FPK, studentov fakulteta veterinarnoy medicyny ochnoj i zaochnoj form obucheniya i NISPO*. Grodno [In Russian].
8. Atkinson, D. J., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2017). Benchmarking passive transfer of immunity and growth in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100 (5), 3773–3782. doi: 10.3168/jds.2016-11800
9. Conneely, M., Berry, D. P., Sayers, R., Murphy, J. P., Lorenz, I., Doherty, M. L., & Kennedy, E. (2013). Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows. *Animal*, 7 (11), 1824–1832. doi: 10.1017/s1751731113001444
10. Cuttance, E. L., Mason, W. A., Laven, R. A., Denholm, K. S., & Yang, D. (2018). Calf and colostrum management practices on New Zealand dairy farms and their associations with concentrations of total protein in calf serum. *New Zealand Veterinary Journal*, 66 (3), 126–131. doi: 10.1080/00480169.2018.1431159
11. Kruse, P. E. (1983). The importance of colostrum immunoglobulins and their absorption from the intestine of the newborn animals. *Annals of Veterinary Research*, 14 (4), 349–353.
12. Morin, D. E., Nelson, S. V., Reid, E. D., Nagy, D. W., Dahl, G. E., & Constable, P. D. (2010). Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 237 (4), 420–428. doi: 10.2460/javma.237.4.420
13. Isaev, V. V., Kosorlukova, Z. Ya., & Hrisanfova, T. D. (2005). Korrekciya immunodeficitov dlya profilaktiki zheludочно-kishechnykh boleznej novorozhdennykh telyat. *Veterinarnaya Patologiya*, 4, 113–116 [In Russian].
14. Hryshchenko, V. A. (2015). Zakonomirnosti formuvannia kolostralnoho imunitetu v teliat, prohnozuvannia imunodefitsytu. *Bioresursy i Pryrodokorystuvannia*, 3–4, 64–71 [In Ukrainian].
15. Hulianych, M. M., & Nedosiekov, V. V. (2017). Doslidzhennia kolostralnoho imunitetu u teliat pry zastosuvanni inaktyvovanoi vaktsyny proty infektsiinoho rynotrakheitu velykoi rohatoi khudoby. *Veterynarna Medytsyna*, 103, 332–334 [In Ukrainian].
16. Tsvilikhovskiy, M. I. (2014). Korektsiia vmistu zahalnoho bilka ta sechovyny v syrovatitsi novonarodzhenykh teliat u period formuvannia kolostralnoho imunitetu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 95–97 [In Ukrainian].
17. Lisicyn, V. V., Mishenko A. V., & Kononov A. V. (2006). Problemy kolostralnogo imunitetu u novorozhdennykh telyat. *Veterinarnaya Patologiya*, 4, 161–164 [In Russian].
18. Kulikov, V., Salomatin, V., & Varakin, A. (1999). Bishofit – kompleksnaya mineralnaya dobavka. *Kombikorma*, 4, 31–33 [In Russian].
19. Berdnyk, V. P., Aranchii, S. V., Kyrychko, B. P., Berdnyk, I. Iu., Kyrychko, O. B., Titarenko, O. V., Kit, A. A., Rakovska, Yu. O., & Pasynoha, O. O. (2012). *Metodychni rekomendatsii shchodo zastosuvannia poltavskoho bishofitu u veterynarnyi medytsyni ta tvarynyystvi*. Poltava, 21 [In Ukrainian].
20. Instruktsiia po zastosuvanni vaktsyny KoliMaksRK. Retrieved from: <https://zoovetpostavka.com.ua/p295591596-vaktsina-kolimaks-20doz.html> [In Ukrainian].
21. Levchenko, V. I., Sokoliuk, V. M., & Bezukh, V. M. (2002). *Doslidzhennia krovi tvaryn ta klinichna interpretatsiia otrymanykh rezultativ*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
22. Shlyahov, V. N. (1977). *Immunologiya, immunodiagnostika, immunoprofilaktika infektsionnykh boleznej*. Kishinev: Karta Moldovenyaska [In Russian].
23. Nikolskyi, V. V. (1974). *Infektsiia ta imunitet u silskohospodarskykh tvaryn*. Kiiv: Urozhai [In Ukrainian].

24. Tkach, Ye. F. (2013). Sklad krovi ta yoho zviazok iz molochnoiu produktyvnistiu koriv riznogo viku ta rivnia produktyvnosti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 85–89 [In Ukrainian].
25. Villarroel, A., Miller, T.B., Johnson, E.D., Noyes, K.R., & Ward, J.K. (2013). Factors affecting serum total protein and Immuno-globulin G concentration in replacement dairy calves. *Advances in Dairy Research*, 1, 106. doi: 10.4172/2329-888X.1000106

Стаття надійшла до редакції: 13.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Киричко О. Б., Киричко Б. П., Титаренко О. В., Сидоренко В. В. Застосування розчину Полтавського бішофіту для профілактики ентероінфекцій та формування колострального імунітету телят. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 213–219.

© Киричко Олена Борисівна, Киричко Борис Павлович, Титаренко Олена Вікторівна,
Сидоренко Віталій Володимирович, 2021



original article | UDC 636.592.09 (471.5):616.9-039:611.34 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.28

STRUCTURAL BIODIVERSITY OF TURKEY INTESTINES' PARASITOCENOSES IN THE EASTERN REGION OF UKRAINE

P. V. Liulin^{1*}

ORCID  [0000-0001-6718-958X](https://orcid.org/0000-0001-6718-958X)

M. V. Bogach²

ORCID  [0000-0002-2763-3663](https://orcid.org/0000-0002-2763-3663)

¹ Kharkiv State Zoo-Veterinary Academy, 1, Akademichna Str, 62341, township of Mala Danylivka, Kharkiv region, Ukraine

² Odesa Research Center, National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine" of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 2, Svobody Ave, 65037, Odesa, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: liulinpetr@gmail.com

How to Cite

Liulin, P. V., & Bogach, M. V. (2021). Structural biodiversity of turkey intestines' parasitocenoses in the Eastern region of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 220–228. doi: 10.31210/visnyk2021.02.28

Ecological and anthropogenic impacts together with changes in the forms of management, poultry concentrations lead to homeostatic disruption in the biotopes of parasitic systems, biodiversity of parasitic coenoses of the intestine. The aim of the research was to find out the peculiarities of spreading, structural biodiversity of parasitic coenoses' pathogens of turkeys' intestines in the Eastern region of Ukraine. According to the results of research, the structural biodiversity of parasitic coenoses of turkeys' intestines on poultry farms of the Eastern region of Ukraine was determined. 15 species of pathogens were identified, of which 8 species are representatives of protozoa: Apicomplexa, Zoomastophora types and 7 species of helminthes: 5 species of nematode class, 2 species of cestode class. The effect of raising technologies and keeping systems of turkeys on the general infestation, biodiversity of parasitocenoses, species indices (VIP, %) and correlations between the components of parasitocenoses have been established. According to the industrial technology of growing turkeys in cages, parasitocenosis was caused by 5 species of *Eimeria* spp. – VIP 100 %, the average EI made 28.78 %; when kept on a deep unchanged litter, the share of eimeriosis in the structure of parasitocenosis was VIP 87.8 %, ascariasis – 10.04 %, heterakidosis – 2.15 % of the total infestation (EI 42.76 %). According to the traditional extensive technology of growing turkeys using pastures and subsidiary farms, the total EI made 77.87 %, including mono-invasions – 48.2 %, two-, three-, four- and more component invasions, 25, 48 %; 3.64 %; 0.56 %, respectively. At turkeys' intestines parasitocenoses occurrence, a very high correlation was found between eimeriosis and trichomoniasis, between histomoniasis and ascariasis, heterakidosis, capillariasis and raietiosis, as well as between ascariasis and heterakidosis, capillaryosis and raietiosis (0.972–0.9, and very weak correlation between ascariasis, heterakidosis and raietiosis (0.023–0.193). In addition, there was a weak negative correlation between histomoniasis and trichomoniasis, trichomoniasis and ascariasis and heterakidosis (–0.132), indicating the presence of synergistic (high correlation) and competitive (weak and negative correlations) relationships between the components of intestinal parasitocenoses.

Key words: biodiversity, parasitocenosis, correlation, intestines, turkeys.

СТРУКТУРНА БІОРІЗНОМАНІТНІСТЬ ПАРАЗИТОЦЕНОЗІВ КИШКОВОГО КАНАЛУ ІНДИКІВ СХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

П. В. Люлін¹, М. В. Богач²

¹ Харківська державна зооветеринарна академія с.м.т. Мала Данилівка, Харківська область, Україна

² Одеський науково-дослідний центр, Національний науковий центр «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини» Національної академії аграрних наук України, м. Одеса, Україна

Екологічний та антропогенний вплив разом зі змінами форм господарювання, концентрація поголів'я птиці призводять до порушення гомеостазу в біотопах паразитарних систем, біорізноманітності паразитоценозів кишкового каналу. Метою досліджень було з'ясувати особливості поширення, структурну біорізноманітність збудників паразитоценозів кишкового каналу індиків Східного регіону України. За результатами досліджень визначено структурну біорізноманітність паразитоценозів кишкового каналу індиків у птахогосподарствах Східного регіону України. Виявлено 15 видів збудників, із них 8 видів – представники найпростіших типів Apicomplexa, Zoomastophora та 7 видів гельмінтів: 5 видів представників класу нематода, 2 види класу цестода. Встановлено вплив технологій вирощування і систем утримання індиків на загальну інвазованість, біорізноманітність паразитоценозів, визначені видові індекси (ВІП %) та кореляційні взаємозв'язки між компонентами паразитоценозів. За умови промислової технології вирощування індиків у клітках паразитоценоз формували 5 видів еймерій – ВІП – 100 %, середня ЕІ – 28,78 %; при утриманні на глибокій незмінній підстилці у структурі паразитоценозу частка еймеріозу становила ВІП – 87,8%, аскаридіозу – 10,04 %, гетеракозу – 2,15 % із загальної інвазованості – ЕІ 42,76 %. За умови традиційної екстенсивної технології вирощування індиків з використанням вигулів та випасів (фермерські підсобні господарства) загальна інвазованість індиків становила ЕІ – 77,87 %, зокрема моноінвазії – 48,2 %, дво- три- чотири- і більше компонентні інвазії відповідно 25,48 %; 3,64 %; 0,56 %. За формування паразитоценозів кишкового каналу індиків виявлено дуже високу кореляцію між еймеріозом і трихомонозом, між гістомонозом і аскаридіозом, гетеракозом, капіляріозом і райєтинозом, а також між аскаридіозом та гетеракозом, капіляріозом і райєтинозом (0,972–0,999) та дуже слабка кореляція між еймеріозом та гістомонозом, аскаридіозом, гетеракозом і райєтинозом (0,023–0,193). Крім того, має місце слабка від'ємна кореляція між гістомонозом та трихомонозом, трихомонозом та аскаридіозом і гетеракозом (-0,132), що свідчить про наявність сенергетичних (високий рівень кореляції) і конкурентних (слабка та від'ємна кореляція) взаємозв'язків між компонентами паразитоценозів кишкового каналу.

Ключові слова: біорізноманітність, паразитоценоз, кореляція, кишковий канал, індики.

Вступ

Постійна потреба людства у продовольчому забезпеченні спонукає до розвитку промислового птахівництва, а останнім часом збільшення частки фермерських і підсобних господарств. Концентрація поголів'я птиці на обмежених площах супроводжується додатковим біологічним навантаженням на екосистеми, призводить до змін у біотопах, паразитарних системах та паразитарному забрудненні навколишнього середовища [3, 5, 7, 11].

Біорізноманітність ендopаразитів птахів нараховує понад 150 видів, і вони є постійно існуючою ланкою біотичного ланцюга паразитарних систем у різних екосистемах, і навпаки, їх впливу на біорізноманітність збудників [1].

За даними літератури, інвазійні хвороби кишкового каналу останнім часом набули значного поширення, часто перебігають у змішаній, асоціативній, паразитоценотичній формах, завдаючи значних економічних збитків галузі [3–5, 7, 12, 15–18, 22].

Унаслідок розвитку кишкових інвазій птиця відстає в рості та розвитку, знижується її продуктивність. Окремі інвазії, особливо змішані та асоціативні, можуть спричинювати загибель до 80–90 % поголів'я індичат [13]. У перехворілої на ендopаразитози птиці значно знижується продуктивність: пізніше (на 30 діб і більше) починається яйцекладка, знижується (понад у 1,5 рази) яйценосність, зменшуються (на 25–30 %) прирости [4, 15].

Проте питання формування паразитоценозів кишкового каналу, взаємозв'язків та взаємодії між його співчленами – представниками найпростіших, гельмінтів чи подвійного їх поєднання залишаються недостатньо дослідженими.

Мета роботи: з'ясувати поширення, видовий склад (біорізноманітність) збудників паразитоценозів кишкового каналу індиків східного регіону України.

Завдання досліджень: визначити видову належність збудників компонентів паразитоценозів кишкового каналу індиків та їхні кореляційні взаємозв'язки.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження індиків проводили в господарствах східного регіону України з інтенсивною промисловою (птахофабрики), екстенсивною (фермерські, підсобні господарства) технологіями утримання і вирощування птиці та в лабораторії кафедри паразитології Харківської державної зооветеринарної академії впродовж 2018–2021 років.

Під час роботи користувались епізоотологічними, клініко-паразитологічними, копроскопічними, математико-статистичними методами досліджень.

Матеріал для досліджень – фекалії відбирали методом випадкової вибірки з підлоги безпосередньо після дефекації та індивідуально з клоаки. Досліджували копроскопічними методами нативного мазка, висячої та роздавленої краплі, стандартизованим методом Фюллеборна [14]. Основними показниками при цьому були екстенсивність інвазії (EI %), індекс зараженості (ІЗ), видовий індекс паразитоценозу (ВІП %) [19], індекс зараженості ІЗ визначали за формулою:

$$ІЗ = EI / n,$$

Де: ІЗ – індекс зараженості;

EI – екстенсивність інвазії;

n – к-ть видів збудників.

Видовий індекс паразитоценозу ВІП % розраховували за формулою:

$$ВІП \% = \frac{ІЗ_{вид}}{\sum ІЗ_{1-n}} \times 100\%$$

Де, ВІП % – видовий індекс паразитоценозу;

ІЗ_{1-n} – сума індексів зараження компонентів паразитоценозу;

ІЗ_{вид} – індекс зараження окремого виду.

Видову належність збудників визначали за результатами досліджень морфології овоскопічних елементів при малому збільшенні (× 80; × 100) мікроскопу та за допомогою спеціальних атласів диференціальної діагностики та визначників [9, 10, 21].

Посмертно проводили гельмінтологічні розтини за методом К. І. Скрябіна (1928) [24]. Зібраних гельмінтів: нематод консервували у рідині Барбагало, а цестод – у 70° етиловому спирті. Визначення видів гельмінтів здійснювали за морфологічною будовою нематод після просвітлення в молочній кислоті з гліцерином, а цестод після фарбування молочно-кислим карміном. Диференціацію онкосфер цестод (райстин, давеній) проводили відповідно до методики (патент на корисну модель 78451) [6].

Статистичну обробку (кореляційний, двофакторний аналіз) проводили у програмному забезпеченні MS Excel [2].

Результати досліджень та їх обговорення

У наших дослідженнях птахогосподарств з вирощування індиків східного регіону України незалежно від форм господарювання об'єднані за технологічним, територіальним та природно-екологічним принципом.

Аналіз результатів отриманих і статистично опрацьованих матеріалів копроскопічних досліджень показав, що у птахогосподарствах за інтенсивної промислової (у клітках, на глибокій незмінній підстилці) та екстенсивної (з використанням вигулів та пасовищ) технологій в антропогенно трансформованих екосистемах інвазійні хвороби кишкового каналу індиків мають значне поширення, про що свідчать й інші дослідники [15, 18, 23, 24].

Біорізноманітність збудників інвазій кишкового каналу індиків представлена найпростішими типами Apicomplexa, Zoomastigophora, гельмінтами класів Cestoda Secernentea та Adenophorea У птахогосподарствах східного регіону України виявлено 8 видів найпростіших; 7 видів гельмінтів, зокрема 5 видів нематод, 2 види цестод, а саме:

1. *Eimeria meleagridis* (Tyzzer, 1927)

2. *Eimeria adenoides* (Moore et Brown, 1951)

3. *Eimeria gallopavonis* (Hawkins, 1950)
4. *Eimeria meleagridis* (Tyzzer, 1929)
5. *Eimeria innocua* (Moore et Brown, 1952)
6. *Isospora heissini* (Svanbaev, 1955)
7. *Histomonos meleagridis* (Tyzzer, 1919)
8. *Trichomonos gallinae* (Rivolta, 1878)
9. *Ascaridia dissimilis* (Vigueras, 1931)
10. *Ascaridia galli* (Schrunk, 1788)
11. *Heterakis gallinarum* (Schrunk, 1788)
12. *Capillaria obsignata* (Madsen, 1945)
13. *Aonchotheca caudinflata* [= *Capillaria caudinflata*] (Molin, 1858)
14. *Railletina tetragona* (Molin, 1858)
15. *Railletina echinobotrida* (Molin, 1858)

Результати копроскопічних досліджень поголів'я індиків за інтенсивної промислової технології вирощування та утримання (ПП «Агроімпекс» с. Бірки Харківської області) у клітках та на глибокій незмінній підстилці представлені в таблиці 1.

1. Поширення ендопаразитів кишкового каналу в індиків за умови промислової технології

Хвороби	Досліджено (гол.)	Інвазовано (гол.)	ЕІ %	П в 1 г фек.	ІЗ	ВІП
у клітках						
Еймеріоз	792	228	28,78	253,81 ± 10,8	28,78	100%
на підлозі						
Еймеріоз	1120	479	42,76	1618,4 ± 84,3	14,25	87,8
Аскаридіоз	1120	55	4,91	13-91,5±4,3	1,63	10,04
Гетеракоз	1120	12	1,07	13-65,4±3,7	0,35	2,15
із них моноінвазії						
Еймеріоз	1120	423	37,76	87,94±4,8	12,58	88,21%
Аскаридіоз	1120	2	0,17	8,41±0,2	0,05	0,35
Гетеракоз	1120	—	—	—	—	—
в т.ч. асоціативні						
Е+А	1120	44	3,92	21,2-2,14±0,3	1,3	9,11
Е+Г	1120	3	0,26	17,6-0,62±1,2	0,08	0,56
А+Г	1120	4	0,35	1,9-0,83±0,3	0,11	0,77
Е+А+Г	1120	5	0,44	14,5 - 1,03±0,2	0,14	0,98

Примітки: Е – еймеріоз, А – аскаридіоз, Г – гетеракоз; ЕІ – екстенсивність інвазії; ІЗ – індекс зараженості; ВІП – видовий індекс паразитоценозу

За умови промислової технології утримання і вирощування індиків у клітках паразитоценоз кишкового каналу формували еймерії, на що вказують і інші автори [15, 16]. Середня екстенсивність інвазії та індекс зараженості (ІЗ) склали 28,78 %, видовий індекс паразитоценозу (ВІП) – 100 %. Біорізноманітність еймерій представлена 5 видами (*E. meleagridis*, *E. adenoides*, *E. gallopavonis*, *E. meleagrimitis*, *E. innocua*).

За умови промислової технології вирощування, на глибокій незмінній підстилці, загальна інвазованість поголів'я індиків у середньому становила 42,94 %. При цьому інвазованість еймеріями ЕІ складала 42,76 %, аскаридіями – 4,91 %, гетеракісами – 1,07 %. У паразитоценозі кишкового каналу частка еймерій (ВІП) – 87,8 %; аскаридій – 10,04 %, гетераків – 2,15 %.

Як моноінвазія – еймеріоз реєстрували серед 37,76 % поголів'я індиків, що від загальної кількості інвазованого поголів'я становить 87,94 %, що підтверджується також даними дослідників [3, 5, 11, 18, 22, 25].

Однак у разі виникнення паразитоценозів кишкового каналу індиків формувались частіше двокомпонентні еймеріозно-гельмінтозні та гельмінтозні – аскаридіозно-гетеракозні інвазії, що від кількості інвазованих індиків складало 10,59 % та трикомпонентні – 1,03 %.

В антропогенно трансформованих, але більш наближених до природних екосистем у фермерських та підсобних господарствах з екстенсивною технологією вирощування та традиційною системою ут-

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

римання індиків з використанням вигулів та пасовищ сформувались паразитоценози кишкового каналу компонентами якого були: представники роду *Eimeria* (5 видів), ізоспор (*Isospora heissini*), зоомастигофор гістомонади (*Histomona meleagridis*), трихомонади (*Trichomona gallinae*) та гельмінти – нематоди (*Ascaridia disimilis*, *Ascaridia galli*) гетеракиси (*Heterakis gallinarum*), капілярії (*Capillaria spp*) і цестооди (*Railletina spp*), що склало відповідно 32,73 %; 4,64 % та 0,7 % від кількості інвазованих птахів.

Результати статистичної обробки та проведеного кореляційного аналізу між загальною інвазованістю, моно- та асоціативними (паразитоценозами) інвазіями представлено в таблиці 2.

2. Поширення ендопорозів індиків у фермерських та підсобних господарствах Харківської області

Хвороби	Досліджено (гол.)	Інвазовано (гол.)	ЕІ %	П в 1 г фек.	ІЗ	ВІП %
Еймеріоз	357	219	61,34	15696±112,6	8,76	54,4
Гістомоноз	357	21	5,88	39,24-65,4±11,2	0,84	5,2
Трихомоноз	357	18	5,04	26,16-52,32±4,8	0,72	4,4
Аскаридіоз	357	41	11,48	26,16-104,64±17,6	1,64	10,19
Гетеракоз	357	34	9,52	13-78,5±3,4	1,36	8,45
Капіляріоз	357	56	15,68	26,16-104,64±12,2	2,24	13,9
Райєтиноз	357	13	3,64	2-3 чл.	0,52	3,2
Моноінвазії						
Еймеріоз	357	144	40,36	15696±112,6	5,76	51,8
Гістомоноз	357	—	—	—	—	—
Трихомоноз	357	13	3,64	26,16-52,32±4,8	0,52	4,68
Аскаридіоз	357	—	—	—	—	—
Гетеракоз	357	2	0,56	13-78,5±3,4	0,08	0,72
Капіляріоз	357	11	3,08	26,16-104,64±12,2	0,44	3,96
Райєтиноз	357	2	0,56	2-3 чл.	0,08	0,72
Асоціативні						
Е + Г	357	9	2,52	—	0,36	3,24
Е + Т	357	5	1,4	—	0,2	1,80
Е + А	357	7	1,96	—	0,28	2,52
Е + К	357	13	3,64	—	0,52	4,68
Е + Гет.	357	16	4,48	—	0,64	5,76
Е + Р	357	10	2,8	—	0,4	3,60
Г + Гет.	357	12	3,36	—	0,48	4,32
А + Гет.	357	1	0,28	—	0,04	0,36
А + К	357	18	5,04	—	0,72	6,48
Е + А + Гет.	357	1	0,28	—	0,04	0,36
Е + А + К	357	12	3,36	—	0,48	4,32
Е + А + Гет. + К	357	1	0,28	—	0,04	0,36
Е + А + Гет. + К + Р.	357	1	0,2	—	0,04	0,36
Всього	357	278	77,87			

Примітки: Е – еймеріоз, Г – гістомоноз, Т – трихомоноз, А – аскаридіоз, Гет. – гетеракоз, К – капіляріоз, Р – райєтиноз; ЕІ – екстенсивність інвазії, ІЗ – індекс зараженості, ВІП – видовий індекс паразитоценозу

Серед протозоозів найпоширенішим виявився еймеріоз з ЕІ – 61,34 %, на значне поширення якого вказують також [1, 4, 8, 15, 17, 18]. Гістомоноз та трихомоноз були менш поширеними – з екстенсивністю інвазії 5,88 % та 5,04 % відповідно. Ураженість гельмінтозами: аскаридіозом, гетеракозом,

капіляріозом, райєтинозом сягала відповідно 11,48 %; 9,52 %; 15,68 %; 3,64 %, про що також відзначають дослідники [12, 13, 15, 18]. Частка збудників у паразитоценозі кишкового каналу ВІП – 54,4 % належала еймеріозу, 13,9 % – капіляріозу; 10,19 % – аскаридозу; 8,45 % – гетеракозу. Гістомоноз, трихомоноз та райєтиноз відповідно 5,2 %; 4,4 %; 3,2 %.

Моноінвазії реєстрували серед 48,2 % поголів'я індиків або 67,23 % від загальної кількості інвазованих птахів. Кількість асоціативних двокомпонентних інвазій становила 25,48 %; трикомпонентних – 3,64 %, чотири- і більше – 0,56 %, що склало відповідно 32,73 %; 4,64 % та 0,7 % від кількості інвазованих птахів.

Наведені вище дані щодо інвазованості поголів'я індиків фермерських та підсобних господарств представлені на рис. 1.

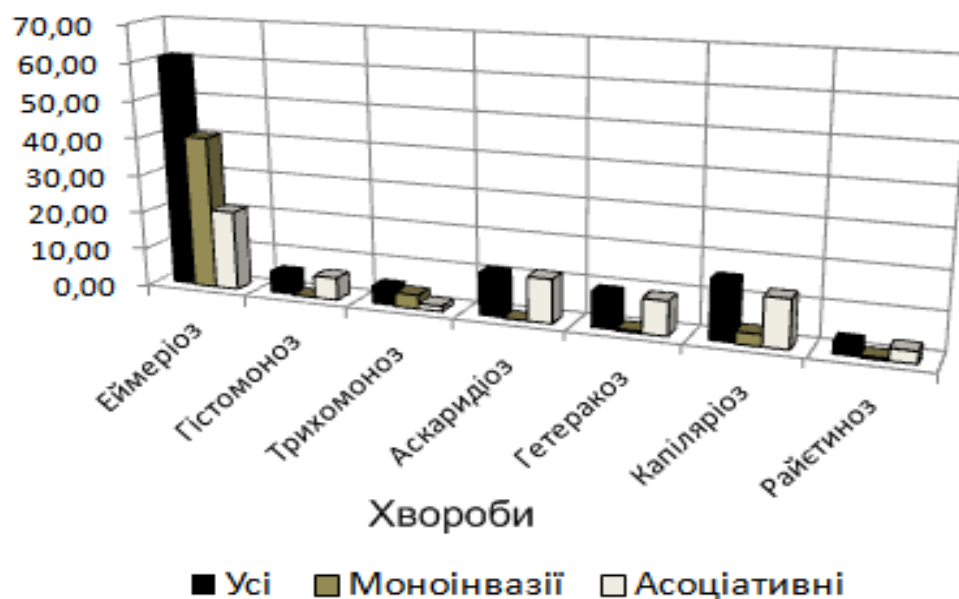


Рис. 1 Поширення ендопаразитозів індиків у фермерських та підсобних господарствах, %

Примітка: Усі – загальна інвазованість

Результати статистичної обробки та проведеного кореляційного аналізу між загальною інвазованістю, моно- та асоціативними інвазіями представлені в табл. 3.

3. Кореляційна матриця між загальною інвазованістю, моно- та асоціативними інвазіями

Показники	Загальна інвазованість	Моноінвазії	Асоціативні
Загальна інвазованість	1		
Моноінвазії	0,059	1	
Асоціативні	0,990	0,079	1

Ця кореляційна матриця свідчить про те, що кореляція між загальною інвазованістю (кількістю хвороб) і моноінвазійними проявами (захворюваннями) дуже слабка (0,059), але з асоціативними проявами захворюваннями кореляція дуже висока (0,990). Між загальною інвазованістю та асоціативними захворюваннями виявлена також дуже слабка кореляція (0,079). Дані статистичної обробки кореляційного аналізу між ендопаразитами і їх проявами – моноінвазійним та асоціативним, а також двофакторного дисперсійного аналізу представлені відповідно в табл. 4 й 5.

Дані кореляційної матриці свідчать про те, що кореляція між проявами еймеріозу і трихомонозу в усіх проявах дуже висока (0,988); також дуже висока кореляція між гістомонозом та аскаридіозом (0,999), гетеракозом (0,998), капіляріозом (0,972) і райєтинозом (0,985). Висока кореляція між аскаридіозом та гетеракозом (0,998), капіляріозом (0,972) і райєтинозом (0,985), між гетеракозом та капіляріозом (0,984) і райєтинозом (0,993). Дуже висока кореляція існує також між капіляріозом і райєтинозом (0,998). Проте виявляється дуже слабка кореляція між еймеріозом та гістомонозом (0,023), аскаридіозом (0,023), гетеракозом (0,079) і райєтинозом (0,193).

**4. Кореляційна матриця між компонентами паразитоценозу
(загальна інвазованість, моноінвазії, асоціативні)**

Ендопаразитози	Еймеріоз	Гістомоноз	Трихомоноз	Аскаридіоз	Гетеракоз	Капіляріоз	Райєтиноз
Еймеріоз	1						
Гістомоноз	0,023	1					
Трихомоноз	0,988	-0,132	1				
Аскаридіоз	0,023	0,999	-0,132	1			
Гетеракоз	0,079	0,998	-0,077	0,998	1		
Капіляріоз	0,257	0,972	0,104	0,972	0,984	1	
Райєтиноз	0,193	0,985	0,039	0,985	0,993	0,998	1

Слабка від'ємна кореляція має місце між гістомонозом та трихомонозом (-0,132), а також між трихомонозом та аскаридіозом (-0,132) і гетеракозом (-0,077); є дуже слабка кореляція між трихомонозом та капіляріозом (0,104) і райєтинозом (0,039). Для розуміння цілісного системного значення факторів впливу на паразитоценоз, характер біоценотичних взаємозв'язків і принципів взаємодії з різними компонентами екосистеми, а саме, впливу на паразитоценоз окремих компонентів інвазій та інших випадкових факторів застосовано двофакторний дисперсійний аналіз, результати якого статистично опрацьовані і наведені в таблиці 5.

5. Результати застосування двофакторного дисперсійного аналізу

Дисперсійний аналіз						
Джерело варіації	SS	df	MS	F фактичне	p -значення	F критичне
Окремі хвороби	3324,662	6	554,1103	8,817129	0,000793	2,99612
Прояви хвороб	320,4675	2	160,2337	2,549675	0,119456	3,885294
Випадкові фактори	754,1371	12	62,84476			
Разом:	4399,266	20				
<i>Вплив на захворюваність, %</i>						
Окремі хвороби	75,57					
Прояви хвороб	7,28					
Випадкові фактори	17,14					
Разом:	100,00					

За даними таблиці 5 за наявності паразитоценозів кишкового каналу індиків практично 75,57 % захворюваності птиці обумовлено хворобами, спричиненими конкретними збудниками ($p < 0,0008$); а 7,28 % – проявами хвороб, обумовленими асоціативним, паразитоценотичним перебігом або загальною інвазованістю ($p < 0,1195$); 17,14 % припадає на різноманітний вплив випадкових факторів; p – рівень достовірності.

Отже, дослідження кореляційних залежностей між збудниками в паразитоценозі кишкового каналу індиків свідчить про високу залежність між загальною інвазованістю та асоціативними проявами хвороб. До того ж між окремими збудниками існує висока та слабка і від'ємна кореляція, що свідчить про наявність симбіотичних і конкурентних взаємовідносин між окремими збудниками паразитоценозу, про що свідчать деякі автори [1, 20].

Висновки

1. Структурна біорізноманітність паразитоценозів кишкового каналу індиків залежить від технологій і систем утримання птиці.

2. Встановлена дуже висока кореляція між еймеріозом і трихомонозом та гельмінтозами (0,972–0,999), слабка кореляція між еймеріозом і гістомонозом (0,023) і слабка від’ємна – між гістомонозом і трихомонозом та гельмінтозами (-0,132).

