

# Вісник

ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

**3'2020**

Матеріали друкуються  
мовами оригіналів –  
українською та англійською

Науково-виробничий  
фаховий журнал  
2020, № 3 (98)

## ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

## BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

© «Вісник Полтавської державної  
аграрної академії», 2020

---

# ВІСНИК

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

**3'2020**

Materials are published in original  
languages – Ukrainian and English

**Scientific and production  
professional journal  
2020, № 3 (98)**

---

## **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](mailto:visnyk@pdaa.edu.ua)  
<http://www.pdaa.edu.ua>  
<https://doi.org/10.31210/visnyk>

**FOUNDER –**

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

© Bulletin of Poltava State  
Agrarian Academy, 2020

---

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

Виходить чотири рази на рік.

## **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

### **Голова Редакційної ради**

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

### **Головний редактор**

О. О. ГОРЬ, 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, к. 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, к. 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 (наказ № 184 від 29.09.2020 р.)

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

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

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

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

---

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

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. MARENKYCH, 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, Cand. 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, Cand. 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 (Order No. 184 of 29.09.2020).

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

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

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

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

---

## ЗМІСТ

### СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

<i>Василишина О. В.</i> Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання .....	13
<i>Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г.</i> Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив .....	21
<i>Жемела Г. П., Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В.</i> Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої .....	32
<i>Гангур В. В., Кочерга А. А., Пипко О. С., Єщенко В. М., Кабак Ю. І., Онопрієнко О. В.</i> Ефективність стимуляторів для передпосівної обробки насіння пшениці озимої ...	40
<i>Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспєлова Г. Д., Горб О. О., Піщаленко М. А., Нечипоренко Н. І., Шерстюк О. Л.</i> Технологічні прийоми органічного землеробства як основа регулювання розвитку шкідливих організмів .....	46
<i>Гангур В. В., Кочерга А. А., Пипко О. С., Кабак Ю. І., Лень О. І.</i> Вплив мінеральних добрив на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої .....	54
<i>Філоненко С. В., Тищенко М. В.</i> Урожайність пшениці озимої в короткоротаційній просапній сівоzmіні залежно від удобрення й основного обробітку ґрунту .....	61
<i>Маренич М. М., Гангур В. В., Попова К. М., Ляшенко В. В., Кабак Ю. І.</i> Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур .....	70
<i>Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г.</i> Фактори чутливості ґрунтів Волинської області до ерозії .....	79
<i>Тищенко М. В., Філоненко С. В., Боровик І. В., Коваль О. В., Гудименко Ж. В.</i> Економічна ефективність короткоротаційної плодозмінної сівоzmіни залежно від системи удобрення цукрових буряків .....	91
<i>Силенко С. І., Єремко Л. С., Силенко О. С., Роговий О. Ю., Андрущенко О. В., Гангур В. В.</i> Добір вихідного матеріалу чини посівної ( <i>Lathirus sativus</i> L.) для створення посухостійких сортів .....	99
<i>Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспєлова Г. Д., Піщаленко М. А., Мельничук В. В., Шерстюк О. Л.</i> Екологізація землеробства як перший крок до органічного виробництва рослинницької продукції .....	109
<i>Кляченко О. Л., Шофолова Н. В., Черній С. О.</i> Особливості калюсогенезу і морфогенезу первинних експлантатів <i>in vitro</i> різних генотипів ріпака ( <i>Brassica napus</i> L.) .....	118

### СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

<i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Руденко О. М.</i> Система комплексного управління сферою поводження з твердими відходами в контексті збалансованого регіонального розвитку .....	125
---	-----

<i>Тараненко А. О., Кулик М. І., Тараненко С. В., Галицька М. А.</i> Вплив способу вирощування проса прутоподібного на динаміку органічної речовини у ґрунті та врожайність біомаси .....	135
<i>Корчагін О. П.</i> Наукове обґрунтування регулювання процесів евтрофікації водних об'єктів (на прикладі річки Ворскли) .....	150

## **СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО**

<i>Халак В. І., Ільченко М. О., Петулько П. В.</i> Ознаки відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності та рівень їх дискретності .....	159
<i>Шостя А. М., Сарнавська І. В., Тендітник В. С., Кузьменко Л. М., Слинько В. Г., Шаферівський Б. С.</i> Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників залежно від умов утримання .....	166
<i>Небилиця М. С.</i> Екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщення для утримання підсисних свиноматок.....	174
<i>Капшук Н. О.</i> Відтворна здатність дочок другої лактації від голштинських корів-матерів різного віку .....	183
<i>Павлова І. В.</i> Морфо-фізіологічні особливості сперміїв кнурів-плідників різних порід під час теплового стресу .....	189
<i>Стояновський В. Г., Усенко С. О., Шостя А. М., Березницький В. І., Усенко О. О., Слинько Є. В.</i> Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників з різними типами вищої нервової діяльності.....	196

## **ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА**

<i>Євстаф'єва В. О., Кручиненко О. В., Мельничук В. В., Михайлютенко С. М., Корчан Л. М., Щербакова Н. С., Долгін О. С.</i> Епізоотологічні особливості перебігу паразитозів у великої рогатої худоби та овець у літньо-пасовищний період.....	205
<i>Кравченко С. О., Мельничук В. В., Канівець Н. С., Бурда Т. Л.</i> Особливості епізоотології саркоптозу собак у місті Полтаві .....	213
<i>Передера О. О., Передера Р. В., Савченко К. С.</i> Діагностика сальмонельозу бройлерів у приватному господарстві.....	219
<i>Чеканцева Д. Ю., Канівець Н. С., Каришева Л. П., Боброва В. В.</i> Діагностика гострого панкреатиту в собаки: клінічний випадок з ветеринарної практики .....	227
<i>Саїд В., Стибель В. В., Гутий Б. В., Прийма О. Б.</i> Система антиоксидантного захисту організму собак в умовах експериментального токсокарозу .....	233
<i>Кручиненко О. В.</i> Ектопаразити собак і котів (поширення та лікування) .....	241
<i>Богач М. В., Юськів І. Д., Богач О. М., Старків В. Д.</i> Поширення та форми перебігу демодекозу собак в умовах міста Одеси .....	251

---

## ТЕХНІЧНІ НАУКИ

<i>Брикун О. М., Черняк Р. Є., Горик О. В.</i> Методика проведення експериментальних досліджень впливу ударної дії дробинки на стан металевих поверхонь .....	257
<i>Яхін С. В., Бурлака О. А.</i> Дослідження впливу режимів роботи транспортних ліній зернозбирального комбайна на якість обмолоту зерна .....	269
<i>Дмитриков В. П., Горб О. О., Бойко С. І., Єрмаков В. М.</i> Безпечна утилізація відпрацьованих марганець-цинкових гальванічних елементів .....	280
<i>Костенко О.М., Опара Н. М., Дрожчана О. У.</i> Методологія аналізу передтравматичних, травматичних ситуацій та виробничого травматизму в агроінженерії .....	287