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні симбіотичних і конкурентних взаємовідносин між компонентами паразитоценозів.

References

1. Ataev, A. M., Zubairova, M. M., Karsakov, N. T., Gazimagomedov, M. G., & Kochkarev, A. B. (2016). Environmental impacts on the biodiversity and population structure of the helminthes of domestic ruminants in the southeast of the North Caucasus. *South of Russia: Ecology, Development*, 11 (2), 84–94. doi: 10.18470/1992-1098-2016-2-84-94 [In Russian].
2. Baranovskiy, D. I., Getmanets, O. M., & Hohlov, A. M. (2017) *Biometria v programnomy seredovuchi MS Excel*. Kharkiv SPD [In Ukrainian].
3. Bogach, M. V., & Taranenko, I. L. (2003). Parazytarni khvoroby indykiv fermerskykh i prysadybnykh hospodarstv pivdnia Ukrainy. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria*, 21, 311–317. [In Ukrainian].
4. Bogach, M. V., Berezovsky, A. V., & Taranenko, I. L. (2007). *Invaziyni hvorobi sviyskoiy ptitsi : navchalniy posibnik*. Kyiv: Vetinform [In Ukrainian].
5. Bogach, M. V., Sklyaruk, V. G., Manko, O. G., & Danileyko, Yu. M. (2013). *Ekolohiia parazytarnykh khvorob domashnoi ptitsi : navchalnyi. Posibnyk*. Odesa: Osvita Ukrainy [In Ukrainian].
6. Bogach, M. V., Stegnyy, B. T., Stepanova, N. O., & Shaidyuk, I. V. (2012). *Patent Ukrainy № 78451*. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [In Ukrainian].
7. Bohach, M. V. (2004). Zalezhnist pokaznyka ekstensyvnosti invaziynykh zakhvoriuvan kyshkovoho traktu indykiv vid viku ptitsi. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 84, 104–106. [In Ukrainian].
8. Chapman, H. D. (2008). Coccidiosis in the turkey. *Avian Pathol.*, 37, 205–223 doi: 10.1080/03079450802050689
9. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A., & Hrenov, V. M. (2001). *Differencial'naya diagnostika gel'mintozov po morfologicheskoy strukture yaic i lichinok vzbuditelej*. Moskva: Kolos [In Russian].
10. Dakhno, I. S., Berezovsky, A. V., Halat, V. F., Aranchii, S. V., Yevstafieva, V. O., Dakhno, H. P., & Prykhodko, Yu. O. (2001). *Atlas helmintiv tvaryn*. Kyiv: Vetinform [In Ukrainian].
11. El-Dakhly, K. M., El-Seify, M. A., Mohammed, E. S., Elshahawy, I. S., Fawzy, S. A., & Omar, M. A. (2019). Prevalence and distribution pattern of intestinal helminths in chicken and pigeons in Aswan, Upper Egypt. *Tropical Animal Health and Production*, 51 (3), 713–718. doi:10. 1007/s11250-018-1725-1
12. Ferdushy, T., Nejsun, P., Roepstorff, A., Thamsborg, S. M., & Kyvsgaard, N. C. (2012). Ascaridia galli in chickens: intestinal localization and comparison of methods to isolate the larvae within the first week of infection. *Parasitology Research*, 111 (6), 2273–279. doi: 10.1007/s00436-012-3079-3
13. Korolenko, L. S., Veselyi, V. A., & Kovalenko, I. I. (2012). Eimerioz sviyskoi ptici v hospodarstvakh centralnykh oblastey Ukrainy, zachodu borotbu i profilaktiki. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 4, 212722. [In Ukrainian].
14. Kotelnikov, G. A. (1991). *Gel'mintologicheskie issledovaniya okruzhayushchej sredy*. Moskva: Rosagropromizdat [In Russian].
15. Liulin, P. V. (2003). Deiaki pytannia epizootolohii eimeriozno-nematodoznykh invazii shlunkovo-kyshkovoho traktu kurei ta indykiv. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 81, 202–204. [In Ukrainian].
16. Liulin, P. V., Fedorova, O. V., Prykhodko, Yu. O., Nikiforova, O. V., & Mazanyy, O. V. (2019). Tsetodozy kurei v umovakh osobystykh selianskykh hospodarstv pivdenno-skhidnoho rehionu Ukrainy. *Veterynariia, Tekhnolohii Tvarynystva Ta Pryrodokorystuvannia*, 4, 11027113, doi: 10.31890/vtpp.2019.04.21 [In Ukrainian].
17. Long, P. L., & Millard, B. J. (1977). Coccidiosis in turkeys: evaluation of infection by the examination of turkey broiler house litter for oocysts. *Avian Pathology*, 6, 22727233. doi: 10.1080/03079457708418230
18. Marshalkina, T. V., Zaikina, H. V., & Kovalenko, I. I. (2010). Monitorynh invaziynykh khvorob sviyskoi ptitsi v hospodarstvakh Stepovoi zony Ukrainy. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 93, 271–275. [In Ukrainian].

19. Nakonechniy, I. V. (2010). Strukturno-funkcionalna organisathia parazitocenotuchnich ugrupuvan ecosystem Pivdenного Pruchornomoria. *Doctor's thesis*. Ukrainskyi institut agroecologyi, Kyiv. [In Ukrainian].
20. Park, S. I., & Shin, S. S. (2010). Concurrent Capillaria and Heterakis infections in zoo rock partridges, *Alectoris graeca*. *Korean Journal of Parasitology*, 48 (3), 253–257. doi: 10.3347/kjp.2010.48.3.253
21. Pellérdy, L. P. (1974). *Coccidia and coccidiosis*. Berlin: Verlag Paul Parey and Akademiai Kiado.
22. Ryzhikov, K. M., & Chertkova, A. N. (1968). *Opredelitel' gel'mintov*. Moskva [In Russian].
23. Sharma, N., Hunt, P. W., Hine, B. C., & Ruhnke, I. (2019). The impacts of *Ascaridia galli* on performance, health, and immune responses of laying hens: new insights into an old problem. *Poultry Science*, 98 (12), 6517–6526. doi: 10.3382/ps/pez422
24. Skrzabin, K. I. (1928). *Metod polnyh gel'mintologicheskikh vskrytij pozvonochnyh, vkluchajaja cheloveka*. Moskva : MGU [In Russian].
25. Vertiichuk, A. I. (2008). Shliakhy podalshoho rozvytku ptakhivnytstva v Ukraini. *Efektivne Ptakhivnytstvo*, 11 (47), 3–5. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 16.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Люлін П. В., Богач М. В. Структурна біорізноманітність паразитоценозів кишкового каналу індиків Східного регіону України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 220–228.

© Люлін Петро Володимирович, Богач Микола Володимирович, 2021



original article | UDC 636.7/8:616-092.9:616.2 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.29

USE OF ULTRASOUND EXAMINATION AS A METHOD OF DIAGNOSING
URINARY BLADDER PATHOLOGIES OF SMALL ANIMALS

S. M. Kulynych

I. S. Dehnych

T. V. Zvenihorodska

ORCID  [0000-0003-1660-643X](https://orcid.org/0000-0003-1660-643X)ORCID  [0000-0001-5687-3765](https://orcid.org/0000-0001-5687-3765)ORCID  [0000-0002-4186-5700](https://orcid.org/0000-0002-4186-5700)

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

E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua,

*Corresponding author

E-mail: tami777@ukr.net

How to Cite

Kulynych, S. M., Dehnych, I. S., & Zvenihorodska, T. V. (2021). Use of ultrasound examination as a method of diagnosing urinary bladder pathologies of small animals. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 229–235. doi: 10.31210/visnyk2021.02.29

Ultrasound diagnostics in veterinary medicine has become widespread in Ukraine in the recent decade. More and more often the owners of veterinary clinics for small animals install ultrasound equipment, not always realizing the possibilities of ultrasonography in diagnosing and the necessity to possess certain skills and abilities of the staff to operate it. That is why the purpose of our study was to find out which of the urinary bladder pathologies are most often detected by ultrasound examination and what place they occupy among the pathologies of the urinary system, as well as to determine how ultrasonographic changes in the urinary bladder correspond to physical and chemical examination of urine at diagnostics. The tests were conducted on 30 dogs and 62 cats aged from 1 to 15 years old, having the following clinical features: pain at palpation in the urinary bladder area, hematuria, and dysuria. We used ultrasound equipment: Aloka 31 F (Japan) and Esaote mylab one (Italy), Micro-convex SC3123 and linear UST-5512U transducers with 5-7.5 MHz frequency. Cystitis and urolithiasis were revealed as the most common pathologies during ultrasonographic examination of the urinary bladder in dogs and cats. Cystitis in most cases was manifested by hyper-echogenicity of the urinary bladder walls and their thickening. In 60 % of cats having the urinary bladder wall thickening, a slight thickening was observed, while in 40 % of cats the thickening was significant (up to 3.7 mm at a rate of up to 1.7 mm). In all dogs with the urinary bladder wall thickening, the thickening was significant (3.4 ± 0.4 mm). Urolithiasis manifested itself in the form of hyper-echogenic opalescent suspension in the lumen of the urinary bladder or hyper-echogenic calculi that made a clear echo-acoustic shadow. Ultrasonographic changes were confirmed by laboratory testing. At animal cystitis, changes of color, smell, pH of urine, proteinuria, leukocyturia, hematuria, bilirubinuria were registered. Urine sediment study showed that urates were detected in 54.4 % of cats with ultrasonographic signs of urolithiasis and struvites were detected in 63.6 % of dogs.

Key words: ultrasonography, urinary bladder, dogs, cats, urolithiasis, cystitis.

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ ПАТОЛОГІЙ СЕЧОВОГО МІХУРА У ДРІБНИХ ТВАРИН

С. М. Кулинич, І. С. Дехнич, Т. В. Звенігородська

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В Україні ультразвукова діагностика у ветеринарній медицині набула широкого значення в останнє десятиліття. Все частіше власники ветеринарних клінік для дрібних тварин оснащують їх ультразвуковими апаратами, не завжди розуміючи можливості ультрасонографії в постановці діагнозу та необхідність певних умінь і навичок працівників для роботи з ультрасонографічним зображенням. Саме тому метою нашого дослідження було з'ясувати, які з патологій сечового міхура найчастіше реєструються при ультразвуковому дослідженні та яке місце вони займають серед патологій сечовидільної системи, а також визначити як ультрасонографічні зміни сечового міхура відповідають фізико-хімічному дослідженню сечі при постановці діагнозу. Для розв'язання завдань було відібрано 30 собак та 62 коти віком від 1 року до 15 років, у яких спостерігали такі клінічні ознаки: болючість при пальпації в області сечового міхура, гематурію, дизурію. Було виявлено, що найпоширенішими патологіями, що виявляються при ультрасонографічному дослідженні сечового міхура у собак та котів є цистит та уролітіаз. Цистит часто проявлявся гіперехогенністю стінок сечового міхура та їх потовищенням. У 60 % котів із потовищенням стінки сечового міхура було відмічено незначне потовищення, у 40 % котів потовищення було значне (до 3,7 мм при нормі до 1,7 мм). У всіх собак із потовищенням стінки сечового міхура потовищення було значне (3,4±0,4 мм). Уролітіаз проявлявся у вигляді гіперехогенного опалесцюючого завису у просвіті сечового міхура або гіперехогенних конкрементів, що давали чітку ехоакустичну тінь. Ультрасонографічні зміни були підтверджені лабораторно. При циститі у тварин відмічали зміну кольору, запаху, рН сечі, протеїнурію, лейкоцитурію, гематурію, білірубінурію. Дослідження осаду сечі показало, що у 54,4 % котів з ультрасонографічними ознаками уролітіазу були виявлені урати та в 63,6 % собак виявляли струвiti.

Ключові слова: ультрасонографія, сечовий міхур, собаки, коти

Вступ

У ветеринарній медицині дрібних домашніх тварин велике значення має діагностика, оскільки від правильності діагнозу залежить ефективність подальшого лікування. Для того щоб з максимальною точністю визначити хворий орган, виявити особливості патології і запобігти можливим ускладненням, застосовується методика ультразвукового дослідження для дрібних домашніх тварин [9, 18]. Перше повідомлення про використання ультразвуку як методу ветеринарної діагностики було 1966 року, де він був використаний для ідентифікації вагітності овець [14]. В Україні ультразвукова діагностика дрібних тварин набула розквіту в останнє десятиліття. На сьогодні метод інтенсивно розвивається, а його цінність постійно зростає. Сечовидільна система відіграє важливу роль у виведенні продуктів життєдіяльності та підтриманні електролітного балансу. Будь-яка патологія сечовидільної системи може спричинити порушення метаболізму та порушення електролітного та кислотно-лужного балансу. Ультразвукова діагностика (УЗД) є найбільш часто використовуваним для візуалізації методом дослідження розладів сечовивідних шляхів у дрібних тварин, оскільки він простий у виконанні, недорогий і забезпечує чудову роздільну здатність контрасту в режимі реального часу. Крім того, ультразвуковий метод корисний для виконання інтервенційних процедур – малоінвазивних втручань [11]. Сечовий міхур ідеально підходить для сонографічного дослідження через його поверхневе положення та вміст у ньому рідини, яка незначно ослаблює ультразвукову хвилю [22]. Найчастіше серед патологій сечового міхура реєструються конкременти [12], новоутворення та цистит [16]. Інфекція сечовивідних шляхів досить поширена у сук через висхідне фекальне забруднення вульви та переддвір'я піхви [17]. УЗД – це більш чутлива методика для виявлення газів у сечовому міхурі на ранніх стадіях емфізематозного циститу, лише рентгенограми не можуть повною мірою визначити цю патологію [16].

Метою нашої роботи було виявити поширеність патологій сечового міхура у дрібних тварин методом ультразвукового дослідження. Для досягнення мети розв'язували такі задачі:

- з'ясували, які з патологій сечового міхура найчастіше реєструються при ультразвуковому дослідженні, та яке місце вони займають серед патологій сечовидільної системи.
- з'ясували, як ультрасонографічні зміни сечового міхура відповідають фізико-хімічному дослідженню сечі при постановці діагнозу.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі навчально-науково-виробничої клініки Полтавської державної аграрної академії м. Полтави та в мережі ветеринарних клінік «ОлВет» у м. Івано-Франківську протягом п'яти місяців. Використовували ультразвукові апарати Aloka 31 F (Японія) та Esaote mylab one (Італія) та датчики мікроконвекс SC3123 та лінійний UST-5512U з частотою 5-7,5 МГц. Об'єктами досліджень були 30 собак та 62 котів віком від 1 року до 15 років, у яких реєстрували клінічні ознаки: болючість при пальпації в області сечового міхура, гематурію, дизурію. При лабораторних дослідженнях використовували Тест-смужки для аналізу сечі у тварин Medi-Test Combi 10® VET. Мікробіологічні дослідження проводили шляхом посівів на агар, визначення чутливості виділених бактерій диск-дифузійним методом. При дослідженні сечового міхура тварин вкладали на спину, вибривали шерсть у ділянці лобкової кістки, наносили ультразвуковий гель на досліджувану ділянку та встановлювали лінійний датчик по білій лінії між пупком та лобковою кісткою в повздовжній та поперечній проекції. Ультразвукове дослідження проводили в В-режимі.

Результати досліджень та їх обговорення

На базі навчально-науково-виробничої клініки Полтавської державної аграрної академії м. Полтави та в мережі ветеринарних клінік «ОлВет» у м. Івано-Франківську протягом п'яти місяців проводили ультразвукові дослідження собак та котів, у яких реєстрували клінічні ознаки: болючість при пальпації в області сечового міхура, гематурію та дизурію.

Результати обстежень дослідних собак (30) та котів (62) представлені на рисунках 1 та 2.

■ Цистит ■ Уролітіаз ■ Інші захворювання сечовидільної системи



Рис. 1. Результати ультрасонографічного обстеження дослідних котів у ветеринарних клініках м. Полтави та м. Івано-Франківська (n=62)

■ Цистит ■ Уролітіаз ■ Новоутворення ■ Інші захворювання сечовидільної системи

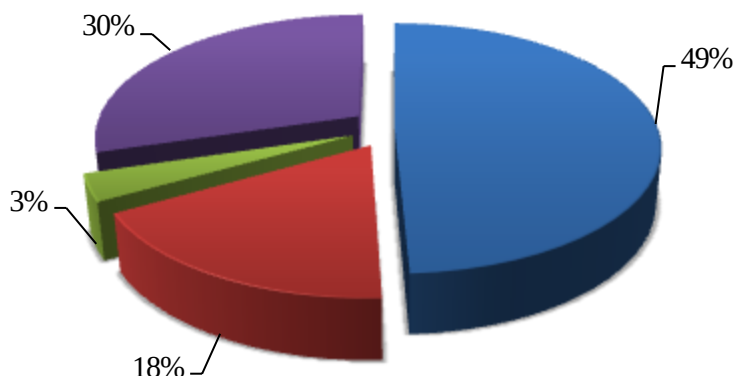


Рис. 2. Результати ультрасонографічного обстеження дослідних собак у ветеринарних клініках м. Полтави та м. Івано-Франківська (n=30)

Встановлено, що у 50 % дослідних котів ультразвукографічно було виявлено ознаки циститу, у 8 % – уролітіазу, у 42 % – інші захворювання сечовидільної системи, такі як нефрити, хронічні інфаркти, новоутворення та полікістоз нирок, гідронефроз, обструкція сечоводів.

При проведенні аналогічних досліджень у собак встановлено, що у 49 % дослідних тварин ультразвукографічно виявлено ознаки циститу, у 18 % – уролітіазу, 3 % – новоутворення сечового міхура, у 42 % – інші захворювання сечовидільної системи, такі як нефрити, хронічні інфаркти та новоутворення нирок, пієлоектазія, гідронефроз, обструкція сечоводів (рис. 2).

Аналізуючи діаграми, можна зробити висновок, що ознаки циститу найчастіше реєструються серед патологій сечового міхура (50 % у котів та 49 % у собак). Ці результати підтверджуються чисельними повідомленнями авторів [1–6]. У 31 кота (64,5 % самців та 35,5 % самок) та 14 собак (85,7 % самок та 14,3 % самців) із циститом реєстрували ультразвукографічні зміни, що відображені в таблиці.

Ультрасонографічні зміни сечового міхура в котів та собак при циститі

Ультрасонографічні зміни	Кількість тварин / %	
	коти (n=31)	собаки (n=14)
Потовщення стінки	20 / 64,5	12 / 85,7
Гіперехогенність та нерівність стінки	26 / 83,8	12 / 85,7
Наявність осаду/завису	8 / 25,8	2 / 14,2
Поліпоїдні ехогенні утворення	2 / 6,5	–
Наявність конкрементів	3 / 9,6	4 / 28,6
Наявність газу	1 / 3,2	1 / 7,1
Наявність кров'яних згустків	–	1 / 7,1

З'ясовано, що цистити на ультрасонограмах характеризуються потовщенням стінки сечового міхура (у 85,7 % дослідних собак та у 64,5 % дослідних котів), нерівністю країв та гіперехогенністю (у 85,7 % дослідних собак та 83,8 % дослідних котів). Аналогічні результати спостерігали Leveille et al. [13] и Biller et al. [7]. Вони зауважували, що стінка сечового міхура здавалася гіперехогенною і потовщеною у всіх випадках. Grant Maxie [15] вважає, що ці зміни можуть бути пов'язані з інфільтрацією лейкоцитами і крововиливом у всі шари стінки сечового міхура. На рис. 3. дослідної кішки спостерігаємо відповідні зміни при ультразвуковому дослідженні.



Рис. 3. Кішка «Мона», 5 років, поздовжня проєкція.
Потовщення стінки тіла та верхівки сечового міхура,
гіперехогенність стінок (показано стрілкою).

У 60 % котів із потовщенням стінки сечового міхура було відмічено незначне потовщення, у 40 % котів потовщення було значне (до 3,7 мм при нормі до 1,7 мм). У всіх собак із потовщенням стінки сечового міхура потовщення було значне ($3,4 \pm 0,4$ мм). Наразі є дослідження в гуманній медицині про визначення потовщення стінки сечового міхура й детрузора та використання цих даних як потенційних інструментів діагностики для станів, що спричиняють гіпертрофію детрузора [8]. Досить важко провести діагностику у випадку частого сечовипускання та постійно пустого сечового міхура, оскільки при цьому стінка може бути потовщена фізіологічно [4]. Також варто відмітити, що ураження стінки сечового міхура може бути пов'язано з наявністю конкрементів (у трьох дослідних котів та чотирьох дослідних собак) та згустків крові (у однієї собаки). Поліпи виявляли у вигляді множинних утворень різної форми, розміру та кількості, що вдавалися у просвіт сечового міхура (рис. 4). В декількох випадках поліпи були мінералізовані і аналогічно конкрементам давали акустичну тінь. Схоже дослідження поліпів у сечовому міхурі було поведене Takiguchi та Inaba [20].

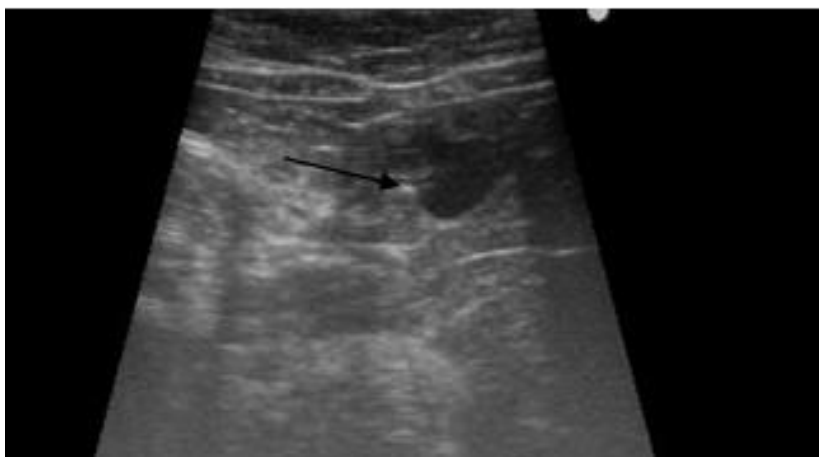


Рис. 4. Кішка «Маша», 10 років.

Мінералізований поліп у вигляді гіперехогенного утворення (показано стрілкою)

Емфізематозний цистит характеризується утворенням газів у порожнині, стінці або зв'язці сечового міхура, що на ультразвуковій картині давали ефекти реверберації та «хвоста комети».

На ехограмі при уролітіазі в порожнині сечового міхура реєстрували гіперехогенну суспензію (дрібні конкременти), опалесцюючу при точковій компресії датчиком (рис. 5).

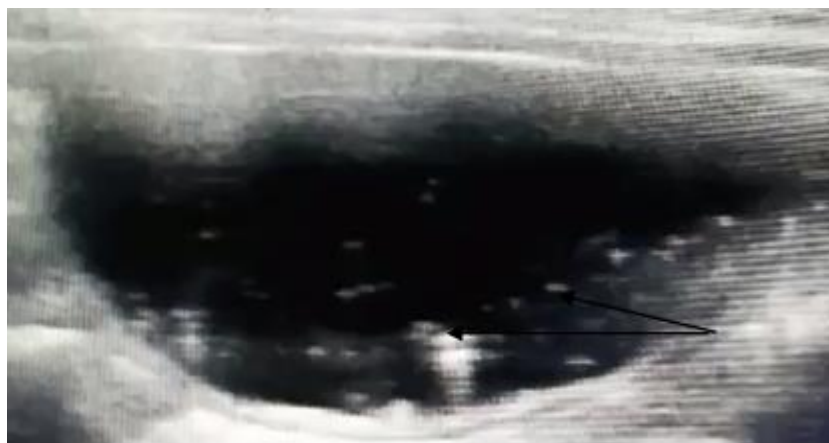


Рис. 5. Кішка «Бурліс», 2 роки, поздовжня проекція.

Завис у сечовому міхурі, що ультрасонографічно проявляється у вигляді опалесцюючої суспензії (показано стрілкою).

Крім того в порожнині сечового міхура виявляли конкременти, котрі локалізувалися як гіперехогенні утворення, що дають чітку ехоакстичну тінь (рис. 6). Конкременти в сечовому міхурі зазвичай зміщувалися при зміні положення тварини, проте були конкременти, які візуалізувалися в сечовому міхурі, але не зміщувалися при зміні положення. Аналогічні результати були також повідомлені Saini & Singh [19], Kundu & Ghosh [12] і Verma et al. [21].



Рис. 6. Собака «Джері», кокер-спаніель, 10 років,
Сканування у поздовжній проекції. В сечовому міхурі візуалізується сферичний об'єкт з гіперехогенною поверхнею та артефактом дистальної акустичної тіні (зірочка).

У 83,8 % котів з ультрасонографічними ознаками циститу при лабораторному дослідженні реєстрували протеїнурію та лейкоцитурію, у 100 % – зміну кольору, запаху, рН сечі, у 64,5 % – гематурію, у 6,5 % – білірубінурію.

У 92,8 % собак з ультрасонографічними ознаками циститу при лабораторному дослідженні відмічали зміну кольору, запаху, рН сечі, у 35,7 % – гематурію, у 85,7 % – лейкоцитурію.

Серед котів з уролітіазом у двох самців реєстрували обструкцію уретри та проводили катетеризацію. У двох котів виявили конкременти сечового міхура 1,5 см та 1,7 см відповідно та провели цистотомію з метою їх видалення. Загалом у 54,4 % котів з ультрасонографічними ознаками уролітіазу були виявлені урати, у 27,2 % – струвіти і у 18,4 % – оксалати. У 63,6 % собак виявляли струвіти, у 27,2 % – оксалати і у 9,1 % – урати. Схожі результати при лабораторному дослідженні осаду сечі були отримані авторами Е. Ю. Складнева, М. І. Леню та ін. [4, 6].

Варто також відзначити, що у двох дослідних собак та у семи котів ультрасонографічно не було виявлено ознак циститу, хоча лабораторний аналіз сечі підтвердив діагноз.

Висновки

Результати досліджень свідчать, що патології, які найчастіше виявляли при УЗД сечового міхура у собак та котів є цистит та уролітіаз. Цистит щонайбільше проявляється гіперехогенністю стінок сечового міхура та їх потовщенням. Уролітіаз проявляється у вигляді гіперехогенного опалесцюючого завису у просвіті сечового міхура або гіперехогенними конкрементами, що дають чітку ехоакустичну тінь. Ультрасонографічні зміни були підтверджені лабораторно. При циститі у тварин відмічали зміну кольору, запаху, рН сечі, протеїнурію, лейкоцитурію, гематурію, білірубінурію. Дослідження осаду сечі показало, що у 54,4 % котів з ультрасонографічними ознаками уролітіазу були виявлені урати та у 63,6 % собак виявляли струвіти.

Перспективи подальших досліджень полягають у використанні методів ультразвукової діагностики для профілактики та лікування захворювань сечового міхура. Також залишається відкритим питання щодо оцінки товщини стінки сечового міхура та дотрузора у дрібних тварин при таких станах, як нетримання або затримка сечі.

References

1. Busharova, E. V. (2013). *Osnovy primeneniya ultrazvukovoj diagnostiki u melkih domashnih zhivotnyh*. Moskva. [In Russian].
2. Zueva, N. M., & Surgina, V. A. (2015). *UZI v veterinarii. Melkie domashnie zhivotnye. Organy bryushnoj polosti*. Moskva. [In Russian].
3. Kopylovich, M. V., Ajtikeeva, M. S., & Molodcova, D. A. (2016). *Primenenie ultrazvukovogo issledovaniya kak metoda diagnostiki patologij mochevogo puzыrya u sobak. Sovremennye problemy i nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Omsk: «LITERA». [In Russian].

4. Leno, M. I., Maksimovich, I. A., & Chernushkin, B. O. (2016). Osoblivosti ultrazvukovogo doslidzhennya sechovogo mihura u dribnih domashnih tvarin. *Naukovij Visnik Lvivskogo Nacionalnogo Universitetu*, 2 (59), 171–176 [In Ukrainian].
5. Pennik, D., & d'Anzhu, M. (2015). *Atlas po ultrazvukovoj diagnostike. Issledovaniya u sobak i koshek*. Moskva: Akvarium.[In Russian].
6. Skladneva, E. Yu. (2010). Osobennosti techeniya urolitiaz, soprovozhdayushegosya hronicheskim cistitom u domashnih plotoyadnyh. *Nauka i sovremennost: Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Novosibirsk: Izdatelstvo NGTU. [In Russian].
7. Biller, D. S., Bradley, G. A., & Partington, B. P. (1992). Renal medullary rim sign: Ultrasonographic evidence of renal disease. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 33, 286–290. doi: 10.1111/j.1740-8261.1992.tb00145.x
8. Bright, E., Oelke, M., Tubaro, A., & Abrams, P. (2010). Ultrasound estimated bladder weight and measurement of bladder wall thickness—useful noninvasive methods for assessing the lower urinary tract? *The Journal of Urology*, 184 (5), 1847–1854. doi: 10.1016/j.juro.2010.06.006
9. Dehmiwal, D., Behl, S., Singh, P., Tayal, R., Pal, M., & Chandolia, R. (2015). Diagnosis of urinary bladder diseases in dogs by using two-dimensional and three-dimensional ultrasonography. *Veterinary World*, 8 (7), 819–822. doi: 10.14202/vetworld.2015.819-822
10. Dennis, J., & Hamm, B. L. (2012). Canine pyometra: Early recognition and diagnosis. *Veterinary Medicine*, 107 (5), 1–6.
11. Karpenstein, H., Klumpp, S., Seyrek-Intas, D., & Kramer, M. (2011). Ultrasonography of urinary tract diseases in the dog and cat. *Tierärztliche Praxis*, 39 (4), 281–288.
12. Kundu, P., & Ghosh, D. (2006). Ultrasonographic study of urinary bladder diseases in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*, 27 (1), 33–34.
13. Leveille, R., Biller, D. S., Partington, B. P., & Miyabyashi, T. (1992). Sonographic investigation of transitional cell carcinoma of the urinary bladder in small animals. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 33, 103–107. doi: 10.1111/j.1740-8261.1992.tb01969.x
14. Lindahl, I. L. (1966). Detection of pregnancy in sheep by means of ultrasound. *Nature*, 212 (5062), 642–643. doi: 10.1038/212642a0
15. Maxie, M. G. (1990). *The urinary system in pathology of domestic animals. 4th ed.* San Diego: Academic Press, San Diego.
16. Petite, A., Bushoni, V., Heinen, M. P., Billen, F., & Snaps, F. (2006) Radiographic and ultrasonographic findings of emphysematous cystitis in four non diabetic female dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47 (1), 90–93. doi: 10.1111/j.1740-8261.2005.00112.x
17. Ramezani, N., Soroori, S., Jamshidi, S., & Molazem, M. (2012). Three-dimensional power doppler ultrasonographic evaluation of induced cystitis in dogs. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, 7 (1, 2), 39–48.
18. Robotti, G., & Lanfranchi, D. (2013). Urinary tract diseases in dogs: US findings. A mini pictorial assay. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 16 (2), 93–96. doi: 10.1007/s40477-013-0012-2
19. Saini, N. S., & Singh, S. S. (2002). Ultrasonographic and radiographic diagnosis of renal calculi in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*, 23 (1), 55.
20. Takiguchi, M., & Inaba, M. (2005). Diagnostic ultrasound of polypoid cystitis in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 67 (1), 57–61. doi: 10.1292/jvms.67.57
21. Verma, P., Mohindroo, J., Singh, S. S., & Singh, C. B. (2006). Sonographic findings in affections of urinary system in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*, 27 (2), 104–107.
22. Widmer, W. R., Biller, D. S., & Adams, L. G. (2004). Ultrasonography of the urinary tract in small animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 225 (1), 46–54. doi:10.2460/javma.2004.225.46

Стаття надійшла до редакції: 18.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кулинич С. М., Дехнич І. С., Звенігородська Т. В. Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій сечового міхура у дрібних тварин. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 229–235.

*© Кулинич Сергій Миколайович, Дехнич Ігор Сергійович,
Звенігородська Таміла Владиславівна, 2021*



original article | UDC 616.995.78:636.2 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.30

CLINICAL AND EPIZOOTIC FEATURES OF CATTLE EXTERNAL
PARASITOSSES' DEVELOPMENT

O. I. Kasianenko*

ORCID  [0000-0001-8453-1957](https://orcid.org/0000-0001-8453-1957)

V. I. Risovaniy

ORCID  [0000-0003-0724-4991](https://orcid.org/0000-0003-0724-4991)

Sumy National Agrarian University, 160, G. Kondatieva Str., Sumy, 40021, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: oksana_kasjanenko@ukr.net

How to Cite

Kasianenko, O. I., & Risovaniy, V. I. (2021). Clinical and epizootic features of cattle external parasitoses' development. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 236–241. doi: 10.31210/visnyk2021.02.30

Among the urgent problems in the development of modern livestock farming, parasitic diseases play an important role. The article presents the problem of cattle external parasitoses (ectoparasitoses) in Sumy region. According to the Ukrainian and foreign scientists' viewpoints, the main economic losses caused by ectoparasites are due to a decrease in the average daily weight gain of young animals and insufficient amount of milk during the flight of insects. The aim of our work was to determine the spreading of cattle ectoparasitoses on small farms of Sumy region and establish their clinical and epizootic features. According to the results of the conducted studies, the spreading of hypodermosis and siphunculosis was revealed, with an average prevalence of 8.20 and 21.69 %, respectively, the diseases were caused by *Hypoderma bovis* and *H. lineatum* and *Linognathus vituli* and *Haematopinus eurysternus*, respectively. Clinical examination of diseased animals with hypodermosis in the summer revealed eggs of ox warble flies on their hair covering. In places of larvae penetration under the skin, itching, swelling of the subcutaneous tissue, and pain were observed. There was incoordination in some animals. Under the skin along the backbone, nodules were identified. Openings were formed in the center of them - fistulous passages, from which serous, sometimes serous-purulent exudate was released. At siphuncular invasion, the animals suffered from itching, scratching of the skin, local alopecia, and dermatitis; drops of dried blood were visible on the skin. It should be noted that on small farms of Sumy region, the detected diseases had a pronounced age dynamics. Thus, the largest number of hypodermosis was registered in animals aged from 1 to 2 years, and the lowest (2.17 %) – in young animals up to 1 year of age. At siphunculosis caused by *Linognathus vituli* and *Haematopinus eurysternus* causative agents, young animals under 1 year of age were most often affected, where the prevalence of infection made 33.70 %, and animals older than 5 years were the least affected with an incidence rate of 10.48 %. The obtained data are extremely important in practice, because they allow veterinary medicine practitioners to plan treatment and prevention measures taking into account the peculiarities of the diseases' development in different age groups of animals.

Key words: ectoparasitoses, cattle, siphunculosis, hypodermosis, livestock farming.

КЛІНІКО-ЕПІЗООТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ЕКТОПАРАЗИТОЗІВ
У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

O. I. Касяненко, В. І. Рисований

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Серед актуальних проблем розвитку сучасного скотарства вагому роль відіграють паразитарні захворювання. У статті представлена проблема ектопаразитозів великої рогатої худоби в Сумській області. На думку вітчизняних та зарубіжних вчених, основні економічні збитки, нанесені ектопаразитами, зумовлені зниженням середньодобового приросту маси тіла молодяку та недоотриманням

молока в період льоту комах. Метою нашої роботи було визначити поширення ектопаразитозів великої рогатої худоби у дрібних фермерських господарствах Сумської області та з'ясувати їхні клініко-епізоотичні особливості. За результатами проведених досліджень виявлено поширення гіподермозу й сифункулятозу, екстенсивність яких у середньому становила 8,20 та 21,69 % відповідно, хвороби були спричинені збудниками *Hypoderma bovis* та *H. lineatum* й *Linognathus vituli* та *Haematopinus eurysternus* відповідно. Під час клінічного обстеження тварин, хворих на гіподермоз, в літню пору року на волосяному покриві виявляли яйця підшкірних оводів. У місцях проникнення личинок під шкіру спостерігався свербіж, набряки підшкірної клітковини, болючість. У деяких тварин – порушення координації рухів. Під шкірою вздовж хребта ідентифікували жовна. В центрі їх були утворені отвори – норицеві ходи, з яких виділявся серозний, подекуди серозно-гнійний ексудат. За наявності сифункулятозної інвазії у тварин спостерігали свербіж, розчоси шкіри, локальне облісіння й дерматит, на шкірі були помітні краплі присохлої крові. Варто зазначити, що в умовах дрібних фермерських господарств Сумської області виявлені захворювання мали виражену вікову динаміку. Найбільшого ураження (16,67 %) на гіподермоз зазнавали тварини у віці від 1 до 2 років, а найнижчого (2,17 %) – молодняк віком до 1 року. За наявності сифункулятозів, спричинених збудниками *Linognathus vituli* та *Haematopinus eurysternus*, найчастіше вражався молодняк віком до 1 року, де показник екстенсивності інвазії становив 33,70 %, а найменше – тварини віком старше 5 років з показником ураженості 10,48 %. Отримані дані мають надзвичайно важливе практичне значення, адже дають змогу практикуючим лікарям ветеринарної медицини здійснювати планування лікувально-профілактичних заходів, зважаючи на особливості перебігу хвороб у різних вікових груп тварин.

Ключові слова: ектопаразитози, велика рогата худоба, сифункулятоз, гіподермоз, скотарство.

Вступ

Відомо, що вагомих збитків галузі скотарства завдають паразитози, зокрема ектопаразитози. Виділяють постійних та тимчасових ектопаразитів. За даними вітчизняних дослідників, основні економічні збитки, завдані тваринництву ектопаразитами великої рогатої худоби, зумовлені недоотриманням молока, зниженням середньодобового приросту маси тіла молодняку, вибракуванням шкірної сировини [1–3].

Підшкірні оводи – комахи з повним циклом перетворення. Тривалість життя імаго становить 3 – 28 діб. Народжуються оводи зі статевими клітинами; самка після спарювання відкладає яйця, прикріплюючи по одному (строка) до волосків на шкірі тварини, стравохідник від 2 до 20 яєць в один ряд. Личинка у яйці формується протягом 3–5 діб. Після виходу з яйця вона спускається до основи волосини і через її цибулину проникає під шкіру. Личинки строки мігрують уздовж великих судин і нервів до хребта, а через міжхребцеві отвори в жирову тканину спинномозкового каналу. Через 2–3 місяці після проникнення через шкіру личинки строки вже перебувають у просвіті спинномозкового каналу, де вони живуть протягом 3-х місяців [1, 4, 5]. Личинки стравохідника мігрують під слизову оболонку стравоходу. Цього місяця вони дістаються пізно восени, зазвичай – наприкінці листопада. Тут відбувається линька і утворюється личинка II стадії. В лютому – березні міграція відновлюється, личинки II стадії рухаються під шкіру спини вздовж хребта, де після линьки формуються личинки III стадії. Останніх виявляють пальпацією шкіри, на якій добре помітні горбики. Личинки III стадії утворюють у шкірі отвори – пори, через які вони дихають [3].

Тривалість розвитку III стадії личинки складає 5–6 тижнів. Цей період життя вони накопичують великий запас поживних речовин, які відкладаються в жировому тілі. Ці поживні речовини є джерелом енергії для лялечки та дорослої мух овода. Через 4–6 тижнів личинки випадають на землю: *H. bovis* – у травні – червні, а *H. lineatum* – у березні – травні [4].

За даними вітчизняних дослідників, у північно-східному регіоні України, підхід личинок *H. bovis* під шкіру тварини і утворення жовен у молодняку та корів відбувається з лютого по вересень (7 міс.), а випадіння личинок на лялькування – з квітня до жовтня (5,5 міс.). Тривалість стадії лялечки триває 24–48 діб. Повний цикл розвитку (від яйця до імаго) підшкірних оводів завершується протягом року, за цей час *H. bovis* дають одне покоління.

Тривале паразитування личинок негативно впливає на стан організму. Рух личинок через шкіру спричиняє біль у тварин. По шляху міграції личинки травмують тканини, відбувається розрив кровоносних судин, розвиваються запальні процеси. Наявність великої кількості личинок підшкірного овода у спинномозковому каналі може спричинити параліч кінцівок. У процесі

паразитування личинки використовують поживні речовини організму тварини, викликають інтоксикацію, знижують імунітет. Інвазія оводів негативно впливає на розвиток молодняка, його племінні якості [5, 6].

Постійними ектопаразитами великої рогатої худоби є воші, які відносяться до двох родин – *Haematopinidae* або *Linognathidae*. Вид вошей *Haematopinus eurysternus* та *Linognathus vituli* паразитують на голові, шиї, підгрудку, навколо рогів, ведучи особливий спосіб життя, тобто формують щільні ізольовані групи [7–9].

Воші – безкрилі комахи жовто-сірого кольору. Їхні розміри становлять від 1 до 5 мм. Тіло вошей продовгувато-овальне, сплюснене згори довнизу. Голова вужча за груди. Три пари кінцівок вошей мають кігтики, які з виступом гомілки щільно захоплюють волос. Ссуть кров 2–3 рази на добу протягом 5–30 хвилин, використовуючи 1–3 мг крові. Розвиваються шляхом неповного перетворення. Запліднені самки за добу відкладають 1–7 яєць (гнид), прикріплюючи їх до прикореневої зони волосся секретом, стійким до хімічних речовин. Через 1–2 тижні із яєць (гнид) вилуплюються личинки, які через 20–30 хвилин починають ссати кров. За 10–18 діб личинки здійснюють три линьки і перетворюються в дорослих комах. Відклавши за три тижні 50–100 яєць, самка гине. Поза тілом господаря (в підстилці, на землі) воші живуть 3–7 діб. При температурі нижче 60°C вони гинуть за 10 діб. Інсоляція згубно діє на вошей [10–12].

При паразитуванні на тваринах воші нервують тварин, токсична слина паразитів, проникаючи у кров, викликає інтоксикацію, яка призводить до виснаження, зниження продуктивності тварин.

Вошовість тварин трапляється незалежно від пори року, але більш інтенсивна – взимку. В літній період, особливо при пасовищному утриманні худоби, кількість вошей на тваринах зменшується, що обумовлено дією сонячних променів та сухістю повітря. Однак тварини не позбуваються вошей без лікування [7, 8, 12]. Боротьбу з вошами ведуть упродовж усього року.

Метою нашої роботи було визначити клініко-епізоотичні особливості перебігу ектопаразитозів у великої рогатої худоби в умовах одноосібних фермерських господарств Сумської області.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2020–2021 року на базі лабораторії кафедри епізоотології та паразитології Сумського національного аграрного університету, а також в умовах одноосібних фермерських господарств Сумської області.

Визначення загального періоду клінічного прояву гіподермозу та сифункулятозів проводили у одноосібних фермерських господарствах Сумської області на тваринах чотирьох вікових груп: молодняк віком до 1 року; тварини від 1 до 2 років; від 2 до 5 річного віку та старші 5 річного віку. Всього обстежено 378 голів великої рогатої худоби, з яких: молодняк до 1 року – 92 голови, тварини від 1 до 2 років – 84 голови, від 2 до 5 років – 97 голів, та тварини старше 5 років – 105 голів.

Екстенсивність інвазії (ЕІ) визначали шляхом клініко-паразитологічного обстеження тварин (огляд, пальпація та візуальне виявлення інвазійних елементів).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень виявлено поширення гіподермозу та сифункулятозу в умовах дрібних фермерських господарств Сумської області, проте з різною екстенсивністю інвазії. Середня ураженість тварин збудником гіподермозу становила 8,20 %, а сифункулятозу 21,69 %.

Варто зазначити, що в літній період при проведенні клінічного огляду яйця підшкірних оводів виявляли на волосяному покриві тварин. Вони дрібні, довжиною 0,85–0,86 мм. Клінічні симптоми хвороби реєструвалися в період з лютого по липень. У ділянках проникнення личинок збуднику під шкіру спостерігали свербіж, набряки підшкірної клітковини та болючість. У деяких тварин діагностували порушення координації рухів. Під шкірою вздовж хребта спостерігалися жовна, так звані капсули (рис. 1). У центрі їх були утворені отвори – норицеві ходи, із яких виділявся серозний чи серозно-гнійний ексудат. Шкіра навколо жовен була менш еластичною, болючою. Шерсть на уражених ділянках – забруднена виділеннями із капсул та скуйовджена.

Посмертно у тварин знаходили в ділянці спини й попереку поодинокі, інколи чисельні норицеві ходи з личинками гіподерм, оточені драглистою масою світло-рожевого кольору, пронизаною судинами, наповненими кров'ю. У разі високої інтенсивності інвазії виявляли об'ємні ділянки серозного чи серозно-геморагічного запалення в ділянці спини тварин. Згідно з аналізом клінічних ознак та патологоанатомічних змін, встановили ураження тварин личинками *H. bovis* та *H. lineatum*.



Рис.1. Капсули навколо хребта корів

Окрім того, у деяких тварин із досліджуваних господарств також реєстрували значний свербіж, розчісування шкіри, локальне облісіння та дерматити. Шерсть випадала, на шкірі були помітні краплі присохлої крові. У таких тварин спина, боки, живіт були покриті тріщинами сіро-коричневого кольору. При огляді тварин, особливо в ділянках травмованої шкіри, на прикореневій частині волосся добре помітні гниди, на тілі – воші. При мікроскопії виявлених комах їх було ідентифіковано як збудників *Linognathus vituli* та *Haematopinus eurysternus*.

Визначені клінічні ознаки є характерними для ектопаразитарних захворювань, про що свідчать праці науковців, які вказують на подібні клінічні ознаки за бовікольною інвазією у великої рогатої худоби [13, 14].

У результаті досліджень виявлено, що гіподермозна та сифункулятозна інвазія реєструється серед усіх вікових груп великої рогатої худоби. Водночас у їх прояві прослідковуються певні відмінності та закономірності. Зокрема, найбільшу кількість хворих на гіподермоз тварин діагностовано у групі віком від 1 до 2 років, натомість сифункулятозом найбільш ураженим виявився молодник віком до 1 року (рис. 2).

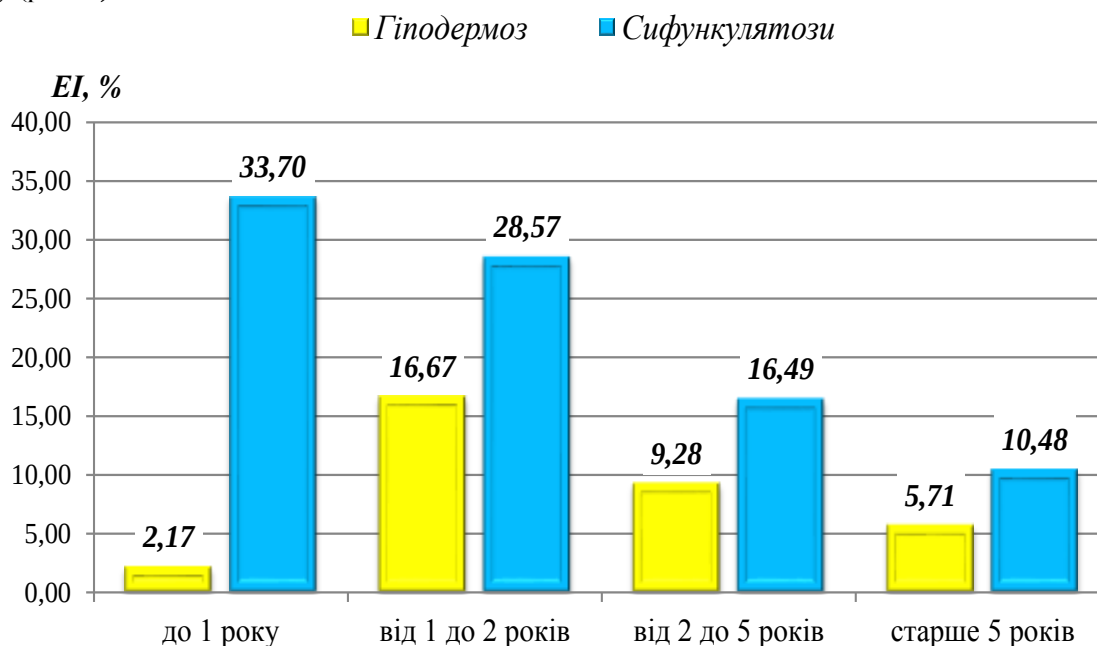


Рис. 2. Вікова динаміка ектопаразитарних хвороб великої рогатої худоби

За наявності гіподермозу відмічено, що у групі телят віком до 1 року ЕІ була мінімальною та становила 2,17 %, зі збільшенням віку тварин відповідно зростав і показник інвазованості. У групі

тварин віком 1–2 роки показник інвазованості був найвищим та становив 16,67 %. З віком тварин екстенсивність інвазії поступово знижувалася й становила у корів віком від 2 до 5 років 9,28 %, а тварин старше 5 років – 13,33 %. Отримані дані щодо вікової динаміки гіподермозної інвазії у великої рогатої худоби цілком узгоджуються з даними Ш. В. Вацаєва, який у своїх дослідях виявив, що незалежно від того, чи піддавалися тварини лікувальним обробкам, чи ні, пік інвазії припадає саме на тварин віком до 2-х років (ЕІ до 40,9 %), натомість у тварин старше 2-х років вона знижується й сягає 14,6 % [15]. Окрім того, наші дані також узгоджуються і з дослідженнями Євстаф'єва М. Н., який вказує на взаємозв'язок між показником ураженості тварин та появою набутого імунітету [16].

При вивченні показнику інвазованості великої рогатої худоби збудниками сифункулятозів *L. vituli* та *H. eurysternus* виявлено виражену вікову динаміку. Наприклад, комах на тілі виявляли у всіх досліджуваних тварин, проте найвищу їх ураженість (33,70 %) зафіксовано у групі молодняку до 1 року. В подальшому, з віком показник екстенсивності інвазії поступово знижувався й становив у тварин віком від 1 до 2 років – 28,57 %, а від 2 до 5 років – 16,49 %. Найменше ураженими сифункулятами (10,48 %) були тварини старші 5 річного віку. Такі ж дані у своїх дослідженнях отримала А. М. Утяганова (2015), яка свідчить про те, що найвищий показник інвазованості великої рогатої худоби спостерігається у групі молодняку, де екстенсивність та інтенсивність інвазії впродовж 2008–2010 рр. коливалась у межах від 48,5 до 53,1 % та $91,85 \pm 24,95$ до $108,35 \pm 22,79$ екз./100 см² відповідно [17].

Варто звернути увагу на те, що як велика рогата худоба, так й інші види тварин саме в молодому віці є найбільш сприйнятливими до ектопаразитарних захворювань, про що у своїх дослідженнях вказують науковці з України. Зокрема у своїх дослідженнях Гурова (2007) зазначає про високий рівень інвазування молодняку великої рогатої худоби віком від 3 до 10 міс. збудниками сифункулятозів та бовікольозу – ЕІ до 100 % [18]. Окрім того серед жуйних на ектопаразитарні захворювання також хворіють і вівці, та, за даними дослідників, тварини у віці від 4 до 12 місяців є найбільш сприйнятливими до захворювання на мелофагоз (ЕІ – 39,53 %, П – $120,14 \pm 2,89$ екз.), спричинений паразитуванням на тілі тварин комах виду *Melophagus ovinus* (Linnaeus, 1758) [19, 20].

Висновки

Згідно з клінічним обстеженням поголів'я великої рогатої худоби в окремих фермерських господарствах Сумської області було виявлено ураження тварин збудниками гіподермозу (*Hypoderma bovis* та *H. lineatum*) та сифункулятозу (*Linognathus vituli* та *Haematopinus eurysternus*), екстенсивність яких у середньому становила 8,20 та 21,69 % відповідно. Встановлено, що в умовах Сумської області гіподермоз та сифункулятоз мають виражену вікову динаміку. Встановлено, що *Hypoderma bovis* та *H. lineatum* найбільше вражає тварин у віці від 1 до 2 років (ЕІ – 16,67 %), а *Linognathus vituli* та *Haematopinus eurysternus* – молодик до 1 річного віку (ЕІ – 33,70 %).

Перспективи подальших досліджень. Під час подальших досліджень планується вивчити епізоотичну ситуацію щодо гельмінтозів великої рогатої худоби в неблагополучних щодо ентомозів господарствах.

References

1. Rula, O. M. (2003). Hipodermozy velykoyi rohatoyi khudoby i rozrobka efektyvnykh metodiv borotby z nymy v umovakh lisostepovoyi zony Ukrayiny. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].
2. Lysenko, I. O. (2009). Vidovoy sostav, biologiya, populyatsionnaya ekologiya *H. bovis* i *H. lineatum* v stepnoy zone Stavropolskogo kraya. *Yug Rossii: Ekologiya, Razvitiye*, 4 (1), 62–66. doi: 10.18470/1992-1098-2009-1-62-66 [In Russian].
3. Nikonov, A. A., Glazunova, L. A., & Siben, A. N. (2013). Formirovaniye epizooticheskoy situatsii po gipodermatozu krupnogo rogatogo skota v Tyumenskoy oblasti i otsenka faktorov, vliyayushchikh na uroven zaboilevayemosti zhivotnykh. *Sovremennyye Problemy Nauki i Obrazovaniya*, 3, 458. [In Russian].
4. Glazunova, A. A., Kustikova, O. V., Lunina, D. A., & Ilyasov, P. V. (2019). Gipodermatoz krupnogo rogatogo skota, diagnostika, lecheniye i profilaktika (obzor). *Rossiyskiy Parazitologicheskiy Zhurnal*, 13 (4), 83–90. [In Russian].
5. Lysenko, I. O., & Tolokonnikov, V. P. (2009). Gistomorfologicheskiye izmeneniya v mestakh lokalizatsii lichinok *H. bovis* i *H. lineatum* pri parazitirovaniy ikh v organizme krupnogo rogatogo skota. *Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 16, 167–172. [In Russian].

6. Asnake, F., Yacob, H. T., & Hagos, A. (2013). Ectoparasites of small ruminants in three agro-ecological districts of Southern Ethiopia. *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 5 (1), 47–54. doi: 10.5829/idosi.ajbas.2013.5.1.6633
7. Kebede, N., & Fetene, T. (2012). Population dynamics of cattle ectoparasites in Western Amhara National Regional State, Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 4 (1), 22–26.
8. Cortinas, R., & Jones, C. J. (2006). Ectoparasites of Cattle and Small Ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 22 (3), 673–693. doi: 10.1016/j.cvfa.2006.06.003
9. Ababayehu, T., Endris, F., Berhan, M., Rahmeto, A., & Solomon, M. (2011). Study on the prevalence of ectoparasite infestation of ruminants in and around kombolcha and damage to fresh goat pelts and wet blue (pickled) skin at Kombolch Tannary, Northeastern Ethiopia. *Ethiopian Veterinary Journal*, 15, 87–101.
10. Mehlhorn, H., Al-Rasheid, K. A. S., Abdel-Ghaffar, F., Klimpel, S., & Pohle, H. (2010). Life cycle and attacks of ectoparasites on ruminants during the year in Central Europe: recommendations for treatment with insecticides (e.g., Butox®). *Parasitology Research*, 107 (2), 425–431. doi: 10.1007/s00436-010-1957-0
11. Rony, S. A., Mondal, M. H., Begum, N., Islam, M. A., & Affroze, S. (2010). Epidemiology of ectoparasitic infestations in cattle at Bhawal forest area, Gazipur. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 8 (1), 27–33.
12. Abdi, Abubeker, Alula, Assen, & Ararsa, Dhuguma. (2021). Efficacy evaluation of methanolic extracts of *Calpurnia aurea* and *Schinus molle* plants against the cattle lice *Linognathus vitulli*. *Research Square*, 1 (22) doi: 10.21203/rs.3.rs-257651/v1
13. Shevchenko, A. M. (2016). Osoblyvosti proiavu parazytyzmu ta lokalizatsii volosoidiv Bovicola bovis u velykoi rohatoi khudoby. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu Serii: Veterynarni Nauky*, 11 (39), 154–158. [In Ukrainian].
14. Melnychuk, V. V., & Kovalenko, S. O. (2021). Klinichniy proiav bovikoloznoi invazii u velykoi rohatoi khudoby. *Implementation of scientific foundations in practice. Abstracts of X International Scientific and Practical Conference. (Turin, Italy, 19–21 April 2021)*. Turin, Italy [In Ukrainian].
15. Vacaev, Sh. V. (2008). Gipodermatoz krupnogo rohatogo skota (epizootologiya, vidovoy sostav, populyacionnaya ekologiya) i razrabotka mer borby s nim v Chechenskoj Respublike. *Extended abstract of candidate's thesis*. Stavropol [In Russian].
16. Evstafiev, M. N. (1980). Rol immuniteta pri gipodermatoze krupnogo rohatogo skota. *Parazitologiya*, XIV, 3, 197–204. [In Russian].
17. Utyaganova, A. M. (2015). Harakteristika patogistologicheskikh izmenenij i patogenez sifunkulyatoza krupnogo rohatogo skota. *Doctor's thesis*. Ufa [In Russian].
18. Hurova, T. V. (2007). Udoskonalennia profilaktyky ta zakhodiv borotby iz syfunkuliatozamy ta bovikolozom velykoi rohatoi khudoby. *Extended abstract of candidates thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].
19. Yevstafieva, V. O., Borodai, Ye. O., & Melnychuk, V. V. (2020). *Melofahoz ovets: monohrafiia*. Poltava [In Ukrainian].
20. Borodai, Ye. O., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2018). *Rekomendatsii z diahnozyky ta likuvannia za melofahozu ovets*. Poltava [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 20.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Касяненко О. І., Рисований В. І. Клініко-епізootичні особливості перебігу ектопаразитозів у великої рогатої худоби. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 236–241.

© Касяненко Оксана Іванівна, Рисований Віталій Іванович, 2021


original article | UDC 616.995.78:636.2 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.31

**DISINFECTION PROPERTIES OF MODERN DISINFECTANTS AGAINST
TRICHOSTRONGYLUS TENUIS NEMATODE EGGS**
Ye. Starodub

 ORCID  [0000-0002-7880-8283](https://orcid.org/0000-0002-7880-8283)

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

E-mail: starodub7@i.ua

How to Cite

 Starodub, Ye. (2021). Disinfection properties of modern disinfectants against *Trichostrongylus tenuis* nematode eggs. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 242–247. doi: 10.31210/visnyk2021.02.31

Invasions caused by nematodes parasitizing in the gastrointestinal tract of poultry, including trichostrongylosis, are quite widespread among goose helminthiasis. Therapeutic and preventive measures must be performed taking into account the peculiarities of the life cycle of trichostrongyluses and be aimed at their effective destruction at different stages of development. The disinfection of poultry facilities is the most effective among them. The aim of the research was to establish the disinfection properties of modern disinfectants against the eggs of *Trichostrongylus tenuis* nematodes. Experimental testing of the following disinfectants in laboratory conditions at different exposures and concentrations was conducted: virosan ("BioTestLab" LLC, Ukraine), dezsán ("Brovapharma" LLC, Ukraine) and germicide-VS ("Vetsintez" LLC, Ukraine). The main indicator of the disinfectants action against nematode eggs was the value of their disinfection effectiveness. The results of the research revealed a high level of dezsán disinfection efficacy (94.87–100 %) against trichostrongyluses eggs in 1–2 % concentrations at exposures of 10, 30, and 60 min. When using 0.5 % of dezsán solution, its disinfection efficiency ranged from 49.35 to 85.47 % depending on the exposure. Virosan showed a high level of disinfection efficacy at a concentration of 0.25 % and exposure of 60 min (91.26 %) and at a concentration of 0.5 % and exposures of 10, 30, and 60 min (100 %). Unsatisfactory level of virosan disinfection effectiveness was manifested in 0.1 % concentration at exposures of 10 and 30 min (41.60–53.63 %). This disinfectant at a concentration of 0.1 % (exposure of 60 min), 0.25 % (exposures of 10 and 30 min) showed a satisfactory level of disinfection effectiveness against nematode eggs (60.43–82.74 %). Germicide-VS showed a high level of disinfection efficacy (100 %) in concentrations of 0.25 % (exposures of 30 and 60 min) and 0.5 % (exposure of 10–60 min). Unsatisfactory level of disinfection efficacy (39.22–52.02%) was detected at using of germicide-VS at a concentration of 0.1 % (exposure of 10 and 30 min), and satisfactory (63.06–84.63%) – at concentrations of 0.1 and 0.25 % and exposures of 60 and 10 min, respectively. The obtained data allow to recommend virosan, dezsán and germicide-VS disinfectants for disinfection of environmental objects and poultry premises in fighting and preventing of goose trichostrongylosis.

Key words: geese, *Trichostrongylus tenuis*, nematode eggs, disinfectants, disinfection efficacy

**ДЕЗІНВАЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СУЧАСНИХ ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ
ВІДНОСНО ЯЄЦЬ НЕМАТОД *TRICHOSTRONGYLUS TENUIS***
Є. С. Стародуб

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. Лікувально-профілактичні заходи повинні виконуватися, зважаючи на особливості життєвого циклу трихостронгілюсів та бути спрямовані на ефективне знищення їх на різних стадіях розвитку. Серед них найбільш дієвими є проведення дезінвазії об'єктів птахівництва. Метою досліджень було

встановити дезінвазійні властивості сучасних дезінфікуючих засобів відносно яєць нематод *Trichostrongylus tenuis*. Проведено експериментальне випробування в лабораторних умовах дезінфектантів за різних експозицій та концентрацій: віросану (ТОВ «БіоТестЛаб», Україна), дезсану (ТОВ «Бровафарма», Україна) та гермециду-ВС (ТОВ «Ветсинтез», Україна). Основним показником дії дезінфікуючих засобів відносно яєць нематод було значення їх дезінвазійної ефективності. Результати проведених досліджень свідчать про високий рівень дезінвазійної ефективності дезсану (94,87–100 %) відносно яєць трихостронгілюсів у 1–2 % концентраціях за експозицій 10, 30 та 60 хв. При використанні 0,5 % розчину дезсану його дезінвазійна ефективність залежно від експозиції коливалася від 49,35 до 85,47 %. Засіб віросан проявив високий рівень дезінвазійної ефективності в концентрації 0,25 % за експозиції 60 хв. (91,26 %) та в концентрації 0,5 % за експозиції 10, 30 та 60 хв. (100 %). Незадовільний рівень дезінвазійної ефективності віросан проявив у 0,1 % концентрації за експозицій 10 та 30 хв. (41,60–53,63 %). Цей дезінфектант у концентрації 0,1 % (експозиція 60 хв.), 0,25 % (експозиція 10 та 30 хв) показав задовільний рівень дезінвазійної ефективності відносно яєць нематод (60,43–82,74 %). Засіб гермецид-ВС проявив високий рівень дезінвазійної ефективності (100 %) у концентраціях 0,25 % (експозиція 30 та 60 хв.) і 0,5 % (експозиція 10–60 хв.). Незадовільний рівень дезінвазійної ефективності (39,22–52,02 %) виявлено при застосуванні гермециду-ВС у концентрації 0,1 % (експозиція 10 та 30 хв.), а задовільний (63,06–84,63 %) – у концентраціях 0,1 та 0,25 % за експозицій 60 та 10 хв. відповідно. Отримані дані дозволяють рекомендувати дезінфектанти віросан, дезсан та гермецид-ВС для дезінвазії об'єктів довілля та пташничих приміщень у боротьбі та профілактиці за наявності трихостронгіліозу гусей.