---

## CONTENTS

### AGRICULTURE. PLANT GROWING

Vasylyshyna O. V. Change in quality of cherry fruits pre-processed with polysaccharide compositions during storage .....	13
Hospodarenko G. M., Cherny O. D., Lubich V. V., Ryabovol Y. S., Kryzhanivsky V. G. Yield and baking properties of winter wheat grain at different doses and terms of nitrogen fertilizer application.....	21
Zhemla H. P., Barabolia O. V., Tatarko Y. V., Antonovskiy O. V. The effect of variety peculiarities on winter wheat grain quality .....	32
Hanhur V. V., Kocherha A. A., Pypko O. S., Yeshchenko V. M., Kabak Y. I., Onopriienko O. V. Efficiency of stimulators for pre-sowing treatment of winter wheat seeds.....	40
Pysarenko V. M., Kovalenko N. P., Pospelova G. D., Gorb O. O., Pischalenko M. A., Nechyporenko, N. I., Sherstiuk O. L. Technological methods of organic farming as a basis for regulating the development of harmful organisms .....	46
Hanhur V. V., Kocherha A. A., Pypko O. S., Kabak Y. I., Len O. I. The influence of mineral fertilizers on water consumption and productivity of winter wheat.....	54
Filonenko S. V., Tyshchenko M. V. Winter wheat yield capacity in short-rotation row crop succession depending on fertilization and basic soil tillage.....	61
Marenych M. M., Hanhur V. V., Popova K. M., Liashenko V. V., Kabak Y. I. Efficacy of humic stimulants in pre-sowing treatment of cereal seeds.....	70
Matviichuk B. V., Matviichuk N. H. Factors of soil sensitivity to erosion in Volyn region.....	79
Tyshchenko M. V., Filonenko S. V., Borovyk I. V., Koval O. V., Hudymenko Zh. V. Economic efficiency of short-rotation crop succession depending on sugar beet fertilization system.....	91
Sylenko S. I., Yeremko L. S., Sylenko O. S., Rohovyi O. Yu., Andrushchenko O. V., Hanhur V. V. Choosing parent material of grass peavine ( <i>Lathirus sativus</i> L.) for creating drought resistant varieties .....	99
Pysarenko V. M., Kovalenko N. P., Pospelova G. D., Pischalenko M. A., Melnychuk V. V., Sherstiuk E. L. Eco-balancing of arable farming as a first step to organic manufacturing of plant growing products.....	109
Klyachenko O. L., Shofolova N. V., Chernii S. O. Peculiarities of callusogenesis and morphogenesis of primary explants <i>in vitro</i> of different rape genotypes ( <i>Brassica napus</i> L.).....	118

### AGRICULTURE. ECOLOGY

Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dyachenko O. Yu., Rudenko O. M. The system of complex governing solid waste management in the context of sustainable regional development .....	125
--	-----

---

<i>Taranenko A. O., Kulyk M. I., Taranenko S. V., Galytska M. A.</i> Influence of different methods of switch-grass cultivation on soil organic matter dynamics and biomass productivity.....	135
<i>Korchahin O. P.</i> Scientific substantiation of regulating eutrophication processes of water objects (on the example of the Vorskla river) .....	150

## AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

<i>Khalak V. I., Il'chenko M. O., Petulko P. V.</i> Signs of reproductive qualities of sows of different operating value and the level of their discretion.....	159
<i>Shostya A. M., Sarnavska I. V., Tenditnyk V. S., Kuzmenko L. M., Slynko V. G., Shaferivskiy B. S.</i> Prooxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars depending on housing conditions .....	166
<i>Nebylytsia M. S.</i> Substantiating environmentally friendly method to improve energy efficiency of premises for keeping nursing sows .....	174
<i>Kapshuk N. O.</i> Reproductive potential of second lactation daughters from Holstein mother cows of different ages .....	183
<i>Pavlova I. V.</i> Morphological and physiological peculiarities of different breed boars' spermatozoa under the action of heat stress .....	189
<i>Stoianovskiy V. G., Usenko S. O., Shostya A. M., Bereznytskyi V. I., Usenko O. O., Slynko Ye. V.</i> Prooxidant-antioxidant homeostasis in sperm of breeding boars with different types of higher nervous activity.....	196

## VETERINARY MEDICINE

<i>Yevstafieva V., Kruchynenko O., Melnychuk V., Mykhailiutenko S., Korchan L., Shcherbakova N., Dolhin O.</i> Epizootological peculiarities of the course of cattle and sheep parasitoses in the summer pasture period.....	205
<i>Kravchenko S. O., Melnychuk V. V., Kanivets N. S., Burda T. L.</i> The epizootological features of sarcoptosis dogs in Poltava.....	213
<i>Peredera O. O., Peredera R. V., Savchenko K. S.</i> Diagnostics of broiler salmonellosis on a private farms.....	219
<i>Chekantseva D. Yu., Kanivets N. S., Karysheva L. P., Bobrova V. V.</i> Diagnostics of dog acute pancreatitis: clinical case from veterinary practice .....	227
<i>Said W., Stybel V., Gutyj B., Prijma O.</i> Antioxidant protection system of dog organism at experimental toxocarasis.....	233
<i>Kruchynenko O. V.</i> Ectoparasites of dogs and cats (spreading and treatment) .....	241
<i>Bogach M. V., Yuskiv I. D., Bogach E. M., Starkiv V. D.</i> Spreading and forms of dog demodicosis course in the city of Odesa.....	251

---

## TECHNICAL SCIENCES

<i>Brykun O. N., Chernyak R. E., Goryk O. V.</i> Technique for experimental studies of the effect of shot impact action on the state of metal surfaces .....	257
<i>Yakhin S. V., Burlaka O. A.</i> Research on the influence of the operating modes of combine harvester's transportation lines on the quality of grain threshing.....	269
<i>Dmitrikov V. P., Gorb O. O., Boiko S. I., Yermakov V. N.</i> Safe recycling of spent manganese dioxide-zinc voltaic cells .....	280
<i>Kostenko O. M., Opara N. M., Drozhchana O. U.</i> Methodology of analyzing pre-injury, injury situations and industrial injuries in agro-engineering.....	287

**original article** | UDC 664.8.032 : 634.23 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.01**CHANGE IN QUALITY OF CHERRY FRUITS PRE-PROCESSED WITH POLYSACCHARIDE COMPOSITIONS DURING STORAGE**

O. V. Vasylyshyna

ORCID [0000-0002-1066-4009](https://orcid.org/0000-0002-1066-4009)Uman National University of Horticulture, 1, Institutaska str., Uman, 20301, Ukraine  
E-mail: [elenamila@i.ua](mailto:elenamila@i.ua)

## How to Cite

*Vasylyshyna, O. V. (2020). Change in quality of cherry fruits pre-processed with polysaccharide compositions during storage. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 13–20. doi: 10.31210/visnyk2020.03.01*

The effect of treatment with carrageenan solution on physical and chemical quality indicators of cherry berries during storage has been shown in the article. Alpha and Pamiat Artemenka cherry berry varieties were taken for study. Untreated berries were taken as control. Others were coated with a solution containing carrageenan and glycerin. Cherry berries were dipped in the solution, kept for 1-2 minutes, removed, drained and dried with a stream of air from ventilator. Then berries were placed in boxes and stored at a temperature of  $1.0 \pm 0.5$  °C, at relative air humidity of  $95.0 \pm 1.0$  %. According to the results of studies, the weight loss of berries of Alpha and Pamiat Artemenka cherry varieties, treated with carrageenan solution, after 15 days of storage was by 40.0–35.7 % less as compared with the control variant. When treated with 2.0 % carrageenan solution, the indices were by 45.2–42.9 % lower. After 28 days of storing berries treated with carrageenan solution, the weight loss was 22.6–35.7 % and 29.0–42.9 %, respectively. Untreated cherry berries' firmness decreased by 41.0–45.5 % during storage. In cherry berries treated with 1% carrageenan solution, its losses were 18.8–31.1 %, and with 2.0 % solution – 15.2–17.1 %. After storage, light transmission coefficient in treated cherry berries of Alpha and Pamiat Artemenka varieties decreased slightly – by 2.7 and 8.6 %, as compared with untreated berries. At changing firmness and color, the content of dry soluble substances in cherry berries of Alpha and Pamiat Artemenka varieties decreased by 8.9–10.6 %. On the 15th day after treatment with 1 % and 2 % carrageenan solution, the losses were 5.5–6.8 % and 4.9–5.5 %, respectively. After 28 days, the loss of their content was higher – by 6.2–7.4 %. Dry soluble substances were lost less at treating fruits with 2.0% carrageenan solution – 5.5–6.2 %. Thus, cherry berries treated with carrageenan solution had a longer shelf life. Weight loss was by 29.0–42.9 % lower as compared with untreated berries. When treating berries with carrageenan solution, their firmness and brilliance were preserved. Therefore, it is promising to continue research in this area for the storage of cherry berries treated with carrageenan solution.