Ключові слова: гуси, *Trichostrongylus tenuis*, яйця нематод, дезінфікуючі засоби, дезінвазійна ефективність.

Вступ

Літературні джерела повідомляють, що одним із важливих чинників передачі збудників нематодозів тварин є об'єкти навколишнього середовища, де відбувається екзогенний розвиток ембріональних та постембріональних стадій гельмінтів [1–3]. Тому профілактичні заходи за наявності гельмінтозів повинні бути спрямовані на знешкодження яєць та личинок на різних стадіях їхнього розвитку. Найбільш відомим та поширеним методом є дезінвазія об'єктів довілля із застосуванням різних дезінфікуючих засобів [4–6].

Науковці різних країн світу постійно проводять експериментальні та виробничі дослідження щодо визначення дезінвазійних властивостей відомих дезінфікуючих засобів при різних гельмінтозах тварин. На основі отриманих даних вони визначають найефективніші хімічні засоби і рекомендують їх для ефективної боротьби та профілактики за паразитозів [7, 8]. Так, згідно з дослідженнями авторів, дезінфікуючий препарат на основі формальдегіду та глутарового альдегіду в концентрації 6,0 % за експозиції 24 год. проявив високий рівень овоцидної ефективності щодо яєць нематод виду *Ascaridia galli* [9]. Інші автори довели високу дезінвазійну дію дезінфектанту, що містить глутаровий альдегід, натрій додецилсульфат та ефірну олію. Цей засіб у 2 і 5 % концентраціях за 3, 6 і 24 год експозицій згубно діяв на яйця гетераксісів й аскаридій [10].

Отримані результати проведених авторами досліджень свідчать про високий ступінь дезінвазійної ефективності дезінфекційної суміші глутарового альдегіду і бензалконію хлориду щодо яєць нематод *Aonchotheca bovis*. Найбільш високий рівень овоцидної ефективності (до 100,0 %) встановлено за умов використання досліджуваної суміші в концентрації 1,0 % за експозиції 10–60 хв. [11].

Дослідження, проведені науковцями, свідчать, що дезінфікуючі засоби бровадез-плюс та екоцид С у 1,5 та 1,0 % концентраціях (експозиція 60 хв) призводять до загибелі відповідно 95,60 та 89,74 % яєць капілярій, що паразитують у курей. Одночасно дезінвазійна ефективність дезінфікуючих засобів віросан (експозиції 10–60 хв.), бровадез-плюс і екоцид С (експозиції 10, 30 хв.) виявилася низькою, де ДЕ коливалася в межах від 68,49 до 83,15 % [12].

Також автори довели високий рівень дезінвазійної дії засобу дезсан у 1,0–2,0 % концентраціях за експозицій 30–60 хв., а також та аноліт кристалу в 0,025–0,1 % концентраціях за експозицій 30–60 хв., відносно інвазійних яєць збудників капіляріозу різних видів, що паразитують у гусей [13].

Отже, для ефективного проведення профілактичних заходів за наявності гельмінтозів у птиці необхідно проводити дезінвазію, яка унеможливило зараження організму екзогенними стадіями розвитку паразитів. Однак у доступній літературі відсутні дані щодо дезінвазійної дії сучасних дезінфікуючих засобів відносно ембріональних стадій розвитку нематод виду *Trichostrongylus tenuis*,

що паразитують у гусей. Тому метою досліджень було встановити дезінвазійні властивості сучасних дезінфікуючих засобів відносно яєць нематод *Trichostrongylus tenuis*. Для досягнення мети розв'язали такі задачі: визначили дезінвазійну ефективність дезсану, віросану та гермециду-ВС відносно яєць трихостронгілюсів, що паразитують у гусей; порівняли дезінвазійну ефективність сучасних дезінфектантів за різних експозицій та концентрацій відносно яєць *T. tenuis*.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж весняного періоду 2021 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

Для визначення дезінвазійної ефективності дезінфікуючих засобів віросану (ТОВ «БіоТестЛаб», Україна), дезсану (ТОВ «Бровафарма», Україна) та гермециду-ВС (ТОВ «Ветсинтез», Україна) використовували тест-культуру яєць нематод виду *Trichostrongylus tenuis*, виділених з гонад самок гельмінтів. Статевозрілих нематод виявляли при розтині кишечників гусей, які надходили з господарств Полтавської області.

Було підготовлено дослідні чашки Петрі з різною концентрацією віросану (0,1 %, 0,25 % та 0,5 %), дезсану (0,5 %, 1,0 %, 1,5 % та 2,0 %) та гермециду-ВС (0,1 %, 0,25 % та 0,5 %), які досліджували за різних експозицій (10, 30, 60 хв.). До попередньо підготовленої суміші яєць (не менше 50 екз.) додавали такий же об'єм розчину хімічного засобу певної концентрації. Після відповідної експозиції культуру яєць трихостронгілюсів чотириразово відмивали в дистильованій воді. Після цього чашки Петрі з відмитими культурами яєць поміщали в термостат за температури 25 °С і упродовж 5 діб вели спостереження. Як контроль використовували культуру яєць, яку не обробляли дезінфікуючими засобами. Кожну добу дослідні та контрольну культури яєць розглядали під мікроскопом. Кожний дослід повторювали тричі. Підраховували кількість загинблих яєць на 50 виявлених. Встановлювали показники дезінвазійної ефективності (ДЕ, %). Оцінку дезінвазійної ефективності проводили за показниками: високий рівень ефективності – 90–100 %, задовільний – 60–89 %, незадовільний – до 60 %.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL» шляхом визначення середнього арифметичного (М) та стандартного відхилення (SD).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено високий рівень дезінвазійної ефективності дезсану ($94,87 \pm 4,44$ – 100 %) відносно яєць трихостронгілюсів у 1–2 % концентраціях за експозицій 10, 30 та 60 хв. (рис. 1).

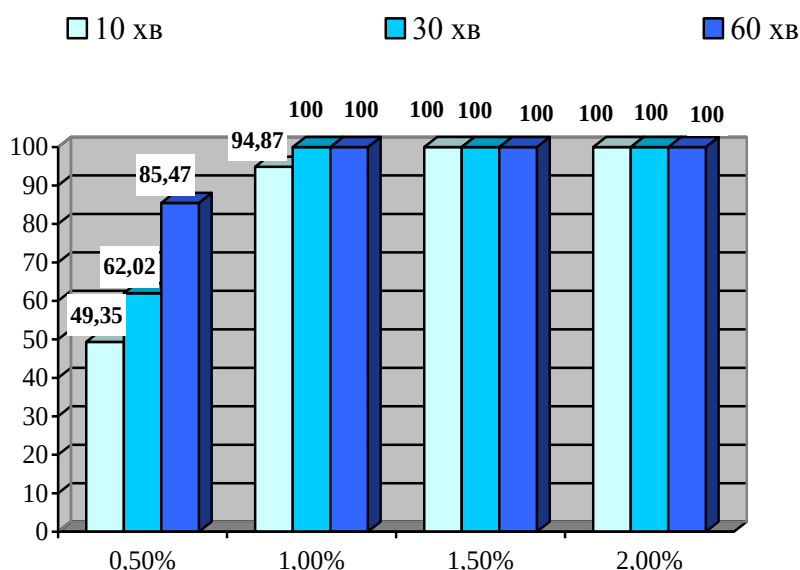


Рис. 1. Показники дезінвазійної ефективності (%) дезсану відносно яєць *Trichostrongylus tenuis*

Задовільний рівень дезінвазійної ефективності дезсану встановлено при його дії на культуру яєць у концентрації 0,5 % за експозицій 30 хв. ($62,02 \pm 10,92$ %) та 60 хв. ($85,47 \pm 6,37$ %). Неефективною виявилися обробка культури яєць трихостронгілюсів 0,5 % дезсаном за експозиції 10 хв. (ДЕ – $49,35 \pm 7,63$ %).

Засіб віросан проявив високий рівень дезінвазійної ефективності щодо яєць *T. tenuis* у концентрації 0,25 % за експозиції 60 хв. ($91,26 \pm 6,48$ %) та у концентрації 0,5 % за експозицій 10, 30 та 60 хв. (100 %) (рис. 2).

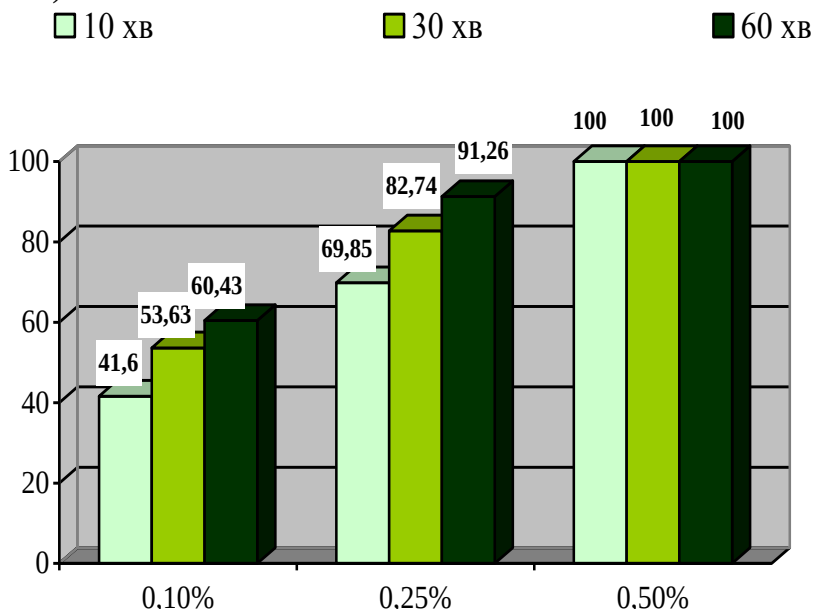


Рис. 2. Показники дезінвазійної ефективності (%) віросану відносно яєць *Trichostrongylus tenuis*

Задовільний рівень дезінвазійної ефективності відносно яєць нематод встановлено у процесі застосування віросану в концентрації 0,25 % за експозицій 10 хв. ($69,85 \pm 9,19$ %), 30 хв. ($82,74 \pm 6,16$ %), а також у концентрації 0,1 % за експозиції 60 хв. ($60,43 \pm 10,61$ %). Незадовільний рівень дезінвазійної ефективності віросан проявив у 0,1 % концентрації за експозицій 10 хв. ($41,60 \pm 10,35$ %) та 30 хв. ($53,63 \pm 9,39$ %).

Засіб гермецид-ВС проявив високий рівень дезінвазійної ефективності в концентраціях 0,25 % (експозиція 30 та 60 хв.) і 0,5 % (експозиція 10–60 хв.), де показник ДЕ сягав 100 % (рис. 3).

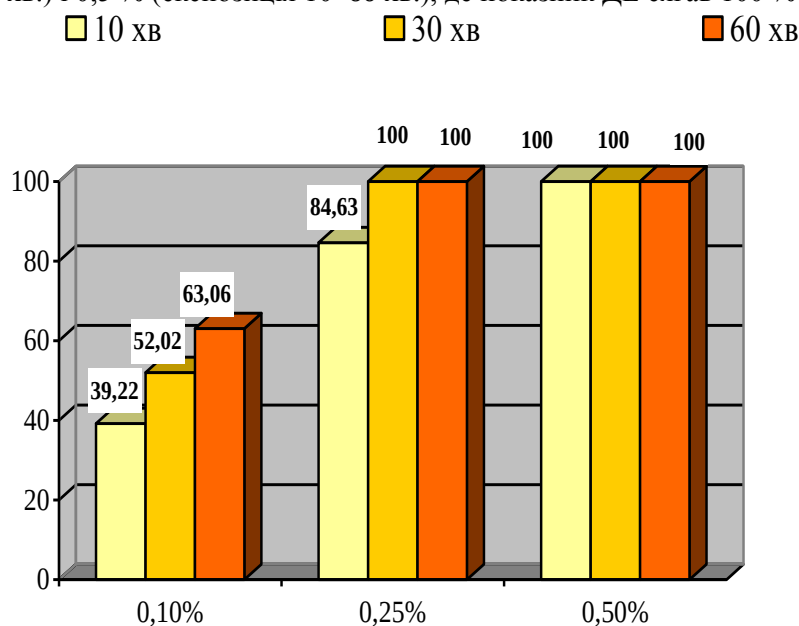


Рис. 3. Показники дезінвазійної ефективності (%) гермециду-ВС відносно яєць *Trichostrongylus tenuis*

Задовільний рівень дезінвазійної дії гермециду-ВС на культуру яєць *T. tenuis* встановлено при використанні засобу в концентрації 0,1 % за експозиції 60 хв. (ДЕ – 63,06±9,67 %) та в концентрації 0,25 % за експозиції 10 хв. (ДЕ – 84,63±2,25 %). Незадовільний рівень дезінвазійної ефективності гермецид-ВС проявив у 0,1 % концентрації за експозиції 10 хв. (39,22±7,87 %) та 30 хв (52,02±14,36 %).

Отже, дезінфікуючі засоби дезсан, віросан та гермецид-ВС мають дезінвазійну дію щодо яєць трихостронгілюсів, що паразитують у гусей. Водночас показник їх дезінвазійної ефективності залежить від концентрації хімічного засобу та експозиції його застосування.

Літературні джерела повідомляють про важливість проведення дезінвазії як ефективного метода боротьби та профілактики за наявності гельмінтозів у тваринництві та птахівництві. Причому більшість виробників пропонують дезінфікуючі засоби, які не мають відомостей щодо їх дезінвазійних властивостей [14–16]. Тому більшість науковців зазначають про важливість визначення ефективності дії дезінфектантів відносно екзогенних стадій розвитку паразитів за тих чи тих нематодозів [17–20].

Результати проведених досліджень свідчать про дезінвазійні властивості сучасних дезінфікуючих засобів відносно яєць нематод виду *Trichostrongylus tenuis*, а саме: віросану (ТОВ «БіоТестЛаб», Україна), дезсану (ТОВ «Бровафарма», Україна) та гермециду-ВС (ТОВ «Ветсинтез», Україна). Доведено високу дезінвазійну ефективність 1–2 % дезсану (до 100 %) за експозиції 10–60 хв.; віросану – в концентрації 0,25 % за експозиції 60 хв. (ДЕ – 91,26 %) та в концентрації 0,5 % за експозиції 10–60 хв. (ДЕ – 100 %), а також гермециду-ВС – у концентрації 0,25 % за експозиції 30–60 хв. та в концентрації 0,5 % за експозиції 10–60 хв. (ДЕ – 100 %). Схожі дані отримали науковці, які відзначили високий рівень дезінвазійної ефективності 1,0–2,0 % дезсану за експозиції 30–60 хв. відносно інвазійних яєць капілярій, що паразитують у гусей [13].

Отримані дані дають змогу рекомендувати дезінфектанти віросан, дезсан та гермецид-ВС для дезінвазії об'єктів довілля та птахівничих приміщень у боротьбі та профілактиці за наявності трихостронгільозу в гусей.

Висновки

Виявлено високий рівень дезінвазійної ефективності дезсану відносно яєць трихостронгілюсів при застосуванні його у 1–2 % концентраціях за експозицій 10, 30 та 60 хв. (94,87–100 %). Засіб віросан проявив високий рівень дезінвазійної ефективності в концентрації 0,25 % за експозиції 60 хв. (91,26 %) та в концентрації 0,5 % за експозицій 10, 30 та 60 хв. (100 %) відносно ембріональних стадій розвитку *Trichostrongylus tenuis*. Дезінфікуючий засіб гермецид-ВС у концентраціях 0,25 % (експозиція 30 та 60 хв.) і 0,5 % (експозиція 10–60 хв.) призводив до 100 % загибелі культури яєць трихостронгілюсів.

Перспективи подальших досліджень. Перспективами подальших досліджень є вивчити дезінвазійну ефективність сучасних дезінфікуючих засобів відносно інвазійних та неінвазійних личинок *Trichostrongylus tenuis*, що паразитують у домашніх гусей.

References

1. Dubná, S., Langrová, I., Jankovská, I., Vadlejcha, J., Pekárb, S., Nápravníka, J., & Fechtner, J. (2007). Contamination of soil with *Toxocara* eggs in urban (Prague) and rural areas in the Czech Republic. *Veterinary Parasitology*, 144 (1–2), 81–86. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.023
2. Traversa, D., Frangipane di Regalbono, A., Di Cesare, A., La Torre, F., Drake, J., & Pietrobelli, M. (2014). Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasites & Vectors*, 7, 67. doi: 10.1186/1756-3305-7-67
3. Moskvina, T. V., Bartkova, A. D., & Ermolenko, A. V. (2016). Geohelminths eggs contamination of sandpits in Vladivostok, Russia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9 (12), 1215–1217. doi: 10.1016/j.apjtm.2016.11.002.
4. Tamási, G. (1995). Testing disinfectants for efficacy. *Scientific and Technical Review*, 14 (1), 75–79.
5. Mielke, D., & Hiepe, T. (1998). The effectiveness of different disinfectants based on p-chloro-m-cresol against *Ascaris suum* eggs under laboratory conditions. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 111 (7–8), 291–294.
6. Zóltowska, K., Białowas, K., & Lopeńska, E. (2000). Influence of zinc and lead ions on the development of eggs of *Ascaris suum* (Nematoda). *Wiadomości Parazytologiczne*, 46 (4), 501–506.

7. Stromberg, B. E. (1997). Environmental factors influencing transmission. *Veterinary Parasitology*, 72(3–4), 247–256. doi:10.1016/s0304-4017(97)00100-3.
8. Nowakowicz-Dębek, B., Ondrašovič, M., Bis-Wencel, H., & Saba, L. (2001). Soil pollution with parasite eggs and larvae at fur-bearing animal farms. *Medycyna Weterynaryjna*, 57 (3), 202–203.
9. Palij, A. P., & Sumakova, N. V. (2018). Vyznachennja dezinvazijnyh vlastyvostej dezzasobu «Fag». *Veterynarna Biotehnologija*, 32 (2), 405–412. [In Ukrainian].
10. Pavlenko, S. V., Lucenko, L. I., & Sumakova, N. V. (2010). Vyvchennja efektyvnosti dezinfektantiv pry gel'mintozah ptyci. *Efektivne Ptahivnyctvo*, 6, 40–42. [In Ukrainian].
11. Melnychuk, V. V., Yuskiv, I. D., & Pishchalenko, M. A. (2020). Ovocidal action of glutaraldehyde and benzalkonium chloride mixture on *Aonchotheca bovis* (Nematoda, Capillariidae) embryogenesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11 (2), 175–179. doi: 10.15421/022026
12. Yevstafieva, V. O., & Natjagla, I. V. (2017). Vyvchennja dezinvazijnyh vlastyvostej zasobiv dezinfekcii' shhodo jajec gel'mintiv kurej rodu *Capillaria*. *Visnyk Zhytomyrs'kogo Nacional'nogo Agroekologichnogo Universytetu*, 1 (58), 128–132. [In Ukrainian].
13. Yevstafieva, V. O., & Yresko, V. I. (2018). Dezinvazionnaja jeffektivnost' novogo sredstva dezinfekcii' odnositel'no jaic nematod roda *Capillaria*. *Uchenye Zapiski Uchrezhdenija Obrazovaniya «Vitebskaja Ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennaja Akademija Veterinarnej Medicyny»*, 54 (1), 17–20. [In Russian].
14. Kates, K. C. (1965). Ecological aspects of helminth transmission in domesticated animals. *American Zoologist*, 5, 95–130. doi: 10.1093/icb/5.1.95
15. Calegario-Marques, C., & Amato, S. B. (2014). Urbanization breaks up host-parasite interactions: a case study on parasite community ecology of rufous-bellied thrushes (*Turdus rufiventris*) along a rural-urban gradient. *PLoS One*, 9 (7), e103144. doi: 10.1371/journal.pone.0103144
16. Cable, J., Barber, I., Boag, B., Ellison, A. R., Morgan, E. R., Murray, K., Pascoe, E. L., Sait, S. M., Wilson, A. J., & Booth, M. (2017). Global change, parasite transmission and disease control: lessons from ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 372 (1719), 20160088. doi: 10.1098/rstb.2016.0088
17. Wharton, D. A. (1983). The production and functional morphology of helminth egg-shells. *Parasitology*, 86 (4), 85–97. doi: 10.1017/s003118200005085x
18. Smales, L. R. (1984). The egg-shell of *Labiostrongylus eugenii* (Nematoda, Strongyloidea): structure and function. *International Journal for Parasitology*, 14 (3), 231–239. doi: 10.1016/0020-7519(84)90073-0
19. Brownell, S. A., & Nelson, K. L. (2006). Inactivation of single-celled *Ascaris suum* eggs by low-pressure UV radiation. *Applied and Environmental Microbiology*, 72 (3), 2178–2184. doi: 10.1128/AEM.72.3.2178-2184.2006
20. Zazharskyi, V. V., Davydenko, P., Kulishenko, O., Chumak, V., Kryvaya, A., Biben, I. A., Tishkina, N. M., Borovik, I., Boyko, O. O., & Brygadyrenko, V. V. (2018). Bactericidal, protistocidal and nematocidal properties of mixtures of alkyl dimethylbenzyl ammonium chloride, didecyldimethyl ammonium chloride, glutaraldehyde and formaldehyde. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9 (4), 540–545. doi: 10.15421/021881

Стаття надійшла до редакції: 20.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Стародуб Є. С. Дезінвазійні властивості сучасних дезінфікуючих засобів відносно яєць нематод *Trichostrongylus tenuis*. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 242–247.

© Стародуб Євгеній Сергійович, 2020



original article | UDC 616-053.2+576.895.1 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.32

EPIZOOTIC SITUATION REGARDING HELMINTHIASES OF WATERFOWL
ON FARMS OF SUMY REGION

L. V. Nagorna

ORCID  [0000-0001-8307-183X](https://orcid.org/0000-0001-8307-183X)

Sumy National Agrarian University, 160, G. Konrdatieva Str., Sumy, 40021, Ukraine

E-mail: lvn_10@ukr.net

How to Cite

Nagorna, L. V. (2021). Epizootic situation regarding helminthiases of waterfowl on farms of Sumy region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 248–253. doi: 10.31210/visnyk2021.02.32

Helminthiases have been and remain an unsolved problem on poultry farms. Waterfowl, regardless of the natural and climatic characteristics of farms' location, is affected to different degrees by various types of helminthes. The method of keeping, the frequency of anti-helminthic treatments, and the density of the live-stock, affect the species characteristics of helminthiases. With the combined course of helminthiases, the economic losses from infections grow. Accordingly, the knowledge of their nosological profile is the first stage in the development of effective schemes for the prevention of helminthiases. The purpose of our work was to find out the spreading of geese helminthiases on household farms of Sumy region, to establish the prevalence and intensity of the invasion, the seasonal dynamics of helminthiases manifestation among the poultry. To achieve the goal, the coproovoscopic study of geese feces was carried out and their species characteristics were determined. According to the results of the studies, the spreading of geese helminthiases was established on household farms in Sumy region and a clear seasonal dynamics of their manifestation was noted. The peak of infestation with helminthiases was recorded in summer and autumn. During this period, the maximum prevalence of infection by the following identified species of helminthes was established: *amidostomas* (85.4 %), *ganguleterakisas* (52.0 %) and *trichostrongyles* (36.0 %). The tendency towards a decrease in the prevalence of the infection in the spring was determined. EI for *amidostomosis* was 26.3 %, for *ganguleterakosis* – 32.4 % and *trichostrongylosis* – 4.7 %. II at *amidostomosis* and *ganguleterakosis* reached the maximum in the autumn: 3.48 ± 0.61 and 4.04 ± 0.62 specimens/ drop of flotation liquid, respectively. At the same time, the peak of II at *trichostrongylosis* was during the winter period – 3.22 ± 0.36 specimens/drop of flotation liquid. Helminthiases are an urgent problem for private farms in Sumy region. In the nosological profile of helminthiases, the causative agents of *amidostomosis*, *ganguleterakosis*, and *trichostrongylosis* were identified during the study period.

Key words: waterfowl, helminthiases, *amidostomosis*, *ganguleterakosis*, *trichostrongylosis*, spreading, epizootic situation

ЕПІЗООТИЧНА СИТУАЦІЯ ЩОДО ГЕЛЬМІНТОЗІВ ВОДОПЛАВНОЇ ПТИЦІ В
ГОСПОДАРСТВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Л. В. Нагорна

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Гельмінтози були й залишаються нерозв'язаною проблемою птахівничих господарств. Водоплавна птиця незалежно від природно-кліматичних характеристик розташування господарств може бути уражена різними видами гельмінтів. Спосіб утримання, кратність антгельмінтних обробок, щільність поголів'я впливають на видову характеристику гельмінтозів. За умов асоційованого перебігу гельмінтозів економічні втрати від інвазування зростають. Відповідно, обізнаність щодо їхнього нозологічного профілю є першим етапом при розробці ефективних схем профілактики

гельмінтозів. Метою нашої роботи було з'ясувати поширення гельмінтозів гусей у присадибних господарствах Сумської області, встановити екстенсивність та інтенсивність інвазії, сезонну динаміку прояву гельмінтозів серед поголів'я. Для досягнення мети було проведено копроовоскопічні дослідження фекалій гусей та визначено їхні видові характеристики. За результатами проведених досліджень встановлено поширення гельмінтозів гусей в умовах присадибних господарств Сумської області та відмічена чітка сезонна динаміка їхнього прояву. Пік інвазії гельмінтозами реєструвався влітку та восени. В цей період виявлено максимальну екстенсивність інвазії ідентифікованими видами гельмінтів: амідостомами (85,4 %), гангулєтераками (52,0 %) та трихостронгілюсами (36,0 %). Визначена тенденція до зниження екстенсивності інвазії навесні. Відповідною ЕІ за наявності амідостомозу становила 26,3 %, гангулєтеракозу – 32,4 % та трихостронгілюозу – 4,7 %. Інтенсивність інвазії за амідостомозу та гангулєтеракозу досягала максимальних значень восени: $3,48 \pm 0,61$ та $4,04 \pm 0,62$ екз./ краплі флотаційної рідини, відповідно. Тоді як пік ІІ за наявності трихостронгілюозу припадав на зимовий період $3,22 \pm 0,36$ екз./ краплі флотаційної рідини. Гельмінтози є актуальною проблемою для присадибних господарств Сумської області. У нозологічному профілі гельмінтозів за досліджуваний період визначено збудників амідостомозу, гангулєтеракозу, трихостронгілюозу.

Ключові слова: водоплавна птиця, гельмінтози, амідостомоз, гетеракоз, трихостронгілюоз, поширення, епізоотична ситуація.

Вступ

Однією з галузей тваринництва, яка має інтенсивні темпи розвитку та найбільшу сталість щодо поголів'я, є птахівництво. Основна частина господарств займається розведенням суходільної птиці, хоча не варто забувати про водоплавну птицю (гусей і качок), вирощування яких забезпечує отримання від них м'яса, жиру, жирної печінки, пухо-перової сировини. В Україні нині недостатньо підприємств, які би займалися вирощуванням водоплавної птиці. Основна частка поголів'я гусей і качок утримується у присадибних господарствах населення, де загалом і споживається [1, 2].

У світі найбільшим споживачем м'яса гусей та качок є Китай. Станом на січень 2021 р., згідно з даними Державної служби статистики України вироблено 27 та 17 тис. тонн м'яса качок та гусей, відповідно. Для інтенсифікації виробництва м'яса водоплавної птиці, підтримання епізоотичного благополуччя поголів'я – важливий складник подальшого успіху [2–4]. Значна частка патологій водоплавної птиці в господарствах різних виробничих потужностей, не лише в умовах птахівничих господарств України, але й за кордоном, припадає на інвазійні захворювання [3–6]. Загалом у водоплавної птиці паразитує понад 150 видів гельмінтів. У структурі інвазійних захворювань значна частина належить гельмінтозам шлунково-кишкового тракту. Суттєвий вплив на інтенсивність інвазії та видовий спектр гельмінтозів спричиняють сезонні, ветеринарно-санітарні та технологічні особливості вирощування птиці [4, 7–10]. За підлогового та вигульного утримання птиці поодинокі реєструються моноінвазії, частіше гельмінтози мають асоційований перебіг. Факторами, що сприяють поширенню гельмінтозів в умовах присадибних та дрібних фермерських господарств, є відсутність своєчасних антгельмінтних обробок батьківського стада, сумісне утримання молодняка та дорослого поголів'я, відсутність чи неналежне проведення комплексу дезінвазійних заходів. У разі асоційованого перебігу заразних захворювань спостерігаються непоодинокі випадки загибелі як молодняка, так і дорослого поголів'я. Відсутність у господарстві систематичного контролю за гельмінтофауною нерідко призводить до загального зниження резистентності поголів'я, яке є небезпечним як для молодняка, так і для представників батьківського стада [11–14]. Наслідком цього є зниження несучості, відставання в рості та розвитку молодняка, погіршення якісних характеристик м'яса птиці, а у разі високої інтенсивності інвазії – загибель як наслідок інтоксикації.

На жаль, боротьбі з гельмінтозами водоплавної птиці не завжди приділяють належну увагу, особливо, якщо її вирощують в умовах присадибних господарств населення та дрібних фермерських господарств, тому непоодинокі випадки їх безсимптомного перебігу [15–19].

Відповідно, обізнаність щодо нозологічного профілю є важливим етапом при розробці ефективних схем боротьби та профілактики гельмінтозів.

Метою нашої роботи було з'ясувати поширення гельмінтозів водоплавної птиці за умови вирощування в умовах присадибних господарств Сумської області, встановити екстенсивність та інтенсивність інвазії, сезонну динаміку прояву гельмінтозів серед поголів'я.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2020 року на базі лабораторії кафедри епізоотології та паразитології Сумського національного аграрного університету, а також в умовах фермерських господарств Сумської області, де утримувалася водоплавна птиця (гуси) великої сірої та місцевих порід. Досліджували молодняк та представників батьківського стада віком до двох років. В усіх обстежених господарствах застосовували підлогове утримання гусей, з використанням вільних вигулів. Також птиця мала вільний доступ до природних вододжерел. Кормами господарства забезпечені за рахунок власного виробництва. Господарства є благополучними щодо інфекційних захворювань птиці. Відбір проб фекалій (посліду птиці) проводили щомісяця методом відбору проб безпосередньо після акту дефекації з підлоги чи з клоаки. Для копроовоскопії застосовували стандартизований метод флотації з розчином нітрату амонію за Г. О. Котельниковим та В. М. Хреновим. Видову належність яєць гельмінтів гусей проводили, застосовуючи оптичну мікроскопію за використанням атласу диференційної діагностики гельмінтозів [20]. У господарствах не проводили дезінвазії вигульних майданчиків та приміщень для утримання птиці.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених копроовоскопічних досліджень виявлено поширення гельмінтозів гусей в умовах присадибних господарств Сумської області. За вивченням морфологічної будови виявлених у посліду гусей інвазійних елементів встановлено наявність нематод видів *Amidostomum anseris* Zeder, 1800, *Trichostrongylus tenuis* Mehlis, 1846, та роду *Heterakis* Dujardin, 1845, рис. 1 а-с.

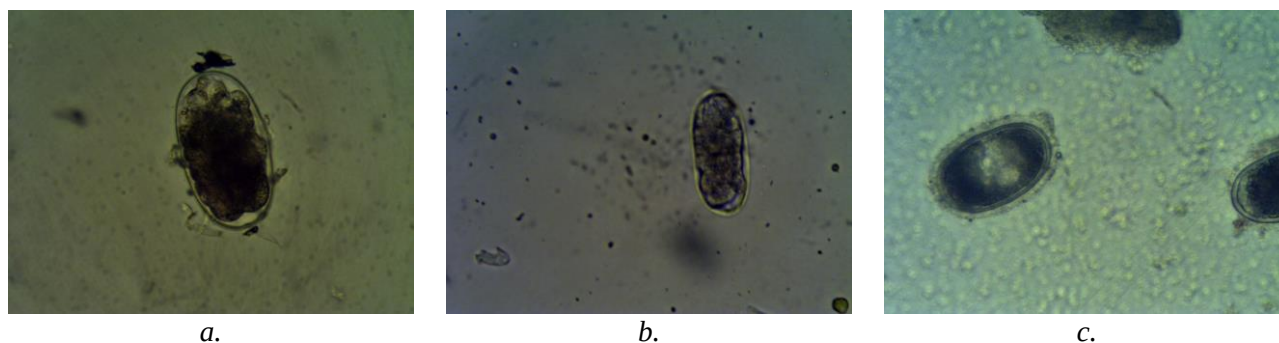


Рис. Яйця збудники нематодозів травного каналу гусей:

а. – види *Amidostomum anseris* б. – види *Trichostrongylus tenuis* с. – роду *Heterakis* (× 400).

Варто зазначити, що визначений у дослідях видовий та родовий склад гельмінтозів травного каналу гусей цілком узгоджується із даними науковців, які вказують на значне поширення в межах України нематод видів *Amidostomum anseris* Zeder, 1800, *Trichostrongylus tenuis* Mehlis, 1846, *Heterakis gallinarum* Schrank, 1788 та *Heterakis dispar* Schrank, 1790 [21–24].

Результати проведених досліджень свідчать, що показники екстенсивності та інтенсивності гельмінтозних інвазій у гусей на території Сумської області залежали від пори року (табл. 1).

1. Показники екстенсивності інвазії за наявності різних гельмінтозів гусей залежно від пори року

Сезон	Обстежено	Інвазовано, %		
		амідостомоз	гангулетеракоз	трихостронгільоз
Зима	45	64,0	42,0	10,0
Весна	65	26,3	32,4	4,7
Літо	74	81,1	46,0	28,4
Осінь	75	85,4	52,0	36,0

З'ясовано, що виявлені гельмінтози в гусей діагностуються впродовж року, однак максимальну ураженість ними зафіксовано в літньо-осінній період з піком восени. Зокрема, в цей період у гусей екстенсивність амідостомозної інвазії сягала 85,4 %, гангулетеракозної 52,0 %, а трихостронгільозної 36,0 %. Узимку показник інвазованості гусей амідостомозом, гангулетеракозом та трихостронгільозом мав тенденцію до зниження та становив 64,0, 42,0 та 10,0 % відповідно.

Мінімальну екстенсивність перелічених гельмінтозів реєстрували навесні. Відповідною ЕІ за наявності амідостомозу становила 26,3 %, гангулетеракозу – 32,4 % та трихостронгільозу – 4,7 %. Потрібно зазначити, що влітку показник ураженості гусей мав тенденцію до поступового підвищення.

Вивчаючи показники інтенсивності інвазії збудниками амідостомозу, гангулетеракозу та трихостронгільозу, виявлені певні закономірності (табл. 2).

2. Показники інтенсивності інвазії за наявності різних гельмінтозів гусей залежно від пори року

Сезон	Амідостомоз	Гангулетеракоз	Трихостронгільоз
Зима	2,15±0,49	1,98±0,45	3,22±0,36
Весна	1,3±0,45	0,64±0,12	0,94±0,17
Літо	2,24±0,52	2,01±0,57	2,01±0,64
Осінь	3,48±0,61	4,04±0,62	2,26±0,57

Зокрема пік амідостомозної та гангулетеракозної інвазії був зафіксований восени: 3,48±0,61 та 4,04±0,62 екз./краплі флотаційної рідини, відповідно, тоді як за наявності трихостронгільозу він припадав на зимовий період 3,22±0,36 екз./ краплі флотаційної рідини.

Узимку інтенсивність амідостомозної та гангулетеракозної інвазій знижувалася та сягала мінімального значення навесні (1,3±0,45 та 0,64±0,12 екз./краплі флотаційної рідини відповідно). Варто зазначити, що інтенсивність трихостронгільозної інвазії в літньо-осінній період була приблизно на однаковому рівні 2,01±0,64 – 2,26±0,57 екз./краплі флотаційної рідини, а мінімальне її значення було зафіксовано навесні 0,94±0,17 екз./краплі флотаційної рідини.

Отже, за результатами проведених досліджень з'ясовано, що нематодози травного каналу гусей є досить поширеними на території Сумської області, а показники інвазованості птиці (екстенсивності та інтенсивності інвазії) залежать від пори року. Необхідно відмітити, що про наявність сезонності різних паразитарних захворювань тварин та птиці у своїх роботах зазначають багато науковців. Зокрема, українські науковці виявили закономірності сезонного прояву езофагостомозної [25] та трихуридозної [26, 27] інвазій у свиней з піками в літньо-осінній період року. У домашньої птиці також спостерігається виражена сезонність гельмінтозних захворювань, наприклад, капіляріозна інвазія в домашніх курей характеризується піком захворювання в осінньо-зимовий період [28], що стосується гусей, то за результатами копроовоскопічних досліджень у весняно-літній період, а за результатами гельмінтологічного розтину в зимово-весняний період року [29].

Висновки

Гельмінтози є актуальною проблемою для присадибних господарств Сумської області. У нозологічному профілі гельмінтозів за досліджуваний період визначено збудників травного каналу амідостомозу (*Amidostomum anseris*), гетеракозу (роду *Heterakis*) та трихостронгільозу (*Trichostrongylus tenuis*). Визначена залежність показників екстенсивності та інтенсивності інвазії від пори року. Сезонна динаміка амідостомозної та гетеракозної інвазій характеризується піком восени (ЕІ – 85,4 та 52,0 % за П – 3,48±0,61 та 4,04±0,62 екз./краплі флотаційної рідини, відповідно) а трихостронгільозної – піком екстенсивності в осінній період – 36,0 %, а інтенсивності в зимовий – 3,22±0,36 62 екз./краплі флотаційної рідини.

Перспективи подальших досліджень. Під час подальших досліджень планується вивчити епізоотичну ситуацію щодо гельмінтозів гусей у спеціалізованих господарствах Сумської області та з'ясувати ефективність основних антгельмінтних препаратів, представлених на ринку ветеринарних препаратів, у комплексі лікувальних заходів за наявності гельмінтозів у водоплавної птиці.

References

1. Melnyk, V. (2020). Globalni tendenciyi v gusivnyctvi. *Nashe Ptaxivnyctvo*, 1 (67), 15–17. [In Ukrainian].
2. Melenyuk, S. (2021). Ptaxivnyctvo Ukrayiny ta Polshhi. *Nashe Ptaxivnyctvo*, 1 (73), 14–17. [In Ukrainian].
3. Korolenko, L. (2010). Monitoryng gelmintoziv ta ejmerioziv svijskoyi ptyci ptyci. *Veterynarna Medycyna Ukrayiny*, 7, 14–16. [In Ukrainian].

4. Engasheva, E. S. (2011). Rasprostraneniye gelmintozov gusey v usloviyakh nekotorykh oblastey Nechornozemia. *Aktualnyye Voprosy Veterinarnoy Biologii*, 4, 14–17. [In Russian].
5. Wang, X. Q., Lin, R. Q., Gao, Y., Cheng, T., Zou, S. S., He, Y., Li, G. Y., Weng, Y. B., & Zhu, X. Q. (2012). Prevalence of intestinal helminths in domestic goose (*Anser domesticus*) in Qingyuan, Guangdong Province, China. *African Journal of Microbiology Research*, 6 (40), 6843–6846. doi: 10.5897/AJMR12.706
6. Yousuf, M., Das, P., Anisuzzaman, M., & Banowary, B. (1970). Gastro-intestinal helminths of ducks: Some Epidemiologic and pathologic aspects. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 7 (1), 91–97. doi: 10.3329/jbau.v7i1.4969
7. Waruiru, R. M., Mavuti, S. K., Muthia, P. G., & Njagi, L. W. (2018). Prevalence and intensity of gastrointestinal helminth infestations of free range domestic ducks in Kenya. *Livestock Research for Rural Development*. 30 (4). Retrived from: <http://www.lrrd.org/lrrd30/4/rmwa30066.html>.
8. Gicik, Y., & Arslan, M. (2003). The Prevalence of Helminths in the Alimentary Tract of Geese (*Anser anser domesticus*) in Kars District, Turkey. *Veterinary Research Communications*, 27, 391–395. doi: 10.1023/A:1024710221179
9. Seyidbeyli, M. I., & Rzayev, F. H. (2018). Helminth fauna of waterfowl poultry in the territory of babak region of Nakhchivan AR. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (1), 1668–1671.
10. Larki, S., Alborzi, A., Chegini, R., & Amiri, R. A. (2018). Preliminary survey on gastrointestinal parasites of domestic ducks in Ahvaz, Southwest Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, 13 (1), 137–144.
11. Agüero, M. L., Gilardoni, C., Cremonte, F., & Diaz, J. I. (2015). Stomach nematodes of three sympatric species of anatid birds off the coast of Patagonia. *Journal of Helminthology*, 90 (6), 663–667. doi: 10.1017/s0022149x15000899
12. Chang, S. C., Lin, M. J., Fan, Y. K., & Lee, T. T. (2016). Effects of lighting intensity on growth and reproductive performance of breeder geese. *Journal of Applied Poultry Research*, 25 (3), 315–321. doi: 10.3382/japr/pfw009
13. 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
14. Amundson, C. L., Traub, N. J., Smith-Herron, A. J., & Flint, P. L. (2016). Helminth community structure in two species of arctic-breeding waterfowl. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5 (3), 263–272. doi: 10.1016/j.ijppaw.2016.09.002
15. Al-lahaibi Baydaa, Hasan, M., & Altaee, A. (2021). Incidence of internal parasites of the slaughtered local breeds of ducks and geese. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35 (1), 39–44. doi: 10.33899/ijvs.2020.126242.1272
16. Anisuzzaman, M. A., Rajman, M. H., & Mondal, M. M. (2005). Helminth parasites in indogenous duck: Seasonal dynamic and effect on production performance. *Journal of The Bangladesh Agricultural University*, 3 (2), 291–295. doi: 10.22004/ag.econ.27648
17. Ben Slimane, B. (2014). Prevalence of the gastro-intestinal parasites of domestic chicken *Gallus domesticus* Linnaeus, 1758 in Tunisia according to the agro-ecological zones. *Journal of Parasitic Diseases*, 40 (3), 774–778. doi: 10.1007/s12639-014-0577-5
18. Zajac, A. M., & Conboy, G. A. (2012). *Veterinary clinical parasitology*: 8th. Wiley-Blackwel.
19. Hamadani, H., Khan, A., Wani, Z., Jalal, H., Bihaqi, S., & Mir, M. (2017). Parasitic Profile of Domestic Geese of Kashmir. *International Journal of Livestock Research*, 1, 129–133. doi: 10.5455/ijlr.20170409094535
20. Dakhno, I. S., Berezovskyi, A. V., Halat, V. F., Aranchii, S. V., Yevstafieva, V. O., Dakhno, H. P., & Prykhodko, Yu. O. (2001). *Atlas helmintiv tvaryn*. Kyiv: Vetinform [In Ukrainian].
21. Yevstafieva, V. A., Melnychuk, V. V., Nikiforova, O. V., Suprunenko, K. V., Korchan, L. N., Lokes-Krupka, T. P., Nehrebetskyi, I. S., & Korchan, N. I. (2018). Comparative morphology and biology of nematodes of genus *Heterakis* (Nematoda, Heterakidae), parasites of the domestic goose (*Anser anser*) in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9 (2), 229–236. doi: 10.15421/021834
22. Yevstafieva, V., Yeresko, V., Melnychuk, V., & Bakhur, T. (2020). Prevalence and co-infection of *Baruscapillaria* genus (Nematoda, Capillariidae) in domestic goose in Ukraine. *Folia Veterinaria*, 64 (1), 32–38. doi: 10.2478/fv-2020-0005
23. Starodub, Ye. S., & Melnychuk, V. V. (2020). Epizootologichni osoblyvosti perebihu trykhostronhilozu husei u hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 224–229. doi: 10.31210/visnyk2020.04.28 [In Ukrainian].

24. Yeresko, V. I., & Kovalenko, V. O. (2017). Kapiliarioz u skladi mikstinvazii travnoho kanalu husei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 143–145. doi: 10.31210/visnyk2017.04.29 [In Ukrainian].
25. Manoilo, Yu. B. (2014). Sezonna ta vikova dynamika ezofahostomozu svynei v umovakh hospodarstv Poltavskoi oblasti. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii imeni S. Z. Hzhyskoho*, 16 (2 (1), 228–234. [In Ukrainian].
26. Melnychuk, V. V. (2016). Trykhuroz svynei (poshyrennia, diahnozyka, zakhody borotby ta profilaktyky). *Extended abstract of candidates thesis*. Lviv [In Ukrainian].
27. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2018). *Trykhuroz svynei: Monohrafiia*. Poltava: TOV NVP “Ukrpromtorhservis”. [In Ukrainian].
28. Natiahla, I. V. (2016). Sezonna dynamika kapiliariozu kurei v umovakh hospodarstv Poltavskoi oblasti. *Problemy Zooinzhenierii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 33 (2), 145–148. [In Ukrainian].
29. Yevstafieva, V. O., & Yeresko, V. I. (2018). Sezonna dynamika kapiliariozu husei. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 119–121. doi: 10.31210/visnyk2018.01.22 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 21.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Нагорна Л. В. Епізоотична ситуація щодо гельмінтозів водоплавної птиці в господарствах Сумської області. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 248–253.

© Нагорна Людмила Володимирівна, 2021



original article | UDC 636.7.09:616-073.75:616.329 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.33

X-RAY EXAMINATION OF DOG FOR THE ESOPHAGUS DILATATION (CLINICAL CASE)

T. P. Lokes-Krupka*

N. S. Kanivets

L. P. Karysheva

O. D. Soboleva

Ya. R. Obidnyi

ORCID  [0000-0002-6302-9615](https://orcid.org/0000-0002-6302-9615)

ORCID  [0000-0001-9520-2999](https://orcid.org/0000-0001-9520-2999)

ORCID  [0000-0002-0124-4774](https://orcid.org/0000-0002-0124-4774)

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

*Corresponding author

E-mail: terra_vet@ukr.net

How to Cite

Lokes-Krupka, T. P., Kanivets, N. S., Karysheva, L. P., Soboleva, O. D., & Obidnyi, Ya. R. (2021). X-ray examination of dog for the esophagus dilatation (clinical case). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 254–258. doi: 10.31210/visnyk2021.02.33

The article describes a clinical case of mega-esophagus in a domestic Pekingese dog aged 8 years, weighing 5 kg. The animal was examined according to the generally accepted scheme, namely collecting anamnesis, clinical study (thermometry, palpation, auscultation), X-ray of the esophagus. History: general depression, restlessness, anorexia, frequent swallowing, dyspnea, cough, hyper-salivation, intermittent vomiting after feeding or drinking. During the dog's examination, general depression at the background of anxiety, increased respiratory rate (29 movements/min) and heart rate (135 beats/min) were found. The body temperature was within physiological fluctuations and made 38.3 °C; at esophageal palpation, pain was not detected. According to the results of clinical studies, the veterinary doctor did not diagnose the development of esophageal dilation. But it should be noted that the anamnesis data of the diseased dog indicated dysphagia that were the signs of the esophagus dilatation (mega-esophagus). The next step was X-ray examination of the esophagus (head, neck and chest) of the diseased dog. On the radiograph, the mega-esophagus was visualized as a long dilatation of the esophagus with a diameter of 26.79 mm, which was filled with both liquid and gases. Moreover, in the chest cavity, the focuses of pneumonic infiltration were revealed. The obtained data of X-ray examination of the diseased dog clearly visualize the dilatation of the esophagus (mega-esophagus), which causes metabolic disorders. Normally the esophagus is actively involved in the flow of food from the mouth into the stomach. In this case, the food lump, which is impregnated with saliva and partially chewed, enters the esophagus, which begins to contract. The contractions of the latter take place in the presence of the muscular layer, but in the case of the esophagus pathology, in particular its dilatation, the wall of the esophagus is stretched and tense, so the muscles do not contract. The feed mass that enters the esophagus cannot move further, remains in it and begins to rot (because the secretory glands in the esophagus are absent). The formed toxins of putrefactive micro-flora intoxicate the dog's body, cause inflammation of the esophagus, nose, bronchi and even lungs. The prognosis is cautious and often unfavorable. Thus, the examination of the Pekingese dog with the use of X-ray examination enabled to establish the final diagnosis – mega-esophagus.

Key words: mega-esophagus, diseased animal, radiography, esophagus spasm, diagnosis.

РЕНТГЕНОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СОБАКИ ЗА НАЯВНОСТІ РОЗШИРЕНОГО СТРАВОХОДУ (КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК)

Т. П. Локес-Крупка, Н. С. Канівець, Л. П. Карішева, О. Д. Соболєва, Я. Р. Обідний

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведений опис клінічного випадку мегаезофагусу у свійського собаки породи пекінес віком 8 років, масою тіла 5 кг. Тварину досліджували за загальноприйнятою схемою, а саме збір анамнестичних даних, клінічні дослідження (термометрія, пальпація, аускультация), рентгенографія стравоходу. Анамнестичні дані: пригнічення загального стану, неспокій, анорексія, часті ковтальні рухи, задихка, кашель, гіперсаливація, періодичне блювання після годівлі, або пиття. У собаки під час огляду виявили пригнічення загального стану на тлі неспокою, збільшення частоти дихальних рухів (29 рух./хв.), частоти скорочень серця (135 уд./хв.), температура тіла була в межах фізіологічних коливань і становила 38,3 °C, за пальпації стравоходу болючості не виявлено. За результатами клінічних досліджень лікар ветеринарної медицини не встановив розвитку розширення стравоходу. Але слід відмітити, що відмічені у хворій собаки дані анамнезу вказували на дисфагію та були ознаками розширення стравоходу (мегаезофагусу). Наступним кроком були проведені рентгенологічні дослідження стравоходу (ділянки голови, ший та грудного відділу) хворій собаки. На рентгенограмі мегаезофагус візуалізувався як протяжне розширення стравоходу діаметром 26,79 мм, яке було заповнене як рідиною, так і газами. Водночас у грудній порожнині виявляли вогнища пневмонічної інфільтрації. Одержані дані рентгенологічного дослідження хворій собаки чітко візуалізують розширення стравоходу (мегаезофагус), що спричинює порушення метаболізму. Кормовий ком, просочений слиною і частково пережований, надходить у стравохід, який починає скорочуватися. Скорочення останнього проходять за наявності м'язового шару, однак у разі патології стравоходу, зокрема розширення, стінка езофагусу розтягнута і напружена, тому м'язи не скорочуються. Кормова маса не може просуватися далі і починає загніватися. Утворені токсини гнильної мікрофлори отруюють організм собаки, спричиняють запалення стравоходу, носа, бронхів і навіть легень. Прогноз, як уже зазначалось, обережний і часто несприятливий. Отже, проведення обстеження собаки породи пекінес із застосуванням рентгенологічного дослідження дозволило встановити остаточний діагноз – мегаезофагус.

Ключові слова: мегаезофагус, хвора тварина, рентгенографія, езофагоспазм, діагноз.

Вступ

Розширення стравоходу (мегаезофагус) – це патологія, яка частіше реєструється в собак і характеризується розширеним просвіту стравоходу [1]. Відповідно до літературних даних, розширення стравоходу може бути вродженим і набутих, або ідіопатичним і вторинним щодо інших захворювань [2]. Окремі автори зазначають, що набуте розширення стравоходу (мегаезофагус) у собак частіше є ідіопатичним (езофагоспазм) [1, 3]. Причинами, що провокують набутий мегаезофагус, можуть бути системні міопатії, міастенія, гіпоадренкортицизм, дизавтономія, важкий езофагіт, отруєння Плюмбумом та аутоімунні захворювання [3, 4]. Гіпотиреоз називали основною причиною набутого вторинного розширення стравоходу [5, 6], хоча не у всіх дослідках це мало підтвердження [7].

Низка досліджень, проведених у службових собак поліцейського загону Вікторії (Австралія, 2017–2018), які включали рентгенологічні дослідження, тестування функції наднирникових залоз, ендоскопію, електроміографію та концентрацію антитіл до чутливих рецепторів ацетилхоліну допомогли зробити припущення, що найбільш вірогідними причинами розвитку ідіопатичного розширення стравоходу в цих собак була їх регулярна годівля сухими комерційними кормами (Advance Dermocare) [1, 8].

У деяких порід собак виявлена схильність до мегаезофагуса, зокрема у німецької вівчарки, датського догу, китайського шарпея, золотистого ретривера, ньюфаундленда, та ірландського сетера [9]. Розвиток указанного захворювання до кінця не визначений, однак уені припускають дефект вагусної аферентної іннервації [1]. Цікаво, що мегаезофагус розвивається спонтанно в собак віком від 7 до 15 років [10].

Однією із характерних ознак у собак ідіопатичного розширення стравоходу є хронічна регургітація, яка провокує у хворих тварин аспіраційну пневмонію [2]. З метою діагностики вказаного захворювання проводиться контрастна рентгенографія стравоходу (голова, шийний і грудний відділи) [1]. Окрім зазначених досліджень необхідне клінічне обстеження хворій собаки, яке допоможе виключити інші захворювання [2, 10]. Прогноз у разі діагнозу ідіопатичне розширення стравоходу обережний,

або навіть несприятливий, часто власники вдаються до евтаназій хворої тварин через хронічну кахексію та виражену аспіраційну пневмонію [1, 2]. Тому діагностика та раннє встановлення діагнозу у разі гострого розширення стравоходу в собак є досить актуальним питанням і потребує досліджень.

Зважаючи на вищенаведене, *метою* роботи став аналіз рентгенологічної діагностики клінічного випадку розширення стравоходу в собаки породи пекінес.

Завдання роботи: визначити ознаки розширення стравоходу в собаки, встановити можливі причини його розвитку, провести рентгенологічне дослідження стравоходу у хворої тварини.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проведені 2020 року на базі клініки ВетТочка «Пес і Кіт» м. Полтави. До клініки ветеринарної медицини звернулися власники собаки породи пекінес, віком 8 років, масою тіла 5 кг зі скаргами здоров'я собаки (пригнічення загального стану, неспокій тварини, анорексія, часті ковтальні рухи, задишка, кашель, гіперсалівація, періодичне блювання після годівлі або пиття).

Тварину обстежували, дотримуючись таких етапів: збір анамнестичних даних, клінічні дослідження (термометрія, пальпація, аускультация), рентгенографія стравоходу [11, 12].

Результати досліджень та їх обговорення

Зі слів власників тварини відомо, що собака споживала сухі корма JOSERA Festival. В останній період у тварини спостерігалось занепокоєння, гіпорексія, регургітація, часті «пусті» ковтальні рухи, незначне блювання, навіть після прийому води, підвищене виділення слини, неприємний запах з ротової порожнини (галітоз), кашель і задишка.

З проведеного дослідження та аналізу анамнестичних даних основної причини розвитку розширення стравоходу встановлено не було. Зважаючи на результати інших дослідників, повідомляється, що у 11–16 % хворих на мегаезофагус собак виявляється патологія щитоподібної залози та гіпофіза (адrenокортицизм) [13]. Між тим, відмічені у хворій собаки дані анамнезу вказують на дисфагію та є ознаками розширення стравоходу (мегаезофагусу). Адже в дорослих тварин (старше 7 років) симптоми мегаезофагусу розвиваються повільно і часто рефлекторний кашель тварини сприймається, як респіраторне захворювання [1, 3, 10].

У собаки з мегаезофагусом під час огляду встановили пригнічення загального стану на тлі неспокою, збільшення частоти дихальних рухів (29 рух./хв.), частоти скорочень серця (135 уд./хв.), температура тіла була в межах фізіологічних коливань і становила 38,3 °C, за пальпації стравоходу болючості не виявлено.

Відомо, що основним методом встановлення діагнозу на мегаезофагус є рентгенографія [14]. Тому ми провели рентгенологічне дослідження стравоходу (ділянки голови, шії та грудного відділу) хворої собаки. На рентгенограмі мегаезофагус візуалізувався як протяжне розширення стравоходу діаметром 26,79 мм, яке було заповнене як рідиною, так і газами (рис. 1, а). Водночас у грудній порожнині виявляли вогнища пневмонічної інфільтрації.

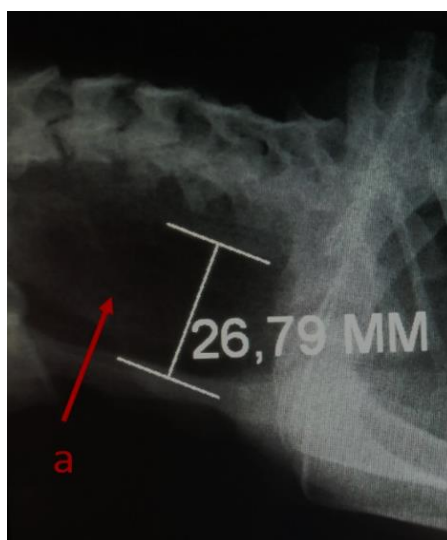


Рис. 1. Рентгенограма собаки за наявності мегаезофагусу
(вік 8 років, маса тіла 5 кг, порода пекінес, сука).

Одержані дані рентгенологічного дослідження хворої собаки чітко візуалізують розширення стравоходу (мегаезофагус), що спричинює порушення метаболізму. Адже в нормі стравохід бере активну участь у надходженні корму із ротової порожнини у шлунок [14, 15]. При цьому кормовий ком, просочений слиною і частково пережований, надходить у стравохід, який починає скорочуватися [3, 9]. Скорочення останнього проходять за наявності м'язового шару, однак у разі патології стравоходу, зокрема розширення, стінка езофагусу розтягнута і напружена, тому м'язи не скорочуються [15–18]. Кормова маса, яка надходить у стравохід, не може просуватися далі, залишається в ньому і починає загнівати (оскільки секреторні залози у стравоході відсутні) [9, 19]. Утворені токсини гнильної мікрофлори отруюють організм собаки, спричиняють запалення стравоходу, носа, бронхів і навіть легень [17, 20]. Прогноз, як уже зазначалось, обережний і часто несприятливий [1, 10].

Отже, проведення обстеження собаки породи пекінес із застосуванням рентгенологічного дослідження дозволило встановити точний діагноз – мегаезофагус.

Висновки

З'ясовано, що за допомогою лише клінічних досліджень немає можливості встановити остаточний діагноз щодо розширення стравоходу. Визначено, що саме рентгенографія є достовірним методом у діагностуванні мегаезофагусу. У результаті рентгенологічного дослідження хворої тварини встановлено протяжне розширення стравоходу діаметром 26,79 мм, заповнене рідиною і газами, одночасно візуалізувалися вогнища пневмонічної інфільтрації, що дало змогу підтвердити діагноз мегаезофагус.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні крові хворої на мегаезофагус собаки та виявленні найбільш характерних змін її показників для з'ясування даних щодо стану інших систем організму хворої тварини.

References

1. Renwick, M., Stevenson, M. A., Wiethoelter, A., & Mansfield, C. (2020). A case-control study to identify risk factors for adult-onset idiopathic megaesophagus in Australian dogs, 2017–2018. *BMC Veterinary Research*, 16 (1). doi: 10.1186/s12917-020-02376-6
2. Stogdale, L. (2014). Canine & Feline Gastroenterology. *The Canadian Veterinary Journal*, 55 (2), 155.
3. McBrearty, A. R., Ramsey, I. K., Courcier, E. A., Mellor, D. J., & Bell, R. (2011). Clinical factors associated with death before discharge and overall survival time in dogs with generalized megaesophagus. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238 (12), 1622–1628. doi: 10.2460/javma.238.12.1622
4. Longshore, R. C., O'Brien, D. P., Johnson, G. C., Grooters, A. M., & Kroll, R. A. (1996). Dysautonomia in dogs: a retrospective study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 10 (3), 103–109. doi: 10.1111/j.1939-1676.1996.tb02040.x
5. Jaggy, A., Oliver, J. E., Ferguson, D. C., Mahaffey, E. A., & Glaus, T., Jr (1994). Neurological manifestations of hypothyroidism: a retrospective study of 29 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 8 (5), 328–336. doi: 10.1111/j.1939-1676.1994.tb03245.x
6. Fracassi, F., & Tamborini, A. (2011). Reversible megaesophagus associated with primary hypothyroidism in a dog. *The Veterinary Record*, 168 (12), 329b. doi: 10.1136/vr.c6348
7. Gaynor, A. R., Shofer, F. S., & Washabau, R. J. (1997). Risk factors for acquired megaesophagus in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211 (11), 1406–1412.
8. McGreevy, P., Thomson, P., Dhand, N. K., Raubenheimer, D., Masters, S., Mansfield, C. S., Baldwin, T., Soares Magalhaes, R. J., Rand, J., Hill, P., Peaston, A., Gilkerson, J., Combs, M., Raidal, S., Irwin, P., Irons, P., Squires, R., Brodbelt, D., & Hammond, J. (2017). (2017). VetCompass Australia: A National Big Data Collection System for Veterinary Science. *Animals*, 7 (12), 74. doi: 10.3390/ani7100074
9. Nakagawa, T., Doi, A., Ohno, K., Yokoyama, N., & Tsujimoto, H. (2019). Clinical features and prognosis of canine megaesophagus in Japan. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 81 (3), 348–352. doi: 10.1292/jvms.18-0493
10. Kanemoto, Y., Fukushima, K., Kanemoto, H., Ohno, K., & Tsujimoto, H. (2017). Long-term management of a dog with idiopathic megaesophagus and recurrent aspiration pneumonia by use of an indwelling esophagostomy tube for suction of esophageal content and esophagogastric tube feeding. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 79 (1), 188–191. doi: 10.1292/jvms.16-0374

11. Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V., Kondrakhin, I. P., Holovakha, V. I., Morozenko, D. V., Sakhnyuk, V. V., Slivins'ka, L. H., Chumachenko, V. V., Tsvilikhovs'kyi, M. I., Bezukh, V. M., Bohatko, L. M., Vovkotrub, N. V., Mel'nyk, A. Yu., Moskalenko, V. P., Piddubnyak, O. V., Suslova, N. I., Tyshkiv's'kyi, M. Ya., Ulyz'ko, S. I., & Shchurevych, H. O. (2017). *Klinichna diahnostyka khvorob tvaryn*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
12. Starchenkov, S.V. (2013). *Bolezni sobak i koshek kompleksnaya diagnostika i terapiya*. Sankt-Peterburg: SpetsLit [In Russian].
13. Burgener, I. A., Gerold, A., Tomek, A., & Konar, M. (2007). Empty sella syndrome, hyperadrenocorticism and megaesophagus in a dachshund. *The Journal of Small Animal Practice*, 48 (10), 584–587. doi: 10.1111/j.1748-5827.2007.00323.x
14. Pollard, R. E. (2012). Imaging Evaluation of Dogs and Cats with Dysphagia. *ISRN Veterinary Science*, 2012, 1–15. doi: 10.5402/2012/238505
15. Allen, J. E., White, C., Leonard, R., & Belafsky, P. C. (2012). Comparison of esophageal screen findings on videofluoroscopy with full esophagram results. *Head & Neck*, 34 (2), 264–269. doi: 10.1002/hed.21727
16. Choi, K. H., Ryu, J. S., Kim, M. Y., Kang, J. Y., & Yoo, S. D. (2011). Kinematic analysis of dysphagia: significant parameters of aspiration related to bolus viscosity. *Dysphagia*, 26 (4), 392–398. doi: 10.1007/s00455-011-9325-5.
17. Saravanan, M., Sasikala, V., & Murugan, M. (2010). Megaesophagus in dogs. *Indian Pet Journal - Online Journal of Canine, Feline & Exotic Pets*, 8-9, 31–34. Retrieved from: http://indianpetjournal.com/wp-content/uploads/2021/06/IPJ_Online_Issue89.pdf
18. Ko, G.-B., Kim, J., Choi, H.-I., Moon, M.-Y., Suh, G.-H., & Kim, H.-J. (2018). Improvement of Megaesophagus after Treatment of Concurrent Hypothyroidism. *Journal of Veterinary Clinics*, 35 (1), 19–21. doi: 10.17555/jvc.2018.02.35.1.19
19. Matīse, D. (2016). Increased incidence of megaesophagus in dogs in Latvia 2014–2016; *Preliminary results*. Retrieved from: https://www.svk-asmpa.ch/images/aktuell/2016/ResultsofMEstudyFeb16_im02.pdf
20. Leib, M. S., & Sartor, L. L. (2008). Esophageal foreign body obstruction caused by a dental chew treat in 31 dogs (2000–2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232 (7), 1021–1025. doi: 10.5455/ijlr.20191014032124

Стаття надійшла до редакції: 23.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Локес-Крупка Т. П., Канівець Н. С., Каришева Л. П., Соболева О. Д., Обідний Я. Р. Рентгенологічне дослідження собаки за наявності розширеного стравоходу (клінічний випадок). *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 254–258.