**Key words:** cherry berries, carrageenan, color, intensity, firmness.**ЗМІНА ЯКОСТІ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ ПРОТЯГОМ ЗБЕРІГАННЯ**

O. B. Василюшина

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

В статті показано вплив обробки розчином карагенану на фізико-хімічні показники якості плодів вишні протягом зберігання. Для дослідження були відібрані плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка. За контроль приймали необроблені плоди. Інші – покривали розчином до складу якого входив карагінан та гліцерин. В розчин занурювали плоди вишні, витримували 1–2 хв, виймали, давали стекти та сушили потоком повітря, створеного штучно вентилятором. Потім плоди поміщали в ящики і зберігали при температурі

1,0±0,5 °C при відносній вологості повітря 95,0±1,0 %. За результатами досліджень втрати маси плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, оброблених розчином карагенану, після 15 днів зберігання, порівняно із контрольним варіантом, були меншими на 40,0–35,7 %. За обробки їх 2,0 % розчином карагенану вони нижчі на 45,2–42,9%. Після 28 добового зберігання за обробки розчином карагенану втрати маси склали 22,6–35,7% та 29,0–42,9 %. Щільність плодів вишні протягом зберігання зменшилась на 41–45,5 %. В оброблених плодах вишні 1,0 % розчином карагенану втрати її були менші – 18,8–31,1 %, а 2,0 % розчином на 15,2–17,1 %. Після зберігання, оброблених плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, коефіцієнт світлопропускання знизився незначно на 2,7 і 8,6 %, порівняно з необробленими плодами. Із зміною щільності та колірності вміст сухих розчинних речовин в плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка знизився на 8,9–10,6 %. На 15 добу зберігання за обробки 1,0 % та 2,0 % розчином карагенану втрати склали 5,5–6,8 % та 4,9–5,5 %. Після 28 днів втрати їх вмісту ще вищі – 6,2–7,4 %. Більш економічніше витрачалися сухі розчинні речовини за обробки плодів 2,0 % розчином карагенану – 5,5–6,2 %.

Отже, плоди вишні, оброблені розчином карагенану мали довший період зберігання. Порівняно із необробленими, на 29,0–42,9 % менші втрати маси. При обробці плодів розчином карагенану збереглися їх щільність та блиск. Тому перспективним є продовження досліджень даного напрямку із зберігання плодів вишні, оброблених розчином карагенану.

**Ключові слова:** плоди вишні, карагенан, колір, освітленість, щільність

## **ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ВИШНИ ЗА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИСАХАРИДНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ ПРИ ХРАНЕНИИ**

**Е. В. Василюшина**

Уманский национальный университет садоводства, г. Умань, Украина

В статье показано влияние обработки раствором каррагинана на физико-химические показатели качества плодов вишени при хранении. Для исследования были отобраны плоды вишени сортов Альфа и Память Артеменко. За контроль принимали необработанные плоды. Плоды покрывали раствором в состав которого входил каррагинан и глицерин. В раствор погружали плоды вишени, выдерживали 1–2 мин, вынимали, давали стечь и сушили потоком воздуха, созданного искусственно вентилятором. Затем плоды помещали в ящики и хранили при температуре 1,0±0,5 °C при относительной влажности воздуха 95,0±1,0 %. За результатами исследований потери массы плодов вишени сортов Альфа и Память Артеменко, обработанных раствором каррагинана, после 15 суток хранения по сравнению с контрольным вариантом, были меньше на 40,0–35,7 %. При обработке их 2,0 % раствором каррагинана они ниже на 45,2–42,9 %. После 28 дневного хранения при обработке раствором карагенана потери массы составляли 22,6–35,7 % и 29–42,9 %. Плотность плодов вишени при хранении уменьшилась на 41,0–45,5 %. В обработанных плодах вишени 1,0 % раствором каррагинана потери ее были меньше – 18,8–31,1 %, а 2,0 % раствором на 15,2–17,1 %. После хранения, обработанных плодов вишени сортов Альфа и Память Артеменко, коэффициент светопропускания снизился незначительно на 2,7 и 8,6 % по сравнению с необработанными плодами. С изменением плотности и цветности содержание сухих растворимых веществ в плодах вишени сортов Альфа и Память Артеменко уменьшилось на 8,9–10,6 %. На 15 сутки хранения при обработке 1,0 % и 2,0 % раствором каррагинана потери составляли 5,5–6,8 % и 4,9–5,5 %. После 28 суток потери их содержания еще выше – 6,2–7,4 %. Более экономнее тратились сухие растворимые вещества при обработке плодов 2,0% раствором каррагинана – 5,5–6,2 %. Таким образом, плоды вишени, обработанные раствором каррагинана имели длительный период хранения. По сравнению с необработанными, на 29,0–42,9 % меньше потери массы. При обработке плодов раствором каррагинана сохранилась их плотность и блеск. Поэтому перспективным является продолжение исследований данного направления по хранению плодов вишени, обработанных раствором каррагинана.

**Ключевые слова:** плоды вишени, каррагинан, цвет, освещенность, плотность.

### **Вступ**

Плоди вишні мають приємний кисло-солодкий смак та зовнішній вигляд. Колір плодів зумовлює наявність антоціанів. Важливим показником якості плодів є їх твердість, яка визначає тривалість зберігання та стійкість до механічних пошкоджень та псування.

Плоди вишні швидко псується вже під час збору і транспортування, а через значну інтенсивність дихання, термін їх зберігання складає декілька діб. Основною причиною погіршення якості плодів є втрата маси, зміна кольору, пом'якшення, втрата сухих розчинних речовин.

Для поліпшення кольору і попередження псування, надання плодам блиску, використовують їстівні покриття, які виконують роль своєрідного бар'єру. За даними літератури, як покриття використовують полісахариди, хітозан, алое-вера покриття.

Їстівне покриття являє собою тонкий шар з їстівного матеріалу, утвореного у вигляді покриття на харчовому продукті, в той час як їстівні плівки є сформований, тонкий шар, виготовлений з їстівного матеріалу, який після формування може бути нанесений на, або між харчовими продуктами.

Упаковка (покриття або плівка) грає важливу роль в зберіганні, транспортуванні і збуті продуктів харчування.

Ряд дослідників визнали важливість вивчення плівкоутворюючих покриттів, так як вони створюють модифіковане середовище, є бар'єром для передачі ароматичних сполук, запобігають розвитку гнильної мікрофлори та перенесенню вологи.

Полісахариди і білки є відмінними матеріалами для формування плівкоутворюючих покриттів, так як вони показують високі механічні та структурні властивості, але вони мають високий коефіцієнт паропроникності.

Плівкоутворюючі покриття на основі полісахаридів викликають великий інтерес, беручи до уваги все більше занепокоєння з приводу виробництва пластмас, що не розкладаються під дією біохімічних процесів. Розробка покриттів на основі полісахаридів дала значне збільшення їх застосування в якості захисних покриттів продуктів, з метою збільшення терміну придатності при зберіганні фруктів і овочів, через проникності цих полімерів до  $O_2$  і  $CO_2$ .

Плівки, що складаються з кукурудзяного крохмалю і хітозану, з гліцерином в якості пластифікатора, показали покращені механічні властивості (наприклад, відносно подовження при розриві) і паропроникності, в результаті взаємодій між гідроксильними групами крохмалю і аміногрупами хітозану, на відміну від плівок, розроблених тільки з одним з цих структурних компонентів [1–5].

Їстівні покриття створюють пасивну модифіковану атмосферу, яка може впливати на різні зміни в свіжих і мінімально оброблених харчових продуктах, такі як: антиоксидантні властивості, колір, твердість, органолептична якість, інгібування росту мікробів, виробництва етилену і летючих сполук в результаті анаеробних процесів [1].

Уже досить тривалий час у центрі досліджень, що стосуються пошуку нових джерел продуктів харчування знаходяться водорості – обширна і дуже різноманітна група організмів, які містять ряд унікальних хімічних сполук, незамінних у господарській діяльності людини.

Вміст білка в морських водоростях, що вживаються в їжу, може складати до 20...25 % сухої маси. Морські водорості – джерело вітамінів і мінералів.

Продукти водоростевої промисловості (харчові добавки) використовують як гелеутворювачі, загусники, желуючі агенти, адсорбенти, антиоксиданти, емульгатори, барвники, структуроутворювачі, ущільнювачі, наповнювачі.

За даними Jensen виробництво альгінатів у світі в 1993 році досягло 27 тис. т, агару – 11 тис. т, а карагану – 15,5 тис. т.

Альгінати – солі альгінової кислоти – що використовуються як загусники, желуючі речовини, емульгатори та освітлювачі отримують з більш ніж 300 видів бурих водоростей, серед яких *Macrocystis* sp., *Laminaria* sp., *Ascophyllum nodosum*, *Durvillaea* sp., *Lessonia* sp. Додавання їх до складу різних напоїв попереджає випадіння осаду [6–10].

Карагенан – загальна назва сімейства водорозчинних, лінійних, аніонних, сульфатованих полісахаридів, що отримують шляхом екстракції з певних видів червоних морських водоростей Rhodophyta. Використання різних карагенанів (каппа, йота, лямбда) набуло широкого розповсюдження в технологіях багатьох харчових продуктів в якості загусників, гелеутворювачів, стабілізаторів, тощо.

В країнах ЄС карагенан має статус харчової добавки з E-індексом E407.

Карагенан, залежно від ступеня очистки, поділяють на «очищений карагенан» (також відомий під назвою «філіппінський натуральний»), «напівочищений карагенан» та очищений особливим способом карагенан (або «борошно карагану») [11].

Застосування каппа-карагану у складі харчових продуктів різноманітне завдяки широкому спектру його функціонально-технологічних властивостей. Важливою його функціональною властивістю є здатність до

гелеутворення, на чому засновано його використання в технології різних видів желевної продукції для харчової промисловості.

За хімічною будовою каппа-карагінан являє собою гетерополісахарид червоних морських водоростей, що складається з ланок 1,3-зв'язаного галактоза-4-сульфату (25...30 %) та 1,4-зв'язаної 3,6-ангідрогалактози (28...35 %) [1, 6, 11, 12]. Цей полісахарид утворює щільний, термозворотний та міцний гель.

Для солодких страв забезпечення необхідної міцності структури гелів можливе за умови використання каппа-карагінану за концентрації 0,6 % з додаванням кальцію лимоннокислого 4-водного [12].

Ряд дослідників довели здатність харчових покриттів на основі хітозану або карагенану сповільнити втрату маси та інтенсивність дихання плодів лонгана протягом зберігання [13].

Каррагінанові плівкоутворюючі покриття мають схожість з полярними летючими сполуками, за рахунок цього йде поступове вивільнення ароматичних речовин, що в свою чергу сприяє збереженню смакоароматичних характеристик продукту. Крім того, доведено, що плівки отримані з інших полісахаридів, таких як альгінат, здатні захистити інкапсульовані ароматичні речовини, через його низьку проникність для кисню [13, 14, 15].

Істівні плівки і покриття, що застосовуються для свіжих, мінімально оброблених і перероблених харчових продуктів, є ефективними у збільшенні їх терміну зберігання, зберігаючи їх мікробіологічні, органолептичні і поживні показники [12].

Оскільки нами було визначено, що якість плодів вишні залежить від зміни кольору та щільності плодів, метою дослідження було визначити вплив покриття на основі карагенану на зміну фізико-хімічних показників плодів вишні протягом зберігання. У завдання досліджень входило – визначення зміни якості плодів вишні протягом зберігання за дії розчину карагенану.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2019–2020 років в умовах дослідної станції помології ім. Л. П. Смирєнка. Для експериментальних досліджень відбирали плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка одного кольору, які сортували, мили та висушували.

Дослідні зразки покривали розчином до складу якого входив карагінан (1–2 г/100 мл розчину), гліцерин (0,6 г/100 мл) розчину за варіантами: без обробки (контроль) та оброблені розчинами капагенану 1 % та 2 % концентрації.

Для розчинення суміш нагрівали при 80 °С при перемішуванні 30 хв., охолоджували. В приготовлений розчин занурювали плоди вишні, витримували 1–2 хв, виймали, давали стекти та сушили потоком повітря, створеного штучно вентилятором.

Дослідні та контрольні зразки плодів поміщали в ящики і зберігали за температури  $1,0 \pm 0,5$  °С і відносної вологості повітря  $95,0 \pm 1,0$  %.

Твердість вимірювали із 2 протилежних сторін 30 плодів одного сорту, використовуючи пенетрометр із діаметром стержня 2 мм [16].

Аналіз кольору проводили за допомогою колориметра (КФК-2, Росія) на пластині товщиною 30 мм. у 20 плодах кожного сорту. Три виміри проводились в різних точках зразків. Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометром РІЛ-3М [16]. Вимірювання проводили в трикратній повторюваності. Математичну обробку даних проводили за В.Ф. Мойсейченком (1992) на персональному комп'ютері за програмою „Excel 2000” [17].

### Результати досліджень та їх обговорення

Плоди вишні покриті розчином карагенану зберігали блиск до 28 днів, тоді як контрольні втрачали його вже на 15 добу зберігання, що визначали візуально.

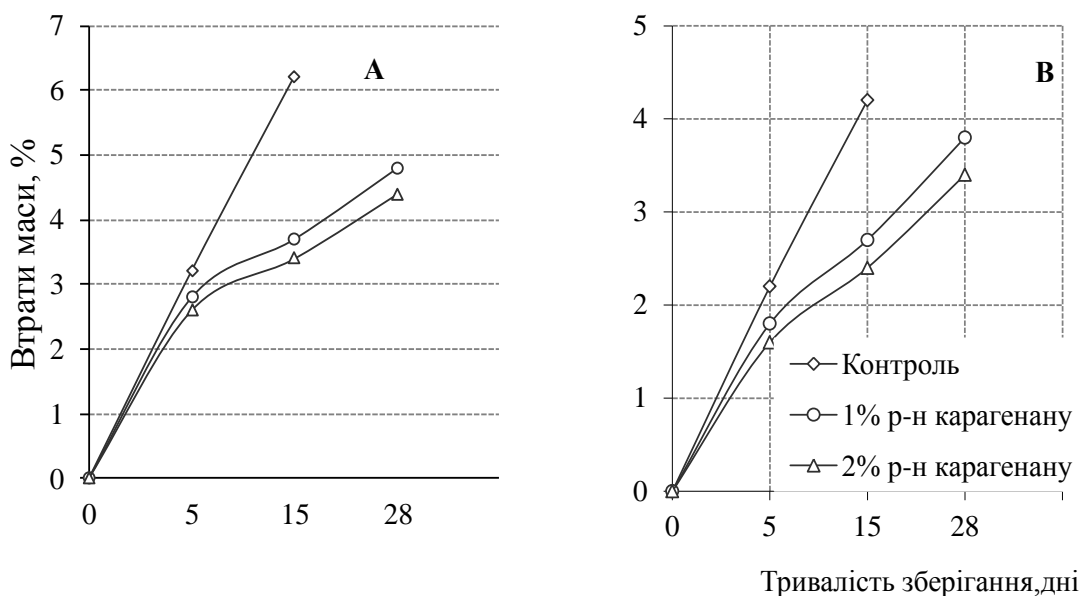
Оскільки втрата маси відбувається в результаті дихання та вивільнення вологи та проходження процесу окислення в плодах [8], маса плодів протягом зберігання зазнала істотних змін рис. 1.

Втрати маси плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, оброблених розчином карагенану, після 15 діб зберігання були меншими, порівняно із контрольним варіантом, на 40,0–35,7 %. За обробки їх 2 % розчином карагенану вони склали 45,2–42,9 %.