© Локес-Крупка Терезія Петрівна, Канівець Наталія Сергіївна, Каришева Людмила Павлівна, Соболева Оксана Дмитрівна, Обідний Ярослав Романович, 2021



original article | UDC 519.876.5:633:531.66 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.34

ON IMPACT INTERACTION OF FALLING WHEAT GRAIN ON RIGID CONCRETE SILO BASE

T. V. Samoilenko¹

V. M. Arendarenko¹

A. V. Antonets^{1*}

O. P. Koshova²

ORCID  [0000-0003-4756-6223](https://orcid.org/0000-0003-4756-6223)

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  [0000-0003-0794-6774](https://orcid.org/0000-0003-0794-6774)

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

² Higher Educational Establishment of Ukoopspilka «Poltava University of Economics and Trade», 3, Koval Str., Poltava, 36014, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: anatoliyantons1@gmail.com

How to Cite

Samoilenko, T. V., Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., & Koshova, O. P. (2021). On impact interaction of falling wheat grain on rigid concrete silo base. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 259–265. doi: 10.31210/visnyk2021.02.34

One of the ways to reduce grain damage is its safe loading in storage silos. Reducing the impact interaction of grain with the working bodies of machines and mechanisms is one of the indicators of the technical level of modern agricultural production. The issues of impact energy transfer, determination of force impulses, recovery and rebound coefficients at grain falling on the concrete bottom of silos have not been sufficiently studied. The purpose of the article is the theoretical study of the oblique impact of grain on the concrete silo bottom as a result of its free falling. When determining the impact force, it is necessary to take into that the grain falling on the concrete bottom has already some speed. The scheme of falling winter wheat grain interaction with a motionless hard surface has been given in the work. The moment of impact is divided into two stages. The first stage is characterized by a change in the shape and condition of the body being struck. At the second stage, the initial shape of the grain is restored due to its viscous elastic and plastic deformation. At each stage, the time and speed of grain movement were considered and analyzed. According to the conducted analysis and using Newton's second law in impulse form, the total vector momentum of the grain impact was found. Based on this, the formula for finding the maximum force of grain contact interaction with the silo concrete base at an oblique impact was presented. Using the geometric characteristics of winter wheat grain and the duration of sound wave propagation in concrete, the instantaneous impact time was determined taking into account the nominal diameter of winter wheat grain. Using Rouse's hypothesis, the impact impulses along the corresponding coordinate axes and the recovery factor at grain's oblique impact on the concrete base were determined. Taking into account the found total impact impulse, the dependence for determining the impact force of the grain on the silo concrete bottom at its oblique impact was obtained. It has been established that the impact value depends on the speed and height of the grain falling, as well as on the physical and mechanical properties of the silo concrete bottom and the geometric dimensions of the grain. Based on the obtained equation, the value of the impact force at the wheat grain falling to the silo bottom was calculated. It has been shown that the impact force is a function of the impact coefficient of sliding friction and at its increase the impact force also increases. This is due to the longer interaction of the grain with the silo concrete bottom, and is caused by sliding friction.

Key words: silo, concrete bottom, grain, impact force.

ПРО УДАРНУ ВЗАЄМОДІЮ ПАДАЮЧОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ НА ЖОРСТКУ БЕТОННУ ОСНОВУ СИЛОСУ

*Т. В. Самойленко¹, В. М. Арендаренко¹, А. В. Антонець¹, О. П. Кошова²*¹ Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна² Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава, Україна

Одним зі способів зниження ушкодження зерна є ощадне завантаження його в силоси для зберігання. Зниження ударної взаємодії зерна з робочими органами машин і механізмів є одним із показників технічного рівня сучасного сільськогосподарського виробництва. Питання передачі енергії удару, визначення імпульсів сил, коефіцієнтів відновлення і відскоку при падінні зерна на бетонне дно силосів недостатньо вивчені. Метою статті є теоретичне дослідження косого удару зерна об бетонне дно силосу внаслідок його вільного падіння. При визначенні ударної сили потрібно врахувати, що падаюче на бетонне дно зерно уже має деяку швидкість. У роботі наведено схему взаємодії падаючого зерна озимої пшениці із нерухомою жорсткою поверхнею. Момент удару розділено на два етапи. Перший етап характеризується зміною форми і стану тіла, що ударяється. На другому етапі відбувається відновлення початкової форми зернівки за рахунок її в'язкої пружно-пластичної деформації. На кожному етапі розглянуто та проаналізовано час і швидкість руху зернівки. Відповідно до проведеного аналізу та скориставшись другим законом Ньютона в імпульсній формі знайдено сумарний векторний імпульс удару зернівки. На підставі цього наведено формулу для знаходження максимальної сили контактної взаємодії зернівки з бетонною основою силосу при косому ударі. Скориставшись геометричними характеристиками зерна озимої пшениці та тривалістю розповсюдження звукової хвилі в бетоні, визначено миттєвий ударний час, що враховує умовний діаметр зернівки озимої пшениці. За допомогою гіпотези Рауса визначено ударні імпульси по відповідним координатним осям та коефіцієнт відновлення при косому ударі зернівки об бетонну основу. Зважаючи на знайдений сумарний ударний імпульс, отримано залежність для визначення ударної сили зернівки об бетонне дно силосу при її косому ударі. Встановлено, що величина ударної сили залежить від швидкості і висоти падіння зернини, а також від фізико-механічних властивостей бетонного дна силосу та геометричних розмірів самої зернини. На основі отриманого рівняння обчислено величину ударної сили при падінні зернини пшениці на дно силосу. Показано, що ударна сила є функцією від ударного коефіцієнта тертя ковзання, при його збільшенні ударна сила також збільшується. Це відбувається внаслідок більш тривалої взаємодії зернини із бетонним дном силосу, яке спричиняється тертям ковзання.

Ключові слова: силос, бетонне дно, зернівка, ударна сила.

Вступ

Основною продовольчою культурою людства є пшениця. Зерно її покрито оболонками, під якими розташовані ендосперма і зародок. Оболонка зерна захищає зародок і ендосперм від зовнішніх механічних і хімічних впливів [1–3]. Як відомо, зародок є основою майбутньої рослини, а ендосперм слугує його банком поживних речовин. Тому навіть незначне травмування цих елементів зернини негативно впливає на врожайність та погіршує якість продовольчого і фуражного зерна.

Одним зі способів зниження ушкодження зерна є ощадне завантаження його в силоси для зберігання. Під час завантаження зерна, наприклад, озимої пшениці, сипкий зерновий вантаж розділяється на окремі зернівки, які з певною швидкістю падають на пласке дно силосу. При падінні кінетична енергія зернівки переходить у енергію деформації [4] під час удару зернівки об бетонне дно силосу. Тому початкове завантаження є основною причиною травмування зерна, яке в подальшому буде перебувати в нижніх шарах зернового насипу. Бите і травмоване зерно, яке знаходиться в нижній частині силосу, внаслідок більш вільного доступу повітря до його внутрішніх частин призводить до інтенсивного розвитку грибкової мікрофлори [5]. Вона своєю чергою призводить до самозігрівання та обвуглення зерна, яке інколи перетворюється на моноліт [6]. Тому таке зерно стає непридатним навіть для кормових цілей.

Метою цієї роботи є теоретичне дослідження косого удару зерна об бетонне дно силосу внаслідок його вільного падіння. Основними завданнями дослідження є визначення характеристик ударної

взаємодії зернівки озимої пшениці об нерухому перешкоду, а саме знаходження імпульсу, ударного часу, коефіцієнту відновлення при косому ударі та відповідної ударної сили зернівки.

Матеріали і методи досліджень

Зниження ударної взаємодії зерна з робочими органами машин і механізмів є одним із показників технічного рівня сучасного сільськогосподарського виробництва. Тому дослідженню таких ударних взаємодій присвячено багато наукових публікацій [7–11].

Питання передачі енергії удару, визначення імпульсів сил, коефіцієнтів відновлення і відскоку при падінні зерна на бетонне дно силосів недостатньо вивчені. Це пов'язано з тим, що зерновий вантаж за допомогою надсилосних транспортерів подається з певною лінійною швидкістю до завантажувального отвору силосу. Тобто падаюче на бетонне дно зерно уже має деяку швидкість і це потрібно враховувати при визначенні ударної сили.

У середині силосу окремі зернівки зернового вантажу рухаються до низу рівноприскорено. Час, за який окремо взята зернівка пройде силосну висоту і удариться об його дно відповідно до [3], пропонуємо такий:

$$t = \left(-g_n + \sqrt{g_n^2 + 2 \cdot g \cdot H_c} \right) / g, \quad (1)$$

де g_n – початкова швидкість зернівки після її сходження із транспортера у завантажувальний отвір силосу; H_c – внутрішня висота силосу (висота падіння зернівки). Швидкість рівноприскореного руху в момент точкового удару зернівки із основою силосу визначався за відомою формулою:

$$g_{y0} = g_n + gt. \quad (2)$$

Підставивши (1) в (2), отримаємо дійсну швидкість удару, котра не враховує час падіння зернівки

$$g_{y0} = \sqrt{g_n^2 + 2gH_c}. \quad (3)$$

Теоретичні дослідження ударної взаємодії падаючого зерна на жорстку бетонну основу силосу проводились із використанням теореми про кількість руху матеріальної точки, згідно з якою швидкість зернівки надає не сила, а імпульс сили [2, 12]. Своєю чергою швидкість залежить не тільки від імпульсу сил, але і від маси і висоти падіння [13, 14, 15].

Оскільки бетонне дно силосу не є гладкою горизонтальною поверхнею, а жорсткою поверхнею із невеликими впадинами і виступами, то удар зернівки приймали косим. При розгляді косого удару зернівки об жорстку поверхню була використана гіпотеза Рауза [16].

Результати досліджень та їх обговорення

На рис. 1 наведена розрахункова схема косого удару зернівки озимої пшениці об жорстку полуповерхню бетонної основи силосу.

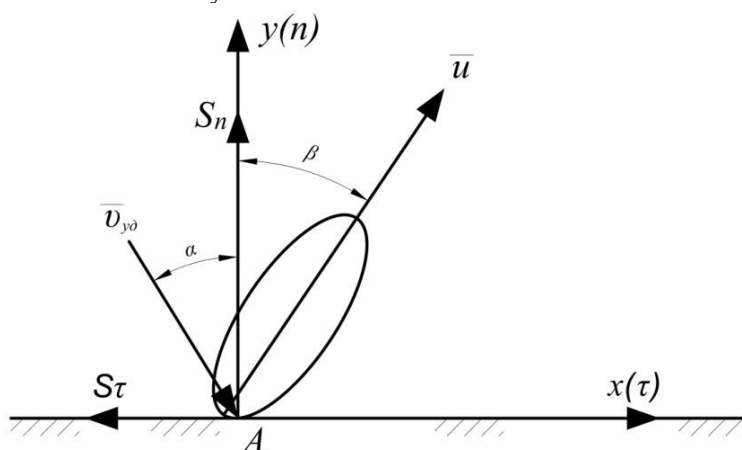


Рис. 1. Схема взаємодії падаючого зерна озимої пшениці із нерухомою жорсткою поверхнею.

Відповідно до наведеної схеми швидкість зернівки на початку удару буде g_{y0} , формула (3), а вкінці удару – u . Розглянемо цей елементарний часовий проміжок, розділивши його на два етапи.

Перший етап характеризується зміною форми і стану тіла, що ударяється. При цьому нормальний складник швидкості $\mathcal{G}_{y\partial}^n$ змінюється від максимального значення до нуля. Час протікання цієї стадії удару позначимо через t_1 . На цій стадії в точці А відбудеться місцева деформація. Величина деформації залежить від швидкості падіння зернівки і внутрішньої висоти силосу. Чим більша швидкість і висота – тим значніші наслідки травмування зерна внаслідок удару його із жорсткою бетонною поверхнею [17–20].

На другому етапі відбувається відновлення початкової форми зернівки за рахунок її в'язкої пружно-пластичної деформації. Початкові форми зернівки відновлюються, якщо вона не була ушкоджена на першій стадії деформації. Час, який витрачається на відновлення початкової форми зернівки позначимо через t_2 . На цьому етапі нормальний складник швидкості відскоку зростає від нульового до кінцевого значення.

Розглянемо систему координат AXY , початок якої знаходиться в точці А – контактна взаємодія зернівки із бетонною основою силосу. Визначимо вектори швидкості зернівки, скориставшись ортами n і τ . Швидкість у момент удару t :

$$\mathcal{G}_{y\partial} = \mathcal{G}_{\tau}\bar{\tau} + \mathcal{G}_n\bar{n}.$$

Швидкість у кінці деформації зернівки, $u_n = 0$ в момент $t + t_1$:

$$\bar{u} = u_{\tau}\bar{\tau}.$$

Швидкість у кінці удару, в момент $t + t_1 + t_2$:

$$\bar{u}_{\text{від}} = u_{\tau}\bar{\tau} + u_n\bar{n}.$$

Кожному із вказаних вище етапів відповідає свій ударний імпульс. Протягом t_1 відбувається ударний імпульс деформації S_1 зернівки і вектор його направлений по осі AY (по нормалі n) вертикально вгору. За час t_2 відбувається ударний імпульс відновлення S_2 , який теж направлений по нормалі до основи силосу.

Сумарний векторний імпульс удару зернівки об бетонну основу силосу буде:

$$\bar{S}_{\text{сум}} = \bar{S}_1 + \bar{S}_2. \quad (4)$$

Скориставшись другим законом Ньютона в імпульсній формі [3], за яким зміна сумарного імпульсу тіла дорівнює імпульсу діючої на нього сили:

$$S_{\text{сум}} = \int_0^{H_c} F_{y\partial} dt = F_{y\partial} \cdot t_{y\partial}, \quad (5)$$

де $t_{y\partial}$ – миттєвий час удару зернівки об бетонне дно силосу. З іншого боку:

$$S_{\text{сум}} = m_n(u - \mathcal{G}_{y\partial}). \quad (6)$$

Підставивши (6) в (5) і зробивши перетворення визначимо максимальну силу контактної взаємодії зернівки з бетонною основою силосу при косому ударі:

$$F_{y\partial} = \frac{m_n(u - \mathcal{G}_{y\partial})}{t_{y\partial}} = \frac{S_{\text{сум}}}{t_{y\partial}}. \quad (7)$$

Визначимо миттєвий час удару, який складається з часу деформації тіла і часу його відновлення. Цей час досить малий, але він характеризує ударну взаємодію стичних тіл. У нашому дослідженні його можна визначити, скориставшись хвильовими процесами. Відомо, що під час удару зерна об нерухому бетонну основу силосу виникає звукова ударна хвиля $v_{\text{хв}}$. Скориставшись геометричними характеристиками зерна озимої пшениці та тривалістю розповсюдження звукової хвилі в бетоні, визначаємо миттєвий ударний час:

$$t_{y\partial} = \frac{d_{\text{ум}}}{2v_{\text{хв}}} = \frac{k_{\phi}(a \cdot b \cdot c)^{1/3}}{2v_{\text{хв}}}, \quad (8)$$

де $d_{\text{ум}} = k_{\phi}\sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$ – умовний діаметр зернівки озимої пшениці, k_{ϕ} – коефіцієнт, котрий враховує форму зернівки (для зерна пшениці $k_{\phi} = 1$ [2]), a, b, c – відповідно довжина, ширина і товщина насіння зерна озимої пшениці в метрах. Коефіцієнт k_{ϕ} враховує реальну геометричну форму насіння пшениці відповідно до ідеального кулеподібного тіла.

У реальних умовах ударний імпульс невідомий ні по величині ні по напрямку дії. Для визначення максимальної ударної сили зернівки масою m_n об бетонну основу силосу скористаємось відомою гіпотезою Рауса [16].

Згідно з цією гіпотезою дотичний і нормальний складники ударних імпульсів зв'язані між собою коефіцієнтом ударного тертя ковзання:

$$S_\tau = f_d S_n, \text{ або } S_x = f_d S_y, \quad (9)$$

де f_d – коефіцієнт ударного тертя ковзання, визначається експериментальним шляхом.

Спроектуємо швидкості $\mathcal{G}_{y\partial}$ і u на координатні осі AX і AU .

$$\text{На вісь } AX: \quad \mathcal{G}_{y\partial}^x = \mathcal{G}_{y\partial} \sin \alpha; \quad u^x = u \sin \beta.$$

$$\text{На вісь } AU: \quad \mathcal{G}_{y\partial}^y = \mathcal{G}_{y\partial} \cos \alpha; \quad u^y = u \cos \beta.$$

Скориставшись формулою (6) визначимо ударні імпульси по відповідним координатним осям. Ударні імпульси по осям AX і AU будуть:

$$\begin{cases} m_n(u^x - \mathcal{G}_{y\partial}^x) = -S_x, \\ m_n(u^y - \mathcal{G}_{y\partial}^y) = +S_y. \end{cases} \quad (10)$$

Коефіцієнт відновлення при косому ударі зернівки об бетонну основу подамо так:

$$K_\epsilon = \frac{u_{y\partial}^y}{\mathcal{G}_{y\partial}^y}. \quad (11)$$

Тоді ударний імпульс по осі AU з урахуванням (11) буде:

$$S_y = m_n \mathcal{G}_{y\partial}^y (1 + K_\epsilon), \quad (12)$$

або

$$S_y = m_n \mathcal{G}_{y\partial} (1 + K_\epsilon) \cos \alpha. \quad (13)$$

Ударний імпульс по осі AX з використанням (9) буде:

$$S_x = f_d S_y = m_n \mathcal{G}_{y\partial} f_d (1 + K_\epsilon) \cos \alpha. \quad (14)$$

Сумарний ударний імпульс під час зіткнення зернівки об бетонне дно силосу можна представити так:

$$S_{\text{сум}} = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = m_n \mathcal{G}_{y\partial} (1 + K_\epsilon) \cos \alpha \sqrt{1 + f_d^2}. \quad (15)$$

Підставивши (3), (8) і (15) в (7), отримаємо залежність для визначення ударної сили зернівки об бетонне дно силосу при її косому ударі:

$$F_{y\partial} = \frac{m_n \sqrt{\mathcal{G}_n^2 + 2gH_c v_{x\partial} (1 + K_\epsilon) \cos \alpha \sqrt{1 + f_d^2}}}{2k_\phi \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}}. \quad (16)$$

При контактній взаємодії зернини озимої пшениці під кутом α до нормалі з жорстким бетонним дном силосу в зернині виникають внутрішні напруги, які приводять до її травмування.

Обчислення величини числового значення ударної сили. Для проведення розрахунків візьмемо такі усереднені дані для зерна озимої пшениці та силосу, котрий змонтований на бетонній основі. Постійні величини розрахунку: $m_n = 4 \cdot 10^{-5}$ кг; $\mathcal{G}_n = 0,68$ м/с; $H_c = 26,27$ м; $v_{x\partial} = 4000$ м/с; $a = 7$ мм; $b = 2,5$ мм; $c = 3$ мм; $g = 9,81$ м/с². Проведемо розрахунки з визначення ударної сили при фіксованих величинах $\alpha = 20^\circ$ і $K_\epsilon = 0,41$, очевидно, що $F_{y\partial} = \varphi(f_d)$, тобто є функцією ударного коефіцієнта тертя ковзання. Підставляючи у (16) постійні усереднені дані, та фіксовані величини при змінному ударному коефіцієнті тертя ковзання, отримаємо значення ударної сили при падінні зернини на дно силосу. Ця функція графічно представлена на рис. 2.

Із наведеного графіка функції випливає, що ударна сила безпосередньо залежить від ударного коефіцієнта ударного тертя f_d . Це відбувається внаслідок більш тривалої взаємодії зернини із бетонним дном силосу, яке зумовлюється тертям ковзанням.



Рис. 2. Залежність ударної сили зернини озимої пшениці об бетонне дно силосу від ударного коефіцієнта тертя ковзання при $\alpha = 20^\circ$ і $K_e = 0,41$.

Висновки

У роботі наведено схему взаємодії падаючого зерна озимої пшениці із нерухомою жорсткою поверхнею. Момент удару розділено на два етапи. Перший етап характеризується зміною форми і стану тіла, що ударяється. На другому етапі відбувається відновлення початкової форми зернівки за рахунок її в'язкої пружно-пластичної деформації. На кожному етапі розглянуто та проаналізовано час і швидкість руху зернівки. На підставі проведеного теоретичного дослідження визначено основні характеристики ударної взаємодії зернівки озимої пшениці об нерухому перешкоду. Відповідно до отриманих залежностей (13, 14) нормальний і дотичний складники ударних імпульсів, а також їх сумарний імпульс (15) прямо залежать від коефіцієнта відновлення зернівки (11). Встановлено, що величина ударної сили (16) залежить від швидкості і висоти падіння зернини, а також від фізико-механічних властивостей бетонного дна силосу та геометричних розмірів зернівки. Зокрема при фіксованих величинах $\alpha = 20^\circ$ і $K_e = 0,41$ при збільшенні коефіцієнта ударного тертя ковзання ударна сила зернівки збільшується лінійно.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці універсального пристрою для оцідного завантаження силосів зерном без його травмування об дно силосу.

References

1. Sukhanova, M. V. (2020). Obosnovaniye primeneniya udaro-pogloshchayushchikh rabochikh organov dlya snizheniya travmirovaniya i intensivifikatsii predposevnoy obrabotki semyan. *Vestnik Agrarnoy Nauki Dona*, 3 (51), 4–10 [In Russian].
2. Krauin'sh, P. Ya., & Deryusheva, V. N. (2009). Formirovaniye udarnogo impul'sa v zavisimosti ot ispol'zovaniya promezhutochnoy ploskosti pnevmogidravlicheskogo udarnogo uzla. *Izvestiya Tomskogo Politekhicheskogo Universiteta*, 2 (315), 178–182 [In Russian].
3. Gernet, M. M. (1973). *Kurs teoreticheskoy mekhaniki. Uchebnik dlya vuzov*. Moskva: High school [In Russian].
4. Sukhanova, M. V., & Zabrodin, V. P. (2017). Sravnitel'nyy analiz vozdeystviya poverkhnosti razlichnoy zhestkosti rabochikh organov sel'skokhozyaystvennoy tekhniki na tverduyu chastitsu sypuchego tela. *Vestnik Agrarnoy Nauki Dona*, 2 (38), 19–22 [In Russian].
5. Pavlovskiy, G. T., & Ptitsyn, S. D. (1972). *Ochistka, sushka i aktivnoye ventilirovaniye zerna. Uchebnik dlya sel'skikh prof.-tekhn. Uchilishch*. Moskva: High school [In Russian].
6. Krylov, O. N., & Dorodov, P. V. (2018). O mekhanicheskoy prochnosti semyan. *Dostizheniya Nauki i Tekhniki Agropromyshlennogo Kompleksa*, 8, 61–63 [In Russian].

7. Khaylis, G. A. (1994). *Mekhanika rastitel'nykh materialov*. Kiev: Izdatel'stvo UAAN [In Russian].
8. Sukhanova, M. V., Zabrodin, V. P., & Sukhanov, A. V. (2018). Opredeleniye nakopitel'noy potentsial'noy energii pri impul'snom vozdeystvii na semena. *Vestnik Agrarnoy Nauki Dona*, 3 (4351), 5–7 [In Russian].
9. Samoylenko, T. V., Arendarenko, V. M., & Antonets, A. V. (2020). Kinematyka rukhu zerna za spiral'nym prystroyem zi zminenym kutovym spuskom. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 267–274. doi: 10.31210/visnyk2020.01.31 [In Ukrainian].
10. Stikhanovskiy, B. N., & Stikhanovskaya, L. M. (2017). Osobennosti realizatsii maksimal'nykh sil pri udare tverdykh tel. *Vestnik Sibirskogo Gosudarstvennogo Avtomobil'no-Dorozhnogo Universiteta*, 1 (53), 43–48. doi: 10.26518/2071-7296-2017-1(53)-43-48 [In Russian].
11. Flehantov, L. O., & Antonets, A. V. (2017). Komp'yuterne modelyuvannya mekhanichnoho rukhu tila zasobamy MATHCAD. *Informatsiyi Tekhnolohiyi v Osviti*, 30, 97–109. doi: 10.14308/ite000622 [In Ukrainian].
12. Bobkov, S. P., & Polishchuk, I. V. (2016). Sravneniye razlichnykh podkhodov k opredeleniyu prodolzhitel'nosti udara tverdykh tel pri izmel'chenii. *Vestnik Ivanovskogo Gosudarstvennogo Energeticheskogo Universiteta*, 5, 66–70 [In Russian].
13. Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., Savchenko, N. K., Samoylenko, T. V., & Ivanov, O. M. (2020). Rozrakhunkova model' hnavitatsiynoho rukhu zernovoho materialu v pokhylomu kanali z dyskretno zminnym kutom nakhylyu. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 273–282. doi: 10.31210/visnyk2020.04.35 [In Ukrainian].
14. Negi, S. C., Lu, Z., & Jofriet, J. C. (1997). A numerical model for flow of granular materials in silos. *Model Validation School of Engineering*, 68 (3), 231–236. doi: 10.1006/jaer.1997.0197
15. 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
16. Manzhosov, V. K. (2006). *Modeli prodol'nogo udara*. Ulyanovsk: Izdatel'stvo ULGTU [In Russian].
17. Trisvyatskiy, L. A. (1978). *Khraneniye zerna i zernovykh produktov*. Moskva: Kolos [In Russian].
18. Boumans, G. (2015). *Grain Handling and Storage. Developments in Agricultural Engineering 4*. Elsevier Science.
19. Gyachev, A. V. (1986). *Osnovy teorii bunkerov i silosov: uchebnoye posobiye*. Barnaul: Izdatel'stvo B. I. [In Russian].
20. Kong, E, Liu, D., Guo, X., Yang, W., Sun, J., Li, X. Zhan, K., Cui D., Lin, J., & Zhang, A. (2013). Anatomical and chemical characteristic associated with lodging resistance in wheat. *The Crop Journal*, 1 (10), 43– 45. doi: 10.1016/j.cj.2013.07.012

Стаття надійшла до редакції: 07.03.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Самойленко Т. В., Арндаренко В. М., Антонєць А. В., Кошова О. П. Про ударну взаємодію падаючого зерна пшениці на жорстку бетонну основу силосу. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 259–265.

© Самойленко Тетяна Володимирівна, Арндаренко Володимир Миколайович, Антонєць Анатолій Вікторович, Кошова Оксана Петрівна, 2021



original article | UDC 631.362.3 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.35

THEORETICAL AND PROBABILITY APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE LEVEL OF GRAIN DAMAGE DURING TRANSPORTATION

O. M. Ivanov*

ORCID  [0000-0002-1761-9913](https://orcid.org/0000-0002-1761-9913)

K. V. Simonov

ORCID  [0000-0001-8985-5803](https://orcid.org/0000-0001-8985-5803)

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

*Corresponding author

E-mail: oleegeivanov@yahoo.com

How to Cite

Ivanov, O. M., & Simonov, K. V. (2021). Theoretical and probability approach to the assessment of the level of grain damage during transportation. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (2), 266–272. doi: 10.31210/visnyk2021.02.35

Grain is a key food resource that shapes the food security of the state and is a valuable raw material for manufacturing a large number of food products. In addition, grain is a profitable commodity for sale in domestic and foreign markets with high economic benefits. Due to the limited area for crops cultivation and the growing demand for grain, there is a need to increase the level of grain yields. The key guarantee of obtaining a significant gross grain harvest is the use of high quality seed material. Leading breeders and scientists have found that 50 % of received high yields depend on seed quality. Seed quality depends not only on the programmed grain genetic potential, but the integrity of the grain structure with no mechanical damage is equally important. Thus, according to practical studies, the use of a single scraper conveyor to move grain can cause almost 10 % in the grain flow. Since the number of elevating machines on one production line can range from one to tens, the amount of damaged grain is quite large. The aim of the work was to provide the method for assessing the level of grain damage by elevating machinery, taking into account the geometric and kinematic parameters of their working bodies. Grain damage occurs as a result of several processes: impact collision of grain with the surfaces of the working bodies, due to friction of grain with each other and with the contact surface of the working bodies. In this case, the quantitative assessment of the level of grain damage for the selected processes can be considered using theory of probability. The essence of this description is to determine the general probability of preserving the integrity of the grain, taking into account the factors of influence. The general probability is determined by the product of the probability of no grain damage P_p as a result of grain friction on the contact work surface, the probability P_v of grain preservation due to impact interaction with the elements of the working bodies and the probability P_t of no damage to the grain. Each separately determined probability is defined as an exponential function with a degree, which is formed through the kinematic and structural working bodies of elevating machinery. On the basis of the formed theoretical and probabilistic dependencies it is possible to outline the probable level of grain damage during transportation and implement various types of constructive modernization and improvement of working bodies' parameters of elevating machinery.

Key words: grain, damage, theory of probability, event, elevating machinery, working bodies, speed, impact.

ТЕОРЕТИЧНО-ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ

О. М. Іванов, К. В. Сімонов

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Зерно є найважливішим продовольчим ресурсом, що формує продовольчу безпеку держави та є цінною сировиною для виробництва великої кількості харчових продуктів. Крім того, зерно є доволі рентабельним товаром для реалізації на внутрішньому та зовнішніх ринках з отриманням високої економічної вигоди. Через обмеженість площ для посівів та зростаючий попит на зерно виникає потреба у збільшенні рівня урожайності зернових. При цьому запорукою отримання значного валового збору зерна є використання високоякісного посівного матеріалу. Провідні селекціонери та науковці з'ясували, що на 50 % отримання високого врожаю залежить від якості насіння. Якість насіння залежить не тільки від запрограмованого генетичного потенціалу зерна, але не менше значення має цілісність структури зерна з відсутністю механічних пошкоджень. Травмування зернової маси відбувається за рахунок механічного впливу на неї сторони робочими органами технологічного обладнання, зокрема підйомно-транспортних засобів, що використовується для післязбиральної обробки та переробки зерна. Так, згідно з практичними дослідженнями використання одного скребкового транспортеру для переміщення зерна може спричиняти до появи у зерновому потоці майже 10 %. Зважаючи на той факт, що кількість підйомно-транспортних засобів в одній технологічній лінії може сягати від одиниць до десятків, то об'єм травмованого зерна є доволі великим. Мета роботи – надати методiku оцінки рівня травмованості зерна підйомно-транспортними засобами з урахуванням геометричних та кінематичних параметрів їх робочих органів. Травмування зерна відбувається за рахунок протікання кількох процесів: ударне зіткнення зерна поверхнями робочих органів, за рахунок тертя зерна між собою та з контактною поверхнею робочих органів. При цьому кількісна оцінка рівня травмованості зерна для виділених процесів може бути розглянута із застосуванням теорії імовірності. Суть цього опису зводиться до визначення загальної імовірності збереженості цілісності зерна з урахуванням факторів впливу. Загальна імовірність визначається через добуток імовірності відсутності травмування зерна P_p внаслідок тертя зерна о контактну робочу поверхню, імовірності P_v збереженості зерна внаслідок ударної взаємодії з елементами робочих органів та імовірності P_l відсутності травмування зерна при його переміщенні на відстань l . Кожна окремо визначена імовірність визначається як експоненціальна функція зі ступеню, яка формується через кінематичні та конструктивні робочі органи підйомно-транспортних засобів. На підставі сформуованих теоретично-імовірнісних залежностей можна прогнозовано окреслювати можливий рівень травмування зерна при транспортуванні та реалізовувати різноманітні конструктивні модернізації та покращення параметрів робочих органів підйомно-транспортних засобів.