Після 28 добового зберігання плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка за обробки 1,0 % та 2,0 % розчином карагенану втрати маси склали 22,6–35,7 % та 29,0–42,9 %. Очевидно, що обробка позитивно вплинула на зменшення ваги плодів вишні протягом зберігання. Також Mortinez Romeo [18] застосував алое-вера покриття із зменшенням втрат маси на 42,0 % для плодів черешні при збері-

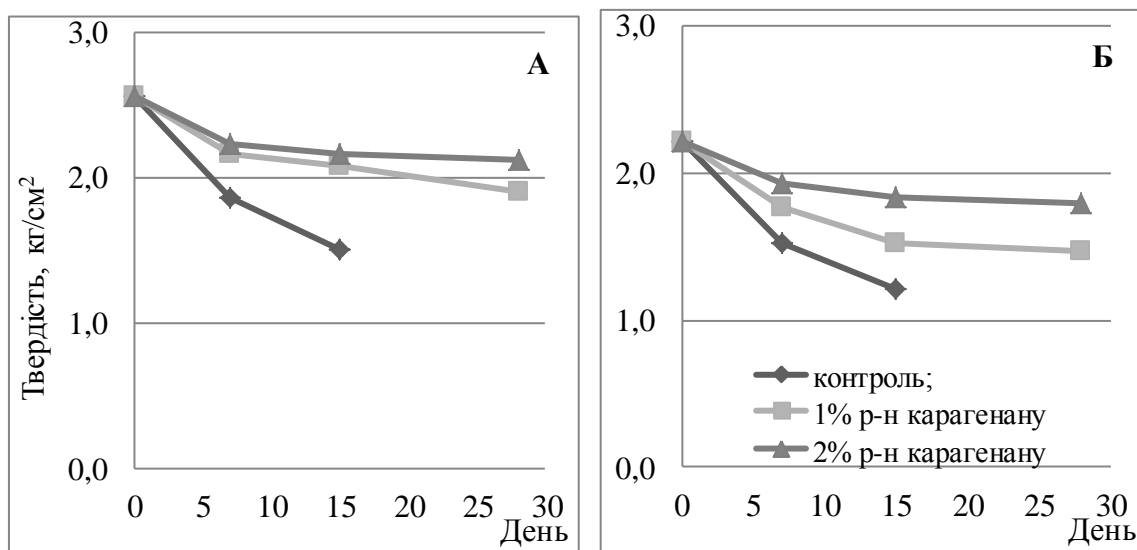
ганні за температури 1 °С протягом 16 днів.

Втрата стійкості протягом досягання плодів є однією з основних факторів погіршення їх якості та скорочення терміну зберігання. Дослідники К. Manning, G .B. Seymour [19] пов'язали втрату міцності із деградацією клітинної стінки в якій велика роль належить пектину, в результаті активізується роль ферментів полігалактуронази та пектинметилестерази.



**Рис. 1. Втрати маси плодів вишні різних сортів протягом зберігання за обробки розчином карагенану:**  
 А) Альфа; В) Пам'ять Артеменка ( $НІР_{05} = 0,2$ )

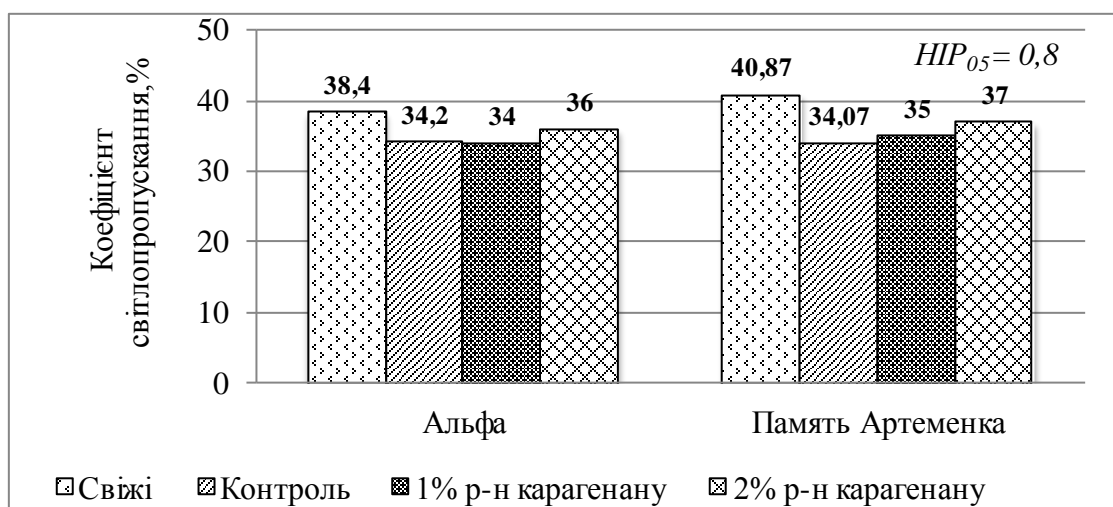
Твердість плодів вишні (рис. 2) протягом зберігання зменшилась на 41,0–45,5 %. В оброблених плодах вишні 1,0 % розчином карагенану втрати її були менші – 18,8–31,1 %, а 2,0 % розчином – на 15,2–17,1 %.



**Рис. 2. Динаміка щільності плодів вишні різних сортів за попередньої обробки розчином карагенану протягом зберігання:**  
 А) Альфа; В) Пам'ять Артеменка ( $НІР_{05} = 0,2$ )

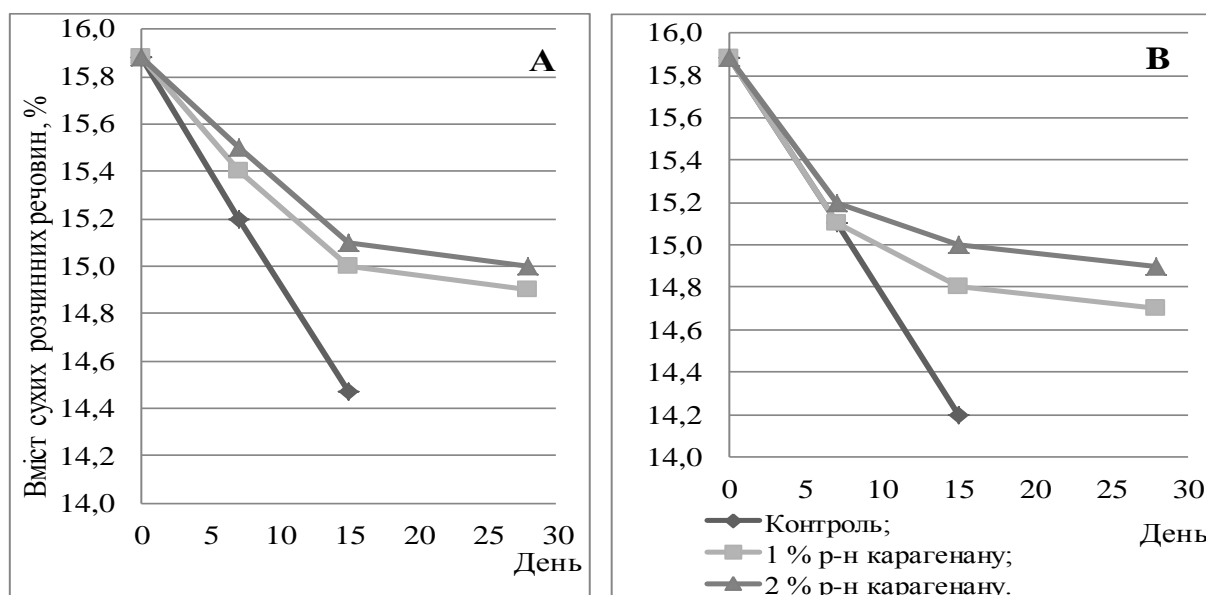
## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

Після зберігання, оброблених плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, коефіцієнт світлопропускання знизився незначно на 2,7 і 8,6 % порівняно з необробленими плодами (рис. 3).



**Рис. 3.** Зміна коефіцієнту світлопропускання в плодах вишні протягом зберігання

Із зміною твердості та колірності вміст сухих розчинних речовин в плодах вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка (рис. 4) знизився на 8,9–10,6 %. На 15 добу зберігання за обробки 1,0 % та 2,0 % розчином карагенану втрати були меншими та склали 5,5–6,8 % і 4,9–5,5 %.



**Рис. 4.** Динаміка вмісту сухих розчинних речовин в плодах вишні різних сортів оброблених розчином карагенану перед зберіганням:

А) Альфа; Б) Пам'ять Артеменка ( $NIP_{05} = 1,6$ )

Після 28 днів втрати їх вмісту ще вищі – 6,2–7,4 %. Більш економніше витрачалися сухі розчинні речовини за обробки плодів 2,0 % розчином карагенану – 5,5–6,2 %.