Ключові слова: зерно, травмування, теорія імовірності, подія, підйомно-транспортні засоби, робочі органи, швидкість, удар.

Вступ

Запорукою державної безпеки країни є організація та підтримання на високому рівні забезпечення населення якісними продуктами харчування та створення сприятливих умов для поліпшення доступу усіх верств населення до них. Основними продуктами харчування на сьогодні є продукція рослинного походження або продукти, створених на їхній основі. При цьому варто відмітити, що в загальному балансі продуктів харчування рослинного походження на продукти, створені на основі зерна злакових культур, припадає значна частка – близько 90 %. Крім того, запаси продовольства в будь-якій країні завжди оцінюються та накопичуються в розрахунку на кількість товарного, продовольчого та фуражного зерна [14]. Також слід зазначити, що, беручи до уваги кількісний склад посівних площ сільськогосподарських земель, на долю посівів озимої пшениці припадає близько 13 млн га, а на жито – 1,8 млн га. Потреба в такій великій площі земель під виробництво зерна злакових культур пояснюється не лише формуванням необхідних державних запасів та великим продовольчим попитом, але й тим, що реалізація зерна на зовнішніх та внутрішніх ринках дає суттєві економічні вигоди виробникам цього виду продукції.

Окрім валового об'єму зерна, що збирають із посівних площ, та його наявності на елеваторних підприємствах варто також приділяти увагу і якості зернової маси, бо низька якість зернової сировини, по-перше, не сприяє отриманню високоякісних продуктів при переробці низьковартісної сировини, а по-друге, постає актуальне питання виокремлення цінного зернового продукту, що буде використане як насіннєвий матеріал. Останній нюанс є безумовно головним, оскільки через обмежену кількість посівних площ, зокрема для України, рівень розораності є досить значним і складає понад 84%, підвищення кількості зібраного врожаю може досягатися лише за рахунок покращення рівня урожайності. Але відомо, що отримання високих урожаїв можливе, передусім, за рахунок використання високоякісного насіннєвого матеріалу. Відомі науковці-дослідники, селекціонери та спеціалісти-агрономи [5, 6, 9] довели та обґрунтували, що високоякісне насіння при умові однаковості усіх інших умов – технології обробки землі, сівба, вчасне та якісне підживлення, дотримання часових періодів виконання агротехнологічних операцій, погодні умови та інше – може формувати понад 50 % майбутнього зібраного врожаю.

Необхідно зауважити, що використання навіть некондиційного насіння через низький рівень схожості не є найважливішою причиною його біологічної та фізіологічної неповноцінності. Як свідчать результати дослідження наукового та практичного спрямування, чільне місце в низьких показниках проростання та вегетаційного розвитку сільськогосподарських культур є високий рівень травмування зерна під час чисельних механічних впливів на нього при реалізації процесів збирання, післязбиральної обробки та сівби. Доволі невисокий рівень технічної та технологічної оснащеності зернопереробних об'єктів засобами механізації виробничих процесів при завантажувально-розвантажувальних роботах, збирання та сівби призводить до порушення цілісності структури зерна, пошкодження мікроорганізмами, що обумовлює формування низького рівня схожості та інших показників якості насіннєвого матеріалу [1, 2, 13–15].

Згідно з проведеними дослідженнями при лабораторній схожості насіння пшениці 97% у польових умовах цей показник нижче приблизно на 4,5 %, а при лабораторній схожості 56,5 % – протиставлений показник становить 28 % [4, 5, 8–12]. На кожні 10 % травмованого насіння зменшується урожайність до 4 ц/га, а у разі зростання рівня травматизму збільшується кількість повторних небезпечних травм з неминучим спаданням рівня урожайності [6, 20].

Травмоване насіння в період зберігання та подальших технологічних операцій досить піддатливе до руйнації мікроорганізмами та пліснявою, що впливає також на якість [17–18].

Зважаючи на вищезазначене, з теоретичної та практичної точки зору варто провести дослідження з виявлення та оцінки рівня впливу робочих органів елементів технологічних машин виробничого ланцюга збирання та переробки зерна на рівень травмування зерна злакових культур та поліпшення якості зібраного збіжжя або насіннєвого матеріалу. Особливу увагу при цьому потрібно звернути на процес транспортування зернової маси між технологічними елементами виробничого процесу, оскільки найбільший механічний вплив ударно-циклічного характеру дії здійснюється саме робочими органами підйомно-транспортних засобів.

Згідно з дослідницькими даними, скребкові завантажувачі за один прохід зерна здійснюють травмування на 10 %, звертаючи увагу на те, що сучасні технологічні лінії з переробки зерна містять близько 6–9 приймальних засобів, 3–5 норій, 2–3 шнекові транспортери, то рівень травмування може бути і понад 52 % [8, 11].

Як відомо, на долю транспортних засобів припадає понад 75 % усіх випадків травмування і лише на 20...24 % зерно пошкоджується технологічним обладнанням [11].

У загальному випадку співвідношення рівнів травмування зерна на поточних технологічних лініях є таким: приймальні пристрої – 14,8 %, норії – в межах 13 %, шнеки до 16,7 %, скребкові транспортери – 17 %, гравітаційні транспортери – близько 1 %, пневмотранспортери – 16 % [12].

Мета роботи – представити методику оцінки та визначення рівня травмування зернового матеріалу робочими органами підйомно-транспортних засобів з урахуванням їх геометричних та кінематичних параметрів.

Для виконання поставленої мети необхідно проаналізувати конструктивні особливості робочих органів з виділенням геометричних елементів, що безпосередньо взаємодіють із зерном, та сформувати з використанням теорії ймовірності умови вірогідності отримання руйнівного зіткнення робочих органів з зерном.

Матеріали і методи досліджень

При переміщенні зерна за допомогою транспортних засобів воно відчуває на собі дію циклічного характеру різних видів навантаження – удар, зрушення, тертя, стиск та інше.

Зерно при взаємодії з робочими органами транспортних засобів реагує не тільки на статичні навантаження, але й на динамічні, особливо в період завантаження, де величина ударної взаємодії є найбільшою та критичною за межу міцності зерна.

При переміщенні зерна від одного технологічного ланцюга виробничого процесу до іншого кількість не пошкодженого зерна зменшується для кожної i -тої операції. При цьому об'єм цього зерна після виконання певної операції буде визначатися:

$$x_i = x_{i-1} \cdot P_i, \quad (1)$$

де x_{i-1} – об'єм непошкодженого зерна до виконання певної i -ої технологічної операції;

P_i – імовірність збереження нетравмованого зерна на i -му процесі технологічної операції.

Показник імовірності P_i є узагальненим параметром, що характеризує сукупність імовірностей збереженості цілісності зерна за наявності певної сукупності травмонебезпечних ситуацій. Зокрема, імовірність P_i включає: імовірність P_p відсутності травмування зерна внаслідок тертя зерна о контактну робочу поверхню P , імовірність P_v збереженості зерна внаслідок ударної взаємодії з елементами робочих органів транспортного засобу та імовірність P_ℓ відсутності травмування зерна при його переміщенні на відстань ℓ по елементах транспортного засобу.

Усі наведені компоненти імовірності є виокремленими величинами та не впливають на формування одне одного, тому, загалом, імовірність P_i буде визначатися як алгебраїчний добуток перелічених складників:

$$P_i = P_p \cdot P_v \cdot P_\ell. \quad (2)$$

Кожний зі складників загальної імовірності P_i може бути визначений із залученням теорії імовірності та за умови, що поява певної події не пов'язана з іншими.

Імовірність збереженості P_p зерна при контакті з поверхнею p тертя:

$$P_p = e^{-\lambda_1 P}, \quad (3)$$

де λ_1 – інтенсивність потоку, що є зворотно оберненою величиною до математичного сподівання критерія, що береться до розгляду.

Імовірність збереженості P_v з урахуванням наявності удару зерна, що рухається з певною швидкістю v , з конструктивними елементами транспортного засобу:

$$P_p = e^{-\lambda_2 v}. \quad (4)$$

Імовірність збереженості P_ℓ за довжиною контакту ℓ :

$$P_p = e^{-\lambda_3 k \ell}, \quad (5)$$

де k – коефіцієнт, що вказує частку зернового матеріалу від усієї наявної маси зерна, що пересувається на величину ℓ .

$$k = \frac{m_{\text{заг}} - m_{\text{об}}}{m_{\text{заг}}} = 1 - G, \quad (6)$$

де $m_{\text{заг}}$, m_c – відповідно маса зерна, що подається на технологічну операцію та повернутого назад у потік зерна;

G – об'єм зерна, що повертається у потік зерна.

Імовірність контакту цілісного зерна з поверхнею тертя P може бути виражена через імовірність контакту зерна P_1 з елементами конструкції на імовірність вмісту нетравмованого зерна P_2 у потоці:

$$P = P_1 \cdot P_2, \quad (7)$$

Якщо представити, що імовірність вмісту нетравмованого зерна P_2 у потоці зіставна з долею зерна x_{i-1} у потоці

$$P_2 = x_{i-1}, \quad (8)$$

то вираз (7) може бути представлений у формі

$$P = P_1 \cdot x_{i-1}. \quad (9)$$

З урахуванням виразів (2)-(8) загальна доля зерна після виконання транспортування може бути знайдена

$$x_i = x_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 x_{i-1} - \lambda_2 v(1 - \sin \alpha) - \lambda_3 k \ell}, \quad (10)$$

де α – кут між векторним спрямуванням швидкості руху зерна до нормалі поверхні удару.

Доля травмованого зерна в потоці може бути знайдена як обернена величина до вмісту цілісного зерна в потоці, а саме:

$$y_i = (1 - x_i) \cdot 100 \quad (11)$$

або з урахуванням (10)

$$y_i = 1 - x_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 x_{i-1} - \lambda_2 v(1 - \sin \alpha) - \lambda_3 k \ell} \quad (12)$$

Наведений вираз за своїм змістом є універсальним підходом для оцінки рівня травмування зерна не лише для транспортної операції, але й для довільно вибраної процедури обробки зерна.

Для окремо вибраного засобу транспортування формування імовірності контакту зерна P_1 з елементами конструкції робочих органів цього засобу визначається через відношення об'єму зерна, що контактує безпосередньо з поверхнею тертя, до загального об'єму зерна, що транспортується.

Зокрема, для скребкового транспортеру ця імовірність становить

$$P_1 = \frac{2b_3}{B} + \frac{\ell(B - 2b_3)a_3\rho v_{mp}}{qt}, \quad (13)$$

де B – ширина скребка, м;

ℓ – протяжність шару зерна, що перебуває в контакті з поверхнею контакту, м;

ρ – густина зернового матеріалу, кг/м³;

v_{mp} – швидкість стрічки транспортеру, м/с;

q – секундна подача, м³/с;

t – крок розташування скребків, м;

a_3, b_3 – ширина та довжина зерна, м.

У випадку стрічкового транспортеру шукана імовірність визначається з виразу

$$P_1 = \frac{1}{q} v_{mp} \rho a_3 \left(b_0 - \frac{b - b_0}{\cos \alpha} \right), \quad (14)$$

де b – ширина контактної шару, м;

b_0 – ширина горизонтальної ділянки стрічки, м;

α – кут підйому.

Для інших типів підйомно-транспортних засобів окреслена імовірність може бути визначена аналогічним чином з урахуванням його конструктивних та режимних параметрів їх роботи.

Представлені вирази дають змогу повною мірою визначати імовірність зіткнення зерна з елементами робочих органів підйомно-транспортних засобів.

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з отриманими залежностями характер зміни кількості травмованого зерна під час транспортування в окремо взятій ситуації (імовірність ударного зіткнення, імовірність травмування по переміщенню та імовірність травмування за наявності тертя з елементами робочих органів транспортерів) та у загальному вигляді підпорядкований експоненціальному закону зміни. При цьому інтенсивність зменшення імовірності отримання пошкоджень зерна є доволі різноманітною і може бути розподілена на дві стадії.

На першій стадії, що формується при зростанні ступеню експоненти до 4...5, відбувається кратне збільшення імовірності отримання пошкодженого зерна. Так, з виникненням обставин, коли добуток сукупності факторів впливу на отримання травмованого буде прирівняне до двох, то імовірність травмування зростає майже до 86 %. У випадку збігу факторів, коли їх добуток буде прирівняний до п'яти, рівень травмування зерна буде майже стовідсотковим.

Друга стадія характеризується монотонним зростанням імовірності появи травмованого зерна в незначних межах, асимптотично наближаючись до 100 % імовірності пошкодження зерна при реалізації технологічного процесу транспортування підйомно-транспортними засобами.

Оскільки загальна імовірність збереженості зерна є узагальненим критерієм і є лише результатом добутку трьох складників, то його величина буде формуватися з урахуванням особливостей зміни абсолютних параметрів того чи того аспекту взаємодії зерна з елементами підйомно-транспортних засобів. До таких можна, насамперед, віднести швидкість руху зерна в момент зіткнення з поверхнею робочих органів та величиною лінійного переміщення зерна по поверхні контакту, отримуючи ушкодження не лише від тертьового контакту з поверхнею робочих органів, але й за рахунок взаємодії із сусідніми зернинами.

Особливу увагу варто звернути на визначення імовірності контакту зерна P_1 з елементами конструкції робочих органів транспортних засобів. Вона формується не лише за геометричними параметрами зерна як окремо виділеного геометричного тіла певної форми, але й більшою мірою залежить від конструктивних особливостей та геометрії робочих органів транспортних засобів. Це обумовлено більш значною зовнішньою площею поверхні робочих органів порівняно з поверхнею зерна. Тому для зменшення цієї імовірності слід приділити особливу увагу конструктивному виконанню та правильному вибору матеріалів для побудови або модернізації робочих органів підйомно-транспортних засобів.

Висновки

На основі розгляду процесу транспортування з точки зору його реалізації було виділено три основні моменти виникнення та розвитку травмонебезпечних ситуацій, кожний із яких є відокремленим та непов'язаний з іншими. Це дало змогу з погляду теорії імовірності представити їх як імовірності виникнення певної події з урахуванням конструктивних та режимних параметрів. Це дає змогу з високим ступенем вірогідності надавати оцінку про рівень травмування та визначати вміст пошкодженого зерна в загальній зерновій масі до та після виконання певної транспортної операції, а також, враховуючи багатоетапність переміщення зерна по виробничому ланцюгу, прогнозовано мати дані про загальні втрати зерна при його післязбиральній обробці та переробці.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть направлені на пошук конструктивно-просторових рішень щодо оптимізації будови та конструктивних матеріалів робочих органів підйомно-транспортних засобів для досягнення мінімізації рівня травмування зерна.

References

1. Aniskin, V. I. (1992). Povrezhdenie semyan zernovykh kultur pri mashinnoy obrabotke. *Vestnik Selkhoz'aystvennoy Nauki*, 1, 99–105. [In Russian].
2. Aristov, S. A. (1991). Puti snizheniya travmirovaniya zerna pri posleuborochnoy obrabotke. *Tekhnika v Selskom Hozyajstve*, 6, 55–56. [In Russian].
3. Hrabar, I. H. (2010). Vylyv kil'kysno-yakisnoho obliku na vtraty zerna ta yoho yakisni pokaznyky pry peremishchenni i zberihanni. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 4, 34–36. [In Ukrainian].
4. Eremyn, N. V. (1994). K voprosu snyzheniya travmyrovaniya semyan. *Traktory i Sel'hozmashiny*, 4, 30–34. [In Russian].
5. Kalenska, C. M. (2011). *Nasinnestvo ta metody vyznachennia yakosti nasinnia silskohospodarskykh kultur*. Vinnytsia: Dalynuk. [In Ukrainian].
6. Kovalyshyna, H. M. (2004). Shcho vplyvaye na skhozhist nasynnya. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 8, 1–3. [In Ukrainian].
7. Kravchuk, V. I. (2011). Fundamentalni aspekty stvorennia analitychnykh modeley vzayemodiyi robochoho elementa mashyny ta obyekta syrovyny. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 1, 4–8. [In Ukrainian].
8. Kotov, B. I. (2017). *Modelyuvannya tekhnolohichnykh protsesiv v typovykh ob'ekтах pislyazbyralnoyi obrobky i zberihannya zerna (separatsiya, sushynnya, aktyvne ventilyuvannya, okholodzhennya)*. Nizhyn: PP Lisenko. [In Ukrainian].
9. Moroz, N. A. (1974). Vliyanie travmirovaniya semyan na ih posevnye kachestva. *Biologiya i Tekhnologiya Semyan*, 1, 139–143. [In Russian].
10. Pakhomov, V. Y., Brahynets, S. V., Benova, E. V., Bakhchevnykov, O. N., & Podlesnyy, D. S. (2020). Travmirovanie zerna pri nizkoskorostnom soudarenii s poverhnostyami rabochih organov podemno-transportnykh mashin. *Selskohozyajstvennye Mashiny i Tekhnologii*, 14 (2), 53–58. doi: 10.22314/2073-7599-2020-14-2-53-58 [In Russian].

11. Piskarkova, I. O. (2019). Travmuvannia zerna pshenytsi zernoochysnoiu mashynoiu OVU-25 ta shliakhy yoho znyzhennia. *Tsentrálnourkainskyi Naukovyi Visnyk*, 3, 11–16. doi: 10.32515/2664-262X.2019.1(32).11-16 [In Ukrainian].
12. Strona, I. G., & Pugachev, A. N. (1972). *Travmirovaniya semyan i ego povrezhdenie*. Moskva: Kolos [In Russian].
13. Tarasenko, A. P. (2003). *Snizhenie travmirovaniya semyan pri uborke i posleuborochnoj obrabotke*. Voronezh [In Russian].
14. Trisvinskij, L. A. (1985). *Hranenie zerna*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
15. Tsarenko, O. M. (2003). *Mekhaniko-tekhnologichni vlastyvoli silskohospodarskykh materialiv*. Kyiv: Meta. [In Ukrainian].
16. Hourston, J. E., Ignatz, M., Reith, M., Leubner-Metzger, G., & Steinbrecher, T. (2017). Biomechanical properties of wheat grains: the implications on milling. *Journal of The Royal Society Interface*, 14 (126), 511–515. 20160828. doi: 10.1098/rsif.2016.0828
17. Mabilie, F., Gril, J., & Abecassis, J. (2001). Mechanical properties of wheat seed coats. *Cereal Chemistry Journal*, 78 (3), 231–235. doi: 10.1094/cchem.2001.78.3.231
18. 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
19. 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
20. Pasha, I., Anjum, F. M., & Morris, C. F. (2010). Grain hardness: a major determinant of wheat quality. *Food Science and Technology International*, 16 (6), 511–522. doi: 10.1177/1082013210379691

Стаття надійшла до редакції: 18.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Іванов О. М., Сімонов К. В. Теоретично-імовірнісний підхід до оцінки рівня травмування зерна при транспортуванні. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 266–272.

Іванов Олег Миколайович, Сімонов Кирило Вікторович, 2021



original article | UDC 631.3; 658.382:631.145 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.36

METHODOLOGY OF STATISTICAL ANALYSIS, SHORT-TERM FORECASTING OF INDUSTRIAL INJURIES AND WAYS OF THEIR PREVENTION IN AGRO-ENGINEERING

O. M. Kostenko

ORCID  [0000-0001-5997-342X](https://orcid.org/0000-0001-5997-342X)

T. G. Lapenko

ORCID  [0000-0001-8055-6698](https://orcid.org/0000-0001-8055-6698)

N. M. Opara

ORCID  [0000-0002-0128-8400](https://orcid.org/0000-0002-0128-8400)

V. V. Dudnyk

ORCID  [0000-0002-6553-2951](https://orcid.org/0000-0002-6553-2951)

M. M. Shpylka

ORCID  [0000-0002-1425-6715](https://orcid.org/0000-0002-1425-6715)

O. U. Drozhchana*

ORCID  [0000-0001-8214-2624](https://orcid.org/0000-0001-8214-2624)

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

*Corresponding author

E-mail: olga_bgd@ukr.net

How to Cite

Kostenko, O. M., Lapenko, T. G., Opara, N. M., Dudnyk, V. V., Shpylka, M. M., & Drozhchana, O. U. (2021). Methodology of statistical analysis, short-term forecasting of industrial injuries and ways of their prevention in agro-engineering. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 273–279. doi: 10.31210/visnyk2021.02.36

Extremely intensive development of production in practically all countries, including Ukraine, is accompanied by such negative phenomena as industrial injuries and professional diseases. It is well known that there are many sources and reasons proceeding the occurrence of industrial injuries and professional diseases, including organizational, engineering, technical, sanitary, hygienic, regulatory and legal, etc. According to the data of the International Labor Organization, the number of work-related injuries in Ukraine is one of the highest among European countries. The death-rate from industrial injuries takes the third place after cardio-vascular and oncological diseases. The presented indicators show the extreme importance of industrial injuries' problem, therefore the topic requires solving. A number of researches connected with the above mentioned problem have been conducted by scholars in our country; the results of these studies are used in developing ways to prevent accidents at work. In spite of the considerable scientific and practical contribution of the researchers in studying various aspects of industrial injuries and developing preventive measures at the state and enterprises' level, this problem remains topical in Ukraine and requires innovative, scientifically substantiated approaches to its solving. It should be stressed that the problem of decreasing the level of work-related accidents is considered to be the category of particular state and social importance, and its solving is the priority task of Ukraine's national security. The analysis of industrial accidents in this country is one of the main and necessary ways to develop the mechanisms of preventing and avoiding industrial injuries. Moreover, different methods and techniques of analysis, such as statistical, monographic, economic, ergonomic, and others are used. The methodology of analysis, short-term forecasting of industrial injuries and ways of their prevention has been proposed in the article, which enables to detect the expected picture of phenomena and get the prognosticated models for the dynamics of industrial accidents' indicators that are the basis for developing the ways of work-related accidents' prevention.

Key words: industrial injuries, statistical method, short-term forecasting, preventive measures, indicators of industrial injuries.

МЕТОДИКА СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ, КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАВМАТИЗМУ ТА ШЛЯХІВ ЙОГО ПРОФІЛАКТИКИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

О. М. Костенко, Т. Г. Лапенко, Н. М. Опара, В. В. Дудник, М. М. Шпилька, О. У. Дрожжана

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Надзвичайно інтенсивний розвиток виробництва переважно в усіх країнах, зокрема й Україні, супроводжується такими негативними явищами, як травматизм та поява професійних захворювань. Відомо, що джерел та причин, що передують появі травматизму і професійних захворювань, багато, зокрема організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, нормативно-правових та ін. В Україні, за даними Міжнародної організації праці, виробничий травматизм є одним із найбільших серед європейських країн. Смертність від виробничих травм посідає третє місце після серцево-судинних та онкологічних захворювань. Вищезазначені показники свідчать про надзвичайну серйозність проблеми виробничого травматизму, а тому ця тематика потребує вивчення. Науковці нашої держави провели низку досліджень у цьому напрямі, результати яких використовують при розробці шляхів профілактики виробничого травматизму. Незважаючи на значний науковий та практичний внесок дослідників відповідної галузі у вивчення різних аспектів виробничого травматизму і розробки профілактичних заходів на державному рівні й на рівні підприємств, проблема виробничого травматизму в Україні залишається актуальною та потребує інноваційних, науково обґрунтованих підходів до її розв'язання. Варто зазначити, що проблему зниження виробничого травматизму віднесено до категорії особливої державної і суспільної значущості, а її розв'язання – до пріоритетних завдань національної безпеки України. Аналіз нещасних випадків на виробництвах України є одним із основних і необхідних шляхів розробки механізмів профілактики та запобігання виробничого травматизму. При цьому застосовуються різні методи та методики аналізу, такі як статистичний, монографічний, економічний, ергономічний та ін. У статті пропонується методика аналізу, короткострокового прогнозування виробничого травматизму та шляхів його профілактики, що дає змогу виявити очікувану картину таких явищ і отримати прогнозовані моделі для динаміки показників виробничого травматизму, які є підставою для розробки шляхів профілактики виробничого травматизму.

Ключові слова: виробничий травматизм, статистичний метод, короткострокове прогнозування, профілактичні заходи, показники травматизму.

Вступ

Агропромисловий комплекс (АПК) – база економіки держави, що забезпечує її продовольчу безпеку. Частина сільського населення в Україні складає 30,46 % [7]. Протягом багатьох років спостерігається зниження соціально-трудового потенціалу українського села, що спостерігаємо у постійному зменшенні кількості сільського населення, скороченні кількості зайнятих у сільськогосподарському виробництві, погіршенні стану загального та професійного здоров'я працюючих. Тому особливого значення набуває поліпшення умов праці, підвищення рівня охорони праці. Внаслідок цього можна знизити рівень виробничого травматизму, зменшити кількість днів непрацездатності з причини виробничих травм та професійних захворювань [4].

Для розробки заходів запобігання виробничому травматизму та профзахворювань необхідно проводити аналіз стану, динаміки, причин виробничого травматизму та профзахворювань.

Проблемі дослідження виробничого травматизму та профзахворювань присвячено багато наукових досліджень таких авторів, як І. Подобєда [4], О. Войналовича [3], А. Єсипенка [8], В. Шкрабака [25], К. Ткачука [24], О. Гнатюка [5], В. Савченко [21], Т. Таїрової [22,23], Н. Романенко [20], А. Водяника [2], Ю. Коновалова [10], Г. Лесенка [12], І. Лях [13], S. Machida [28], J. Frank. [27] та ін., у яких розглянуті причини травм механізаторів, методики аналізу виробничого травматизму, профілактичні заходи щодо зниження рівня травматизму, методи прогнозування, пропонується застосування сучасних технологій моделювання та прогнозування показників травматизму.

Аналіз виробничого травматизму в агропромисловому комплексі показав, що сільське господарство є однією з небезпечних галузей промисловості України (табл.1) [7, 14, 15].

1. Динаміка виробничого травматизму за останні роки в Україні та в АПК

Показники	Роки				
	2016	2017	2018	2019	2020
В Україні	4428	4313	4126	3876	6646
в т.ч. смертельні	400	366	409	422	393
В АПК	578	537	503	517	243
в т.ч. смертельні	83	75	67	80	45
Відсоток травматизму в АПК від загально-го в Україні (загальний/смертельний), %	13,1/20,8	12,5/20,5	12,2/16,4	13,3/19	3,7/11,5

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що виробничий травматизм в АПК за 2016–2020 роки складав у середньому 11 % від загального виробничого травматизму по Україні, смертельний – 18 %. Зниження рівня виробничого травматизму в АПК 2020 року, на жаль, пов'язано не з поліпшенням умов праці та підвищенням рівня безпеки, а з упровадженням карантинних заходів через пандемію.

Серед основних причин виробничого травматизму та професійних захворювань в агроінженерії є невиконання вимог інструкцій з охорони праці, порушення правил дорожнього руху, порушення вимог безпеки під час експлуатації транспортних засобів, машин і механізмів, порушення технологічного процесу, перебування на робочому місці у стані алкогольного сп'яніння, необережність потерпілих, використання застарілого виробничого фонду, знос якого сягає понад 70 %, скорочення об'ємів капітального та поточного ремонтів будівель, споруд, обладнання. Повільно впроваджується нова техніка та безпечні технології. Спостерігається тенденція скорочення на підприємствах спеціалістів з охорони праці. Відсутня належна відповідальність роботодавців, головних спеціалістів, керівників структурних підрозділів за стан умов та охорони праці, виробничої та технологічної дисципліни. В агроінженерії серед потерпілих найбільше механізаторів [8, 10, 11].

Отже, проблема виробничого травматизму в агропромисловому комплексі є актуальною та потребує її розв'язання.

Для попередження виробничого травматизму в агроінженерії необхідно оцінювати динаміку виробничого травматизму не тільки натеper, а й на перспективу для того, щоб побудувати адекватну систему профілактики – попередження негативних тенденцій розвитку подій.

Мета роботи – запобігання виробничого травматизму в агроінженерії.

Для досягнення поставленої мети необхідно обґрунтувати методику статистичного аналізу і модель короткострокового прогнозування виробничого травматизму та шляхи його профілактики.

Матеріали і методи досліджень

Використані матеріали звітів Фонду соціального страхування України про стан виробничого травматизму в Україні, Державної служби статистики України, матеріали досліджень проблеми виробничого травматизму.

При виконанні досліджень використані статистичний метод, метод порівняння, методи аналізу досліджень, рівня та причин виробничого травматизму в Україні та в АПК.

Результати досліджень та їх обговорення

У розв'язанні проблеми виробничого травматизму та професійних захворювань в агроінженерії важливим є прогнозування травматизму і обґрунтування на цій основі попереджувальних профілактичних заходів. Розглянемо методику статичного аналізу та короткострокового прогнозування травматизму і шляхів його профілактики. Зупинимось на лінійній моделі методології розв'язанні цієї проблеми, яка прийнятна для користування службами охорони праці та забезпечує достатню для практики точність.

Припустимо, що середній показник травматизму $\bar{y}$ в регіоні за рік P_i визначається так [1]:

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{ki}, \quad (1)$$

де N – число працюючих у певному регіоні;

y_{ki} – значення показника травматизму у в кожному випадку за рік.

Показники травматизму та їх середні величини будемо вважати випадковими величинами та відповідно позначимо $\bar{y}_{ki}$ та $\bar{y}_i$.

Відповідно до центральної граничної теореми [1] середнє значення $\bar{y}_i$ можна моделювати залежно від часу, тобто по роках. Лінійна регресія для величини $\bar{y}$ є такою:

$$\bar{y}_i = a(P - P_o) + C + \bar{\Phi}, \quad P_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (2)$$

де P – рік аналізу;

P_o – середнє значення часу n років;

$\bar{\Phi}$ – нормально розподілена випадкова величина з нульовим математичним очікуванням, а $\bar{\Phi}_i$ – значення її в P_i році.