Попередня обробка плодів вишні сприяла збереженню забарвлення, твердості плодів вишні. При цьому вміст сухих розчинних речовин за обробки розчином карагенану витрачався економніше. Концентрація розчину карагенану вплинула на якість плодів вишні протягом зберігання за підвищення її вмісту до 2 % зміни твердості, кольору, сухих розчинних речовин були менші. Дослідники L. Lin, а також D. S. Cha [9, 14] спостерігали збереження якості плодів за обробки розчином карагенану.

**Висновки**

Отже, плоди вишні, оброблені розчином карагенану, мали довший період зберігання. Порівняно із необробленими на 29,0–42,9 % менші втрати маси. При обробці розчином карагенану збереглася щільність плодів та блиск.

*Перспективною подальших досліджень є вивчення впливу попередньої обробки плодів вишні розчином карагенану на зміну їх хімічного складу та товарної якості.*

**References**

1. Vinnikova, L. H., & Kyshenia, A. V. (2016). Yistivni plivky i pokryttia, yikh rol v yakosti upakovky. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriya: Kharchovi Tekhnolohii*, (18, 1 (4)), 32–39 [In Ukrainian].
2. Dehghani, S., Hosseini, S. V., & Regenstien, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, 240, 505–513. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.034.
3. Nayik, G.A., Majid, I., Kumar, V. (2015). Developments in edible films and coatings for the extension of shelf life of fresh fruits. *American Journal of Nutrition and Food Science*, 2(1), 16–20. doi: 10.12966/ajnf.
4. Lysiuk, H. M., Nemyrych, O. V., Tymchuk, S. M., Tymchuk, V. M., & Nikolenko, I. A. (2007). Patent na korysnu model № 27608. Kyiv, Ukrainyskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
5. Dhall, R. K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53 (5), 435–450. doi: 10.1080/10408398.2010.541568.
6. Ievlash, V. V., Antonenko, S. P., & Hushchyna, O. B. (2011). Aktualnist vykorystannia kharchovykh dobavok vodorostevoho pokhodzhennia u tekhnolohiiakh produktiv kharchuvannia. *Prohresyvnii tekhnika ta Tekhnolohii Kharchovykh Vyrobnytstv Restorannoho Hospodarstva i Torhivli*, 1, 42–48 [In Ukrainian].
7. Lafargue, D., Lourdin, D., & Doublier, J.-L. (2007). Film-forming properties of a modified starch/κ-carrageenan mixture in relation to its rheological behaviour. *Carbohydrate Polymers*, 70 (1), 101–111. doi: 10.1016/j.carbpol.2007.03.019.
8. Bartkowiak, A., & Hunkeler, D. (2001). Carrageenan-oligochitosan microcapsules: optimization of the formation process. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 21 (4), 285–298. doi: 10.1016/s0927-7765(00)00211-3.
9. Su Cha, D., Choi, J. H., Chinnan, M. S., & Park, H. J. (2002). Antimicrobial Films Based on Na-alginate and κ-carrageenan. *LWT - Food Science and Technology*, 35 (8), 715–719. doi: 10.1006/fstl.2002.0928.
10. Alonso, J., & Alique, R. (2004). Influence of edible coating on shelf life and quality of Picota sweet cherries. *European Food Research and Technology*, 218 (6), 535–539. doi: 10.1007/s00217-004-0908-3.
11. Bidiuk, D., Dushenok, D., Pertsevoi, F., & Marenkova, T. (2018). Substantiation of technological parameters of obtaining gels on the basis of polysaccharides of various origins. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, 0 (9 (1285)), 172–178. doi: 10.20998/2413-4295.2018.09.25.
12. Hurskyi, P. V., Marenkova, T. I., Bidiuk, D. O., & Pertsevoi, F. V. (2015). Doslidzhennia vplyvu solei kaltsiiu ta kaliuu riznoi pryrody na mitsnist heliv kappa-karahinanu. *Scientific Journal «Science Rise»*, 7/2 (12), 14–19. doi: 10.15587/2313-8416.2015.45839 [In Ukrainian].
13. Rinanda, S. A., Nastabiq, M., Raharjo, S. H., Hayati, S. K., & Yaqin, M. A. (2017). Ratnawati the effect of combination of sugar palm fruit, carrageenan, and citric acid on mechanical properties of biodegradable film. *International conference on science and applied science*.
14. Lin, M. G., Lasekan, O., Saari, N., & Khairunniza-Bejo, S. (2018). Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *CyTA - Journal of Food*, 16 (1), 490–497. doi: 10.1080/19476337.2017.1414078.
15. Vasylyshina, O. (2019). The influence of sodium alginate processing on fruits of cherry of the storage. *Scientific Horizons*, 83 (10), 35–40. doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-35-40/
16. Naichenko, V. M. (2001). *Praktykum z tekhnolohii zberigannia i pererobky plodiv ta ovochiv*. Kyiv: FADA LTD [In Ukrainian].
17. Moiseichenko, V.F. (1992). *Osnovy naukovykh doslidzen u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradstvi ta tekhnolohii zberihannia pldoovochevoi produktsii*. Kyiv: UMK VO [In Ukrainian].
18. Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Ser-

rano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39 (1), 93–100. doi: 10.1016/j.postharvbio.2005.09.006.

19. Seymour, G. B., Taylor, J. E., & Tucker, G. A. (1993). *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall: London.

Стаття надійшла до редакції 22.06.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Василишина О. В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 13–20.

© Василишина Олена Володимирівна, 2020



original article | UDC 664.7: 633.11:631.8 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.02

## YIELD AND BAKING PROPERTIES OF WINTER WHEAT GRAIN AT DIFFERENT DOSES AND TERMS OF NITROGEN FERTILIZER APPLICATION

G. M. Hospodarenko


O. D. Chernov\*


V. V. Lubich


Y. S. Ryabovol

V. G. Kryzhanivsky

ORCID  [0000-0002-6495-2647](https://orcid.org/0000-0002-6495-2647)

ORCID  [0000-0001-5021-9340](https://orcid.org/0000-0001-5021-9340)

ORCID  [0000-0003-4100-9063](https://orcid.org/0000-0003-4100-9063)

ORCID  [0000-0003-4325-5313](https://orcid.org/0000-0003-4325-5313)

Uman National University of Horticulture, str., 1, Institutska, Uman, 20300, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: o.chernov@ukr.net

### How to Cite

Hospodarenko, G. M., Chernov, O. D., Lubich, V. V., Ryabovol, Y. S., & Kryzhanivsky, V. G. (2020). Yield and baking properties of winter wheat grain at different doses and terms of nitrogen fertilizer application. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 21–31. doi: 10.31210/visnyk2020.03.02

The study results of the effect after using different doses and terms of nitrogen fertilizers application on the yield, physical and technological quality indicators of soft winter wheat grain in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. It has been established that due to additional nitrogen fertilization it is possible to increase yield by 30–54 %. After applying nitrogen fertilizers at a dose of 150 kg / ha during three terms, no significant yield increase was obtained as compared with applying nitrogen fertilizers at a dose of 120 kg/ha in tillering and leaf-tube forming phases. With increasing doses of fertilizers, covering expenditures of 1 kg active substance of fertilizers with yield growth decreased. A very strong correlation ( $R = 0.98$ ) was established between thousand-kernel weight and the yield. No significant effects of doses and terms of nitrogen fertilizers' application on grain hectoliter weight indices were found. The correlation coefficient between thousand-kernel weight and grain hectoliter weight was strong ( $R = 0.7$ ). Significant increases in protein and gluten content were obtained after applying nitrogen fertilizer at a dose of  $N_{60} + N_{60}$  in tillering and leaf-tube forming phases. Approximation reliability between protein content in winter wheat grain and fertilizing intensification was high ( $R^2 = 0.89$ ). The indicator of gluten content stability over the years of cultivation tended to decrease at increasing doses of fertilizers. It has been found that, as to sedimentation rate, flour strength in all variants of the experiment, was average, but had a significant increase as compared with areas without fertilizers. A very strong correlation ( $R = 0.99$ ) was found between protein content and sedimentation rate. Starch content tended to decrease with increasing doses of fertilizers. The inverse correlation ( $R = -0.94$ ) between protein and starch content was established.