Фактична регресія проводиться за вибіркою об'єму $n \cdot N$, тобто $(Y_1 \dots Y_n, Y_{N+1} \dots Y_{2N}, Y_{(n-1) \cdot (N+1)} \dots Y_{n \cdot N})$, при виборці значень часу P ($P_1 \dots P_1, P_2 \dots P_2, \dots P_n \dots P_n$). Лінійна регресія останньої вибірки має вид:

$$\bar{y}_k = a(P_k - P_o) + C + \Phi_k, \quad (3)$$

$$\text{де } P = \frac{1}{n \cdot N} \cdot \sum_i^{nN} P_k; \quad C = \frac{1}{n \cdot N} \cdot \sum_i^{nN} y_k; \quad \sum_i^{nN} \Phi_k = 0.$$

Оцінки параметрів «а» та «С» в залежностях (2) та (3) однакові та дисперсії цих оцінок при великих N за умови незмінності причин появи травм практично дорівнюють нулю.

$$P_o = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1}{N \sum_{(i=1)N}^{iN} P_k} = \frac{1}{n \sum_{i=1}^n P_i}, \quad (4)$$

$$C = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_k}{N \sum_{(i=1)N}^{iN} y_k}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{n \cdot N} \cdot \sum_{k=1}^{nN} \Phi_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N}{1 \sum_{(i=1)N}^{iN} \Phi_k} = 0 \rightarrow \sum_{(i=1)N} \Phi = 0. \quad (6)$$

Таким чином для виразів (2) і (3) маємо:

$$P_o = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n P_i; \quad C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_{ki} \quad (7)$$

Для оцінки параметра «а» маємо:

$$a = \frac{\sum_{k=1}^{nN} (y_k - C) \cdot (P_k - P_o)}{\sum_{k=1}^{nN} (P_k - P_o)^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_{ki} - C) \cdot (P_k - P_o)}{\sum_{i=1}^n (P_i - P_o)^2}. \quad (8)$$

Останній вираз зручно записати у вигляді:

$$a = \frac{x(\bar{y}, P)}{D(P)}, \quad (9)$$

$$\text{де } x(\bar{y}, P) \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - C) \cdot (P_i - P_o);$$

$$D(P) \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - P_o)^2.$$

Дисперсії оцінок параметрів регресії знаходять за формулами [1]:

$$D(a) = \frac{1}{nN-2} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{nN} (y_k - C)^2 - a^2 \cdot \sum_{k=1}^{nN} (P_k - P_o)^2}{\sum_{k=1}^{nN} (P_k - P_o)^2}, \quad (10)$$

$$D(C) = \frac{1}{nN-2} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{nN} (y_k - C)^2 - a^2 \cdot \sum_{k=1}^{nN} (P_k - P_o)^2}{\sum_{k=1}^{nN} (nN-2)^2}.$$

Оскільки nN велике (порядка 10^4 - 10^5), то дисперсії оцінок практично дорівнюють нулю, а лінії регресії по n значеннях середніх y_k практично знаходяться точно.

Далі визначається довірлива смуга, у якій із заданою вірогідністю знаходяться $\bar{y}_k$. Оскільки за припущенням моделі регресії величини Φ_k маємо нульове математичне очікування, то оцінка дисперсії величини $\bar{\Phi}$ має вид:

$$D(\bar{\Phi}) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \bar{\Phi}_i^2}. \quad (11)$$

Ураховуючи залежності (2) і (9) та те, що

$$D(\bar{y}) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - C^2), \quad (12)$$

вираз (11) буде таким:

$$D(\bar{\Phi}) = D(\bar{y}) - a^2 D(P). \quad (13)$$

Отже, враховуючи вираз (11), для застосування залежності (13), у виразах (9) та (12) зручно ділити суми не на $n-1$, а на n . Отже маємо:

$$y_i = a \cdot (P - P_o) + C \pm \varepsilon; \quad \varepsilon = \Phi^{-1}(a) \sqrt{\frac{D(\bar{\Phi})}{n}}, \quad (14)$$

де Φ^{-1} – зворотна функція Лапласа.

Довірлива смуга по мірі збільшення P не збільшує своєї ширини, що пов'язано з практично точним визначенням регресії. Отже, навіть малі значення коефіцієнта a будуть значимими.

Прогнозування виробничого травматизму необхідне для того, щоб на його основі здійснювати профілактичні заходи із запобігання травматизму. Тому важливо вибрати такі показники, на основі яких можна було б ефективно управляти динамікою травматизму. Оскільки домінуючими у практиці охорони праці є показники частоти, тяжкості, травм, смертності та втрат робочого часу, доцільно їх взяти за основу [3].

Лінії регресії по коефіцієнтах частоти $K_{\text{ч}}$ та тяжкості $K_{\text{т}}$ матимуть вид:

$$\bar{K}_{\text{ч}} = a_{\text{ч}}(P_i - P_o) + C_{\text{ч}} + \bar{\Phi}_i, \quad (15)$$

$$\bar{K}_{\text{т}} = a_{\text{т}}(P_i - P_o) + C_{\text{т}} + \bar{\Phi}_i, \quad (16)$$

де $\bar{K}_{\text{ч}}$ - середнє значення коефіцієнта частоти виробничого травматизму;

$\bar{K}_{\text{т}}$ - середнє значення коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму;

$a_{\text{ч}}, C_{\text{ч}}$ - коефіцієнти в рівняннях регресії по коефіцієнту частоти травматизму;

$a_{\text{т}}, C_{\text{т}}$ - коефіцієнти в рівняннях регресії по коефіцієнту тяжкості травматизму;

$\bar{\Phi}_i$ - нормально розподілена випадкова величина з нульовим математичним очікуванням.

На підставі наведених положень проводиться прогнозування показників травматизму на короткостроковий період (3–5 років). Отримані дані за динамікою показників травматизму використовують для розробки шляхів його профілактики. Найбільш вагомими є заходи нормативно-правового, санітарно-гігієнічного, організаційно-технічного, інженерно-технічного, кадрового та іншого характеру залежно від причин виробничого травматизму за певний період. Пріоритет одному із заходів (групі заходів) при розробці шляхів профілактики надають тому, прогнозоване значення якого рухається в небажаному напрямку [25].

Результати прогнозування виробничого травматизму є базовими для системи управління охороною праці та розробки на їхній підставі профілактичних заходів.

Висновки

Представлена методика аналізу та короткострокового прогнозування виробничого травматизму і шляхів його профілактики дає змогу виявити очікувану картину явищ і отримати прогнозовані моделі

для динаміки показників виробничого травматизму, що є підставою для розробки шляхів профілактики виробничого травматизму.

Перспективи подальших досліджень. Практика щоденно вимагає розв'язання низки працевохоронних проблем, з якими постійно стикаються агропромислові підприємства. Основним у цьому напрямі є профілактика травматизму та профзахворювань. Стосовно організаційно-технічних питань вагомим напрямом роботи над проблемою є низка заходів, які дають змогу запобігти виробничому травматизму та профзахворюванням. Отже, планується розглянути організаційно-технічні питання управління профілактикою виробничого травматизму.

References

1. Bronshtey, I. N., & Semendyayev, K. A. (2021). *Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya VTUZov*. Moskva: Lan [In Russian].
2. Vodianyuk, A. O., & Tkachuk, K. N. (2005). Doslidzhennia vplyvu na prychyny vyrobnychoho travmatyzmu faktoriv zovnishnoho seredovyscha. *Mistobuduvannia ta Terytorialne Planuvannia*, 20, 50–58 [In Ukrainian].
3. Voynalovych, O. V., Tyahay, M. T., & Podobyed, I. M. (2007). Prohnozuvannia rivniv vyrobnychoho travmatyzmu v aharnomu vyrobnytstvi. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Ahrarynoho Universytetu*, 109, 242–250 [In Ukrainian].
4. Voynalovych, O. V., Podobyed, I. M., & Motrych, M. M. (2012). Analiz prychyn travmuвання pratsivnykiv APK na mekhanizovanykh ta transportnykh robotakh. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini*, 24, 38–49 [In Ukrainian].
5. Hnatyuk, O. A. (2008). Vplyv osoblyvostey sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva na metody otsynuvannia profesiynoho ryzyku operatoriv mashynno-traktornykh ahrehativ (MTA). *Okhorona pratsi ta sotsial'nyy zakhyst pratsivnykiv: zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovoї konferentsiyi* [In Ukrainian].
6. Gordiychuk, L. (2017). Aspects occupational injuries and incidence. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series Economical Sciences*, 19 (76), 136–138.
7. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny. Retrived from: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [In Ukrainian].
8. Iesypenko, A. S., & Tairova, T. N. (2011). Doslidzhennia tendentsii vyrobnychoho travmatyzmu yak osnova rozrobky mekhanizmiv dlia yoho profilaktyky. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini*, 20, 102–114 [In Ukrainian].
9. Zvarych, O. M. (2017). Analiz stanu vyrobnychoho travmatyzmu ta profesiynykh zakhvoryuvan na pidpryyemstvakh Ukrayiny. *Studentskyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Vodnoho Hospodarstva ta Pryrodokorystuvannia*, 1 (7), 44–46 [In Ukrainian].
10. Konovalov, Yu. (2010). Suchasni problemy vyrobnychoho travmatyzmu ta profesiinoї zakhvoryuvanosti v sil'skomu hospodarstvi Ukrainy. *Ahrarna Ekonomika*, 1-2 (3), 94–100 [In Ukrainian].
11. Kostenko O. M., Opara N. M., & Drozhchana O. U. (2020). Metodolohiya analizu peredtravmatychnykh, travmatychnykh sytuatsiy ta vyrobnychoho travmatyzmu u v ahroinzheneriyi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarynoi Akademii*, 3, 287–294. doi: 10.31210/visnyk2020.03.33 [In Ukrainian].
12. Lesenko, H. (2003). Profesiyniyi ryzyk vyrobnytstva i vyrobnychiy travmatyzm. *Okhorona Pratsi*, 4, 29–30 [In Ukrainian].
13. Lyakh I. M., & Dudnyk V. V. (2020). Doslidzhennia vyrobnychoho travmatyzmu na pidpryyemstvakh Ukrayiny: prychyny i faktory vynyknennia. *Aktualni Problemy Ekonomiky*, 12 (234), 67–72 [In Ukrainian].
14. Materialy Fondu sotsialnoho strakhuvannia vid neshchasnykh vypadkiv na vyrobnytstvi. Retrived from: <http://www.social.org.ua/activity/profilactika> [In Ukrainian].
15. Ofitsiyniy sait Derzhpratsi. Retrived from: <http://www.dnop.kiev.ua> [In Ukrainian].
16. Pakhomov, R. I., Hasii, H. M., Bilous, I. O., & Lavrut, T. V. (2015). Analiz, Prohnozuvannia ta Profilaktyka Travmatyzmu z Vazhkymy Naslidkamy/ Zbirnyk Naukovykh Prats Kharkivskoho Universytetu Povitrianykh Syl, 2 (43), 139–144 [In Ukrainian].
17. Prysiazhna, L. P., Pereverzieva, L. M., Vynokurov, M. O., Sherstiuk, O. V., & Hrechko, T. Iu. (2013). Udoshkonalennia metodyky analizu vyrobnychoho travmatyzmu. *Visnyky Kharkivskoho Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu imeni Petra Vasylenka*, 135, 509–518 [In Ukrainian].

18. Pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy «Pro okhoronu pratsi»: zakon Ukrainy vid 21.11.2002r. № 229-IV. Retrived from: <http://portal.rada.gov.ua> [In Ukrainian].
19. *Profilaktyka neshchasnykh vypadkiv ta profzakhvoriuvan.* Retrived from: <http://www.social.org.ua/departaments/lutsk/prof3> [In Ukrainian].
20. Romanenko, N. V., & Spychak, Yu. M. (2017). Vyznachennia osnovnykh napriamiv profilaktyky travmatyzmu na pidpriemstvakh silskoho hospodarstva. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini*, 3, 33–39 [In Ukrainian].
21. Savchenko, V. M., Tsyvenkova, N. M., & Savchenko, L. H. (2016). Doslidzhennia rivnia vyrobnychoho travmatyzmu ta profesiinoi zakhvoriuvanosti v haluzi tekhnichnoho obsluhovuvannia APK Ukrainy. *Tekhnichniy Servis Ahropromyslovoho, Lisnogo ta Transportnoho Kompleksiv*, 6, 100–105 [In Ukrainian].
22. Tairova, T. M. (2016). Problemni pytannia okhorony pratsi v Ukraini. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini*, 32, 24–36 [In Ukrainian].
23. Tairova, T. M., & Slipachuk, O. A. (2016). Stan vyrobnychoho travmatyzmu na pidpriemstvakh silskoho hospodarstva Ukrainy. *Informatsiinyi Biuleten z Okhorony Pratsi*, 1, 14–28 [In Ukrainian].
24. Tkachuk, K. N., & Kruzhylo, O. Ie. (2014). *Prohnozuvannia vyrobnychoho travmatyzmu: monohrafiia*. Kyiv: Osnova [In Ukrainian].
25. Shkrabak V. S., Shkrabak V. V., & Shkrabak R. V. (2002). *Prognozirovaniye travmatizma v APK i puti yego profilaktiki*. Sankt-Peterburg: SPbGAU [In Russian]
26. Wojnalowicz, A. W., & Podobied, I. M. (2006). Przyczyny urazowości pracowników zatrudnionych przy zmechanizowanych pracach w produkcji rolnej. *Wypadki Wrolnictwie – Dynamika Zmian w Ostatniej Dekadzie*, 45, 118–122.
27. Frank, J., & Cullen, K. (2006). Preventing injury, illness and disability at work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 32 (2), 160–167. doi: 10.5271/sjweh.992
28. Machida, S. (2009). System for Collection and analysis of occupational accidents data. *African Newsletter on Occupational Health and Safety*, 19 (1), 4–6.

Стаття надійшла до редакції: 21.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Костенко О. М., Лапенко Т. Г., Опара Н. М., Дудник В. В., Шпилька М. М., Дрожжана О. У. Методика статистичного аналізу, короткострокового прогнозування травматизму та шляхів його профілактики в агроінженерії. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 273–279.

© Костенко Олена Михайлівна, Лапенко Тарас Григорович, Опара Надія Миколаївна, Дудник Володимир Васильович, Шпилька Микола Миколайович, Дрожжана Ольга Урешівна, 2021



original article | UDC 621.43 | doi: 10.31210/visnyk2021.02.37

METHODS OF RESTORING PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES

A. A. Dudnikov

I. A. Dudnikov

V. V. Dudnyk*

O. A. Burlaka

ORCID  [0000-0001-8580-657X](https://orcid.org/0000-0001-8580-657X)ORCID  [0000-0002-0448-2241](https://orcid.org/0000-0002-0448-2241)ORCID  [0000-0002-6553-2951](https://orcid.org/0000-0002-6553-2951)ORCID  [0000-0002-2296-7234](https://orcid.org/0000-0002-2296-7234)

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., Dudnikov, I. A., Dudnyk, V. V., & Burlaka, O. A. (2021). Methods of restoring parts of agricultural machines. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 280–285. doi: 10.31210/visnyk2021.02.37

Restoration of worn parts of agricultural tillage equipment is technically and economically justified, because it can significantly reduce delay time, as well as improve the quality of repairs and positively affect the reliability of these machines. The purpose of this study is to increase the durability of the machining surface of the parts during vibration machining. The article shows the effect of friction on the deformation unevenness in the layers of deformed material. The expediency of details' restoration of tillage machines by more effective technologies, namely plastic deformation has been substantiated. The researches have been made based on the theory of dislocations as to deformation strengthening process of the machined material of farm tillage machines' details working in the conditions of the increased abrasive wear. The influence of dislocations on internal stresses' formation and strengthening of the surface layer of the machined detail has been shown. It has been established that the friction that occurs during the restoration, contributes to the surface deformation in the layer of the detail deformed material. It has been determined that the friction force that appears during the machining of the restored part depends on its material. The dependence on determining the force of contact friction between the surfaces of the tool for machining and the machined detail has been given. Calculations for determining the tangential stresses affecting the contact friction surfaces have been made. The mathematical value of contact friction has been established. The values of the friction coefficient at usual and vibrational deformation of the restored part have been given. It has been determined that the smallest value of the friction coefficient is at 0.5 mm amplitude of oscillations. Also, theoretical studies have shown that at vibration machining, the friction coefficient is reduced by 2.5 times. Reducing the friction coefficient helps to strengthen the surface of the machined part.

Key words: plastic deformation, coefficient of friction, vibration machining, degree of deformation, contact surface.

СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

A. A. Дудніков, I. A. Дудніков, В. В. Дудник, О. А. Бурлака

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Відновлення зношених деталей сільськогосподарської ґрунтообробної техніки є технічно та економічно обґрунтованим, тому що дає змогу суттєво скоротити час простою, а також підвищити якість ремонту та позитивно впливати на показники надійності цих машин. Метою цього дослідження є забезпечення підвищення довговічності оброблювальної поверхні деталей при вібраційній

обробці. У статті показано вплив тертя на нерівномірність деформування в шарах деформованого матеріалу. Обґрунтовано доцільність проведення відновлення деталей ґрунтообробних машин більш ефективними технологіями, а саме пластичним деформуванням. Виконані дослідження процесу деформаційного зміцнення оброблювального матеріалу деталі сільськогосподарських ґрунтообробних машин, що працюють в умовах підвищеного абразивного зношування, на основі теорії дислокацій. Показано вплив дислокацій на утворення внутрішніх напружень та зміцнення поверхневого шару оброблюваної деталі. Встановлено, що тертя, яке відбувається під час відновлення, сприяє поверхневій деформації в шарі деформованого матеріалу деталі. Встановлено, що при здійсненні обробкою тиском змінювання властивостей обробленого шару деталі залежить від ступеня деформації. Визначено, що сила тертя, яка виникає при обробці відновлюваної деталі, залежить від її матеріалу. Наведена залежність з визначення сили контактної тертя між поверхнями інструменту для обробки та деталі, що обробляється. Запропоновано розрахунки з визначення дотичних напружень, що діють на контактних поверхнях тертя. Встановлена математична величина контактної тертя. Наведені значення коефіцієнта тертя при звичайному та вібраційному деформуванні відновлюваної деталі. Визначено, що найменше значення коефіцієнта тертя має місце при амплітуді коливань 0,5 мм. Також теоретичні дослідження свідчать, що при вібраційній обробці коефіцієнт тертя знижується у 2,5 рази. Зниження коефіцієнта тертя сприяє зміцненню поверхні деталі, що обробляється.

Ключові слова: пластичне деформування, коефіцієнт тертя, вібраційна обробка, ступінь деформації, контактна поверхня.

Вступ

Відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки є технічно та економічно обґрунтованим, тому що дає змогу суттєво скоротити час простою, а також підвищити якість ремонту та позитивно вплинути на показники надійності машин.

Доцільність відновлення деталей більш ефективними технологіями полягає у зменшенні вартості ремонту складальних одиниць, агрегатів та машин за рахунок зменшення витрат на придбання нових запасних частин та скороченні виробничих витрат при їхньому використанні.

Застосування прогресивних технологічних процесів дає змогу зменшити на 10 % час на відновлення та ремонт, на 22...25 % збільшити наробіток на машину та на 30...45 % збільшити її продуктивність [1].

Технічний стан робочих органів ґрунтообробної техніки має суттєвий вплив на урожайність сільськогосподарських культур. Якісне відновлення деталей машин дає змогу суттєво знизити затрати матеріалу на запасні частини, скоротити порівняно з виготовленням кількість технологічних операцій у 5...8 разів. Останнє твердження дозволяє отримати значний економічний ефект [2–6].

Під час відновлення зношених деталей необхідно забезпечити їх якість на рівні нових та вище. При цьому необхідно досягнути покращення геометрії посадочних місць, підвищення твердості та зносостійкості робочих поверхонь. Останнє може бути забезпечене застосуванням прогресивних технологій, які дають змогу значно підвищити якісні показники відновлення деталей та агрегатів сільськогосподарських машин [7–11].

Одним зі способів підвищення довговічності деталей є зміцнення поверхневого шару пластичним деформуванням [12–15].

Хоча багато питань щодо забезпечення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин вимагають проведення додаткових досліджень.

Особливої актуальності набули питання щодо виконання досліджень в умовах вібраційного деформування.

Метою цього дослідження є забезпечення підвищення довговічності оброблювальної поверхні деталей при вібраційній обробці. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Описати особливості вібраційної зміцнювальної обробки.
2. Дослідити вплив технологічних параметрів вібраційного деформування на якісні показники обробки поверхневого шару відновлювальних деталей.

Матеріали і методи досліджень

Аналіз публікацій щодо підвищення зносостійкості деталей ґрунтообробних машин дає змогу визначити такі напрями дослідження:

- розробка та дослідження високоефективних технологічних процесів відновлення зношених поверхонь ріжучих елементів робочих органів ґрунтообробних машин;
- застосування розробленої вібраційної технології зміцнення ріжучих елементів зазначених машин.

Вибір технології відновлення було обґрунтовано, зважаючи на характер дефектів та величину зношування робочих поверхонь ріжучих елементів, твердості їх матеріалу, геометричних розмірів, точності обробки та собівартості відновлення. Кількісне і якісне оцінювання надійності відновлених робочих органів виконано порівнянням з аналогічними показниками нових деталей.

Аналіз стану відновлених та нових деталей було виконано після їх зносу під час проведення досліджень.

Важливим фактором при виборі технологічного процесу відновлення деталей є визначення параметрів їхньої обробки, що зменшують величину зношування їх ріжучих елементів.

Статистичну обробку отриманих даних було проведено за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Явища деформаційного зміцнення можна пояснити на основі теорії дислокації, що заснована на загальних припущеннях про їх вплив на формування внутрішніх напружень. Зміцнення оброблюваної поверхні пов'язано з утворенням бар'єрів для рухомих дислокацій між собою та іншими дефектами кристалічної решітки.

На думку академіка Т. С. Скобло, збільшення ступеня деформації оброблюваного матеріалу спричиняє зменшення шляху проходження дислокацій та, відповідно, збільшення їх пластичності. Останнє може призвести до зміцнення поверхневого шару [8].

Завдяки застосуванню тиску відбувається поновлення поверхні контактного інструмента для обробки з деформованим матеріалом оброблюваної деталі. При цьому величина та швидкість зміщення частини металу різняться в різних точках контакту. Також, чим більше опір тертю, тим більше необхідно зусилля деформації [16].

Необхідно зазначити, що тертя сприяє нерівномірній деформації: в шарах деформованого матеріалу, що наближені до поверхні, дія сил тертя, які створюють опір деформації, більше відносно шарів, віддалених відносно зон контакту з інструментом. При здійсненні обробкою тиском змінювання властивостей обробленого шару деталі залежить від ступеня деформації [12–18].

Сила тертя та напруження, що виникають, залежать від міцнісних властивостей деформованого тіла.

Під час вібраційного оброблення матеріалу поверхні виникає також інерційна сила, що періодично підсилює чи послаблює тиск інструменту під час обробки на контактну поверхню. При цьому відбувається певне розвантаження сил контактного тертя [19–21].

Відповідно до закону Амонтона-Кулона сила контактного тертя T обчислюється рівнянням:

$$T = fN, \quad (1)$$

де f – коефіцієнт тертя при пластичному деформуванні; N – нормальний тиск інструмента на поверхню металу.

З урахуванням опору зсуву τ_0 у поверхневому шарі і швидкості зміни дотичних напружень:

$$T = \tau_0 F_k + kN, \quad (2)$$

де F_k – площа контакту металу з інструментом для обробки; k – коефіцієнт, що враховує швидкість зміни дотичних напружень при зміні нормальних напружень.

Перший член рівняння характеризує зміну сили тертя внаслідок зміни площини зсуву, другий – зміну опору зсуву при зміні нормального тиску.

Після ділення складників рівняння (1) на площу контакту F_k , отримаємо:

$$\frac{T}{F_k} = f \frac{N}{F_k}, \quad (3)$$

де $T/F_k = \tau$ – відповідає дотичному напруженню, що діє на контактну поверхню; $N/F_k = \sigma_1$ – відпові-

дає нормальному напруженню, відповідно:

$$\tau = f \sigma_1. \quad (4)$$

Дотичне напруження τ не може бути більше ($\beta\sigma_s/2$):

$$\tau_{\max} \leq \frac{\beta\sigma_s}{2}, \quad (5)$$

де

$$\beta = \frac{2}{\sqrt{3 + \xi_\sigma^2}}, \quad (6)$$

де ξ_σ^2 – тензор напружень, рівний:

$$\xi_\sigma^2 = \frac{\sigma_2 - \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}}{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}}, \quad (7)$$

де $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – величини головних напружень в напрямку координат.

При сумісному розв'язанні рівнянь (5) та (4), отримаємо:

$$f_{\max} \sigma_1 \leq \frac{\beta\sigma_s}{2}, \quad (8)$$

звідси,

$$f_{\max} \leq \frac{\beta\sigma_s}{2}. \quad (9)$$

Але

$$\frac{\beta\sigma_s}{\sigma_1} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2\sigma_1} = 0,5 - \frac{\sigma_3}{2\sigma_1} \quad (10)$$

При здійсненні пресування σ_1 та σ_3 мають однаковий знак, тому коефіцієнт тертя $f_{\max} \leq 0,5$.

Але при осаджуванні експериментальний коефіцієнт тертя може перевищувати 0,5. Таке твердження можна пояснити тим, що при проведенні експериментальних досліджень коефіцієнт тертя визначають як частку від ділення середніх напружень тертя на питомий тиск. Тому максимальний коефіцієнт тертя:

$$f_{\max} = \frac{\beta\sigma_s}{\sigma_1} \quad (11)$$

Значення коефіцієнта тертя, що підраховані по цій залежності, наведені в табл. 1.

1. Значення коефіцієнта тертя

Амплітуда коливань А, мм	Коефіцієнт тертя, f	
	вібраційне деформування	звичайне деформування
0,25	0,485	0,682
0,5	0,302	
0,75	0,509	

Результати теоретичних досліджень свідчать, що при вібраційному деформуванні леза леміша коефіцієнт тертя між поверхнями оброблюваної деталі та інструмента для обробки знижується у 2,25 раза.

Таке явище, своєю чергою, сприяє підвищенню зміцнення оброблюваної поверхні деталі, що відновлюється.

Висновки

1. У статті показано вплив тертя на нерівномірність деформування в шарах деформованого матеріалу.

2. Під час досліджень встановлено, що при вібраційному деформуванні ріжучого елемента плужного леміша коефіцієнт тертя між поверхньою та інструментом для обробки зменшується у 2,25 раза. Останнє сприяє більшому зміцненню обробленого матеріалу.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть направлені на виявлення ефективних та доцільних параметрів вібраційної обробки деталей сільськогосподарських машин, що працюють у різних умовах та середовищах.

References

1. Voytyuk, V. D., & Rublov, V. I. (2005). *Upravlinnya yakistyu tekhnichnoho servisu i sil's'kohospodars'koyi tekhniki pry postachanni*. Kyiv: Vydavnytstvo NAU [In Ukrainian].
2. Dudnikov, A. A., Belovod, A. I., Kanivets, A. V., & Dudnyk, V. V. (2011). *Povysheniye dolgovechnosti detaley pri ikh vosstanovlenii. Sbornik nauchnykh statey 5-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Minsk: BGATU [In Russian].
3. Stotsko, Z., Kusi, J., & Topilnytskyj, V. (2012). Research of vibratory-centrifugal strain hardening on surface quality of cylindric long-sized machine parts. *Journal of Manufacturing and Industrial Engineering*, 11, 15–17.
4. Dudnikov, A. A., Belovod, A. I., Burlaka, A. A., Dudnyk, V. V., Ivankova, Ye. V., & Kanivets, A. V. (2020). Rol poverkhnostnogo deformirovaniya detaley v povyshenii ikh resursa. *Tekhnicheskoye obespecheniye innovatsionnykh tekhnologiy v selskom khozyaystve: sbornik nauchnykh statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Minsk: BGATU [In Russian].
5. Rybak, T. I. (2003). *Poshukove konstruyuvannya na bazi optymizatsiyi resursu mobilnykh sil's'kohospodars'kmykh mashyn*. Ternopil: VAT «TVPK» [In Ukrainian].
6. Ovseyenko, A. N., Serebryakov, V. I., & Gayek, M. M. (2003). *Tekhnologicheskoye obespecheniye kachestva izdeliy mashinostroyeniya: monografiya*. Moskva: Yanus-K [In Russian].
7. Skoblo, T. S., Sidashenko, A. I., Kharyakov, A. V., & Naumenko, A. A. (2006). Vosstanovleniye ekspluatatsionnykh svoystv detaley naneseniyem iznosostoykikh pokrytiy plazmenno-poroshkovym metodom. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 90–93 [In Russian].
8. Skoblo, T. S., Vlasovets, V. M., Naumenko, A. A., & Dudnikov, I. A. (2015). Issledovaniye vliyaniya vibroobrabotki na uprochneniye strukturnykh sostavlyayushchikh stali 10. *Vestnik Kharkovskogo Natsionalnogo Tekhnicheskogo Universiteta Sel'skogo Khozyaystva imeni Petra Vasilenko*, 158, 279–287 [In Russian].
9. Kanivets, A. V. (2011). Pereglyad K voprosu plasticheskogo deformirovaniya pri vibratsionnoy obrabotke. *Vibratsiyi v Tekhnitsi ta Tekhnolohiyakh*, 1 (61), 85–86 [In Russian].
10. Dudnikov, I. A., & Dudnyk, V. V. (2011). Povysheniye dolgovechnosti pluzhnykh lemekhov. *Vestnik Natsional'nogo Tekhnicheskogo Universiteta KhPI*, 10, 35–38 [In Russian].
11. Bilousko, Ya. K., Burylko, A. V., & Halushko, V. O. (2007). *Problemy realizatsiyi tekhnichnoyi polityky v ahropromyslovomu kompleksi*. Kyiv: NNTS IAE [In Ukrainian].
12. Boyko, A. Y., & Balabukha, A. V. (2000). Uprochneniye lezvyi, kak metod upravleniya ykh heometrycheskykh form pry yznashyvany. *Visnyk Kharkivs'koho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva*, 4, 49–56. [In Russian].
13. Novikov, V. S., Azarova, I. A., & Saburkin, D. A. (2007). Materialovedencheskoye napravleniye povysheniya nadezhnosti robochikh organov pluga. *Tekhnicheskyy Servis v Agropromyshlennom Komplekse*, 3, 12–14 [In Russian].
14. 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
15. Belevskii, L., Belevskaya, I., Belov, V., Gubarev, E., & Efimova, Yu. (2016). Surface Modification of Products by Plastic Deformation and the Application of Functional Coatings. *Metallurgist*, 60, 434–439. doi: 10.1007/s11015-016-0310-y

16. Groiov, N. P. *Teoriya obrabotki metal lov davlenim*. (1998). Moskva: Metalurgiya [In Russian].
17. Aulin, V. V., & Bobrytsky, V. M. (2004). Kharakter ta intensyvnist' znoshuvannya robochykh orhaniv gruntoobrobnykh mashyn. *Problemy Trybolohiyi. Khmelnytsky KHDU*, 2, 107–112 [In Ukrainian].
18. Bandura, V. N., & Dereven'ko, I. A. (2006). Skhema napryazhonnogo sostoyaniya v poverkhnostnom plasticheski deformirovannom sloye. *Vibratsii i Tekhnike i Tekhnologiyakh*. 3(45), 26–29 [In Russian].
19. Makushok, E. M. (1984). *Mekhanika treniya*. Minsn: Nauka i tekhnika [In Russian].
20. Dzugutov, M. Ya. (1984). *Napryazheniya i deformatsii pri obrabotke metal lov davlenim*. Moskva: Metallurgiya [In Russian].
21. Djema, M., Hanouda, K., Babichev, A., Saidi, D., & Halimi, D. (2012). Effect of vibro-impact strengthening on the fatigue strength of metallic surfaces. *Metall, Czech Republic*, 5, 23–25.

Стаття надійшла до редакції: 28.04.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Дудніков А. А., Дудніков І. А., Дудник В. В., Бурлака О. А. Способи відновлення деталей сільськогосподарських машин. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 280–285.

© Дудніков Анатолій Андрійович, Дудніков Ігор Анатолійович, Дудник Володимир Васильович,
Бурлака Олексій Анатолійович, 2021

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*
Літературний редактор: *Дедушно А. В.*
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*
Комп'ютерна верстка: *Засельська Н. В.*

Формат 60х90/8. Ум. друк. арк. 17. Тираж 300 пр. Зам. № 59.
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.