**Key words:** winter wheat, hectoliter weight, grain hardness, protein, gluten, starch, sedimentation rate.

**УРОЖАЙНІСТЬ ТА ХЛИБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ РІЗНИХ ДОЗАХ І СТРОКАХ ЗАСТОСУВАННЯ АЗОТНИХ ДОБРІВ**

*Г. М. Господаренко, О. Д. Черно, В. В. Любич, Я. С. Рябовол, В. Г. Крижанівський*  
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Висвітлено результати досліджень впливу застосування різних доз та строків застосування азотних добрив на врожайність, фізичні та технологічні показники якості зерна пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. З'ясовано, що використовуючи азотні підживлення, можна підвищити врожайність на 3–54 %. У разі внесення азотних добрив дозою 150 кг/га у три строки не одержано достовірного приросту врожаю порівняно з внесенням азотних добрив у фазу куціння та виходу у трубку дозою 120 кг/га д. р. Зі збільшенням доз добрив окупність 1 кг д. р. приростом врожаю зменшувалася. Встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок ( $R = 0,98$ ) між масою 1000 зерен і врожайністю. Не виявлено істотного впливу доз і строків застосування азотних добрив на показник натури зерна. Тіснота зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і натурою зерна була сильною ( $R = 0,7$ ). Істотні прирости вмісту білка і клейковини одержано у разі внесення азотних добрив дозою  $N_{60} + N_{60}$  у фазу куціння та виходу у трубку. Достовірність апроксимації між вмістом білка в зерні пшениці озимої та інтенсифікацією удобрення мала високий рівень ( $R^2 = 0,89$ ). Показник стабільності вмісту клейковини за роками вирощування мав тенденцію до зниження зі збільшенням доз добрив. Встановлено, що за показником седиментації сила борошна в усіх варіантах досліді була середньою, але мала достовірне збільшення, порівняно з ділянками без добрив. Виявлено дуже сильну кореляційну залежність ( $R = 0,99$ ) між вмістом білка та показником седиментації. Вміст крохмалю мав тенденцію до зниження зі збільшенням доз добрив. Встановлено зворотну кореляційну залежність ( $R = -0,94$ ) між вмістом білка і крохмалю.

**Ключові слова:** пшениця озима, натура, твердість зерна, білок, клейковина, крохмаль, показник седиментації.

**УРОЖАЙНОСТЬ И ХЛЕБОПЕКАРСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ И СРОКАХ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ**

*Г. Н. Господаренко, Е. Д. Черно, В. В. Любич, Я. С. Рябовол, В. Г. Крижановский*  
Уманский национальный университет садоводства, г. Умань, Украина

Исследовано влияние различных доз и сроков применения азотных удобрений на урожайность и качество зерна пшеницы озимой в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Под влиянием азотных подкормок урожайность повышалась на 30–54 %. Установлено очень сильную корреляционную связь ( $R = 0,98$ ) между массой 1000 зерен и урожайностью. Теснота связи по коэффициенту корреляции между массой 1000 зерен и натурой зерна была сильной ( $R = 0,7$ ). Достоверность аппроксимации между содержанием белка в зерне пшеницы озимой и интенсификацией удобрения имела высокий уровень ( $R^2 = 0,89$ ). Показатель стабильности содержания клейковины по годам выращивания имел тенденцию к снижению с увеличением доз удобрений. Установлено, что по показателю седиментации сила муки во всех вариантах опыта была средней. Виявлено очень сильную корреляционную зависимость ( $R = 0,99$ ) между содержанием белка и показателем седиментации. Содержание крахмала имело тенденцию к снижению с увеличением доз удобрений. Установлено обратную корреляционную зависимость ( $R = -0,94$ ) между содержанием белка и крахмала.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, натура, твердость зерна, белок, клейковина, крахмал, показатель седиментации.

**Вступ**

Відомо, що пшениця озима відноситься до культур, що вимагають для формування врожаю значної кількості елементів живлення і добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо азотних. За даними учених [1, 2], частка азоту у прирості врожаю становить близько 50–55 %. Питання застосування різних доз і строків азотних добрив вивчалось багатьма вітчизняними та іноземними ученими [3–10], проте більшість досліджень було проведено 1970–1980 років. За цей час відбулася сорто-

заміна, частково змінилися погодні умови. Новостворені сорти відрізняються за морфологічними й біологічними властивостями і характеризуються підвищеними вимогами до рівня мінерального живлення. Тому система їх удобрення потребує уточнення, оскільки результати досліджень, отримані в різних ґрунтово-кліматичних зонах, часто мають суперечливий характер [11].

Дослідження, які проводились у різних ґрунтово-кліматичних зонах, свідчать, що погодні умови і система удобрення є потужними чинниками впливу на продуктивність агроценозу [12]. В роки з посушливими умовами вплив добрив на формування продуктивності культури різко знижується, а приріст нівелюється. Тому є необхідність корегування дози мінеральних добрив залежно від запасів продуктивної вологи у ґрунті.

Встановлено [13], що ефективність азотних підживлень пшениці озимої на чорноземних ґрунтах досить висока. Приріст урожайності зерна може становити 0,4–1,4 т/га, а окупність 1 кг д. р. азотних добрив приростом урожаю варіює від 12 до 46 кг/га. Тобто азотні підживлення є досить дієвим і ефективним заходом підвищення продуктивності пшениці озимої.

Учені не мають єдиної думки стосовно впливу строків застосування азотних добрив на продуктивність пшениці озимої. За даними [14], внесення КАС дозами 60, 110 і 160 кг/га наповесні та в кінці фази трубкування рослин було менш ефективним, ніж одноразове раннє внесення азотних добрив. За іншими даними [15], більш ефективним виявилось роздрібне внесення азотних добрив дозами: N<sub>58</sub> – у фазу кушіння, N<sub>20</sub> – на початку трубкування та N<sub>40</sub> – на початку колосіння. При цьому підвищувалась урожайність і поліпшувалась якість зерна.

Основними показниками якості зерна пшениці озимої є масова частка білка і клейковини, оскільки з ними пов'язані його товарна цінність, борошномельні, хлібопекарські, а також технологічні властивості. За даними [16], 1930–1940 років вміст білка в зерні пшениці був 17–18 %, а клейковина характеризувалась високою якістю. Нині цей показник становить 11–14 %, а в несприятливі за погодними умовами роки знижується до 8,0–9,5 %. У динаміці спостерігається тенденція до зниження вмісту білка в зерні. Зменшення вмісту білка відмічається також і в інших країнах, де застосовують інтенсивні технології вирощування пшениці [17].

Тому метою досліджень стало вивчення зміни урожайності та технологічних властивостей зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. Серед завдань досліджень – вивчити вплив азотного живлення рослин на формування врожаю та хлібопекарські показники якості зерна пшениці озимої сорту Лазурна – масу 1000 зерен, натуру зерна, його твердість, вміст білка і клейковини, крохмалю та показник седиментації.

### **Матеріали і методи досліджень**

Дослідження проводили на дослідному полі Уманського національного університету садівництва впродовж 2018–2019 років. Дослід закладали за схемою (табл. 1). Ґрунт дослідних ділянок чорнозем опідзолений важкосуглинковий із вмістом гумусу в орному шарі 3,02 %, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) 110 мг/кг, рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) відповідно 90 та 80 мг/кг ґрунту. Клімат регіону помірно-континентальний із середньобагаторічною кількістю опадів 633 мм і температурою повітря 7,4 °С.

#### **1. Удобрення пшениці озимої у досліді**

Варіант досліді	Основне удобрення	Фаза росту й розвитку рослин		
		кушіння	виходу в трубку	початок колосіння
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	–	–	–
Фон + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	–
Фон + N <sub>60</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	–	–
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	–
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>30</sub>

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Польові досліді проводили згідно із загальноприйнятою методикою [18]. Технологія вирощування пшениці озимої загальноприйнята для Правобережного Лісостепу. Попередник пшениці озимої сорту Лазурна – соя. Фосфорні й калійні добрива у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого вносили під основний обробіток ґрунту. Підживлення пшениці озимої згідно зі схемою досліді, проводили аміачною селітрою. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>, повторність досліді – триразова. Урожай збирали поділяючно. Для оцінювання якості зерна пшениці озимої визначали вміст білка за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини – за ДСТУ ISO 21415-1:2009, масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ДСТУ 4233:2003. Математичну та статистичну обробку даних проводили, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Exel 2010». Твердість зерна (near-infrared (NIR)) та седиментацію за методом Зелені визначали за допомогою інфрачервоної спектроскопії на приладі Infratec 1241.

### Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень свідчать, що врожайність пшениці озимої змінювалась залежно від удобрення, особливо від доз і строків застосування азотних добрив, а також суттєво залежала від погодних умов року (табл. 2).

#### 2. Урожайність зерна пшениці озимої та окупність добрив залежно від особливостей удобрення

Варіант досліді	Рік дослідження		Середнє за два роки	Окупність приростом урожаю, кг	
	2018	2019		1 кг NPK	1 кг N
Без добрив (контроль)	3,91	4,24	4,08	–	–
P30K30 – фон	4,54	4,84	4,69	10,2	–
Фон + N30 + N30	5,15	5,44	5,30	10,2	10,2
Фон + N60	5,28	5,73	5,51	11,9	13,7
Фон + N60 + N60	6,02	6,49	6,26	12,1	13,1
Фон + N60 + N60 + N30	6,02	6,54	6,28	10,5	10,6
Середнє по досліді	5,15	5,55	5,35	–	–
НІР05	0,42	0,54	–	–	–

У середньому по досліді 2019 року врожайність зерна становила 5,55 т/га, що на 8 % більше, ніж 2018 року. В обидва роки досліджень від добрив одержано достовірний приріст врожаю. Стосовно строків застосування азотних добрив, то спостерігались лише тенденції до збільшення приростів у варіантах з одноразовим внесенням азотних добрив порівняно з роздільним (N<sub>30</sub> + N<sub>30</sub>). Додаткове внесення азотних добрив у підживлення у фазу колосіння рослин не сприяло підвищенню врожайності, що, на наш погляд, можна пояснити посушливими умовами вегетації. У II–III декадах червня та на початку липня 2019 р. випало відповідно лише 0,4, 16,3 і 1,8 мм опадів. У середньому за роки досліджень на удобрених ділянках урожайність збільшувалась на 30–54 % залежно від доз і строків внесення добрив.

У роки проведення досліджень окупність 1 кг NPK приростом урожаю варіювала від 10,2 до 12,1 кг залежно від варіанту досліді і найвищою була у варіанті Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub>.

Поряд з урожайністю, види, дози і строки застосування добрив також впливали на фізичні показники якості зерна пшениці озимої (табл. 3). Встановлено [19], що внесення азотних добрив у підживлення в період колосіння – наливу зерна є найбільш дієвим чинником впливу на масу 1000 зерен. Існує також думка [20], що маса 1000 зерен збільшується лише у разі внесення азотних добрив дозою, що перевищує 60 кг/га д. р. азотних добрив.

Незважаючи на те, що загальна кількість опадів у червні 2018 року становила 82 мм, проте їх розподіл суттєво не впливав на формування маси 1000 зерен. Цвітіння розпочалось 18 травня. Кількість опадів у цей період становила 17,5 мм і була недостатньою, тому що наступна декада характеризувалася взагалі їхньою відсутністю. Вже на початку червня 2018 року пшениця озима перебувала у фазі молочної стиглості, яка також проходила в умовах гострого дефіциту опадів (9,8 мм). Оподи, загальною кількістю 32 мм, випали вже у другій декаді червня, коли пшениця була у фазі воскової стиглості. Ситуація ускладнилась і тим, що весь цей період супроводжувався підвищеними температурами повітря – 17,9–20,2 °С, що на 3,3–2,6 °С вище середньобогаторічних значень.

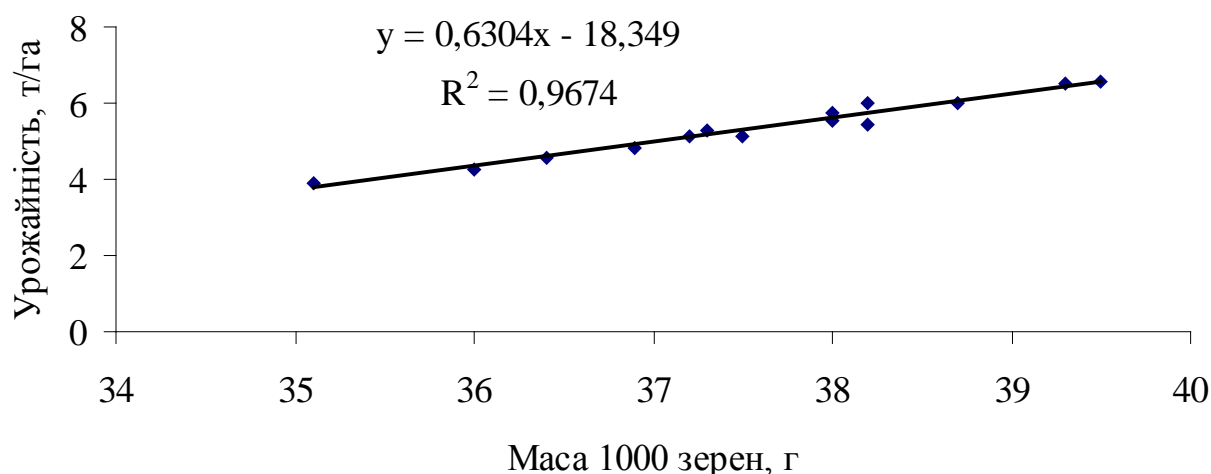
## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 3. Фізичні показники якості зерна пшениці озимої залежно від особливостей удобрення

Варіант досліджу	Маса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Твердість зерна (NIR), од. п.		
	2018 р.	2019 р.	Середнє за два роки	2018 р.	2019 р.	Середнє за два роки	2018 р.	2019 р.	Середнє за два роки
Без добрив (контроль)	35,1	36,0	35,6	742	759	751	40,8	39,5	40,2
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	36,4	36,9	36,7	744	758	751	44,4	42,4	43,2
Фон + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	37,5	38,2	37,9	750	759	755	49,4	45,7	47,6
Фон + N <sub>60</sub>	37,3	38,0	37,7	749	752	751	47,4	45,0	46,2
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub>	38,2	39,3	38,8	755	766	761	52,5	53,0	52,8
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	38,7	39,5	39,1	752	769	761	54,8	55,0	54,9
Середня по досліджу	37,2	38,0	37,6	749	761	755	48,0	47,0	47,0
НІР <sub>05</sub>	3,0	2,7	–	44	36	–	2,9	3,7	–

В умовах 2019 року цвітіння пшениці озимої наступило 26 травня. У цей період випало 23 мм, а в першій декаді червня пройшли рясні дощі. Загальна кількість опадів у фазу цвітіння–молочна стиглість зерна становила 59 мм. За період молочна–воскова стиглість зерна випало ще 13 мм опадів, що за оптимальної відносної вологості повітря сприяло деякому збільшенню маси 1000 зерен (на 0,7–1,1 г), порівняно з 2018 роком. У середньому по досліджу маса 1000 зерен пшениці озимої була високою і становила 37,2–38,0 г залежно від року дослідження.

В обидва роки досліджень у варіантах з високими дозами добрив отримано достовірне збільшення маси 1000 зерен пшениці озимої під впливом азотних підживлень порівняно з контролем. Спостерігалась тенденція до збільшення цього показника залежно від доз азотних добрив, проте істотної різниці між варіантами досліджу не спостерігалось (табл. 3). Це можна пояснити тим, що на ділянках, де вносились азотні добрива, вища врожайність зерна була сформована завдяки густоті стеблостою та озерненості колоса, а посушливі умови в період формування зерна не сприяли формуванню вищої їх маси. Достовірність апроксимації між масою 1000 зерен і врожайністю була дуже сильною ( $r = 0,97$ ; рис. 1).



**Рис. 1. Кореляційний зв'язок між урожайністю та масою 1000 зерен пшениці озимої**

Важливим показником фізичних якостей зерна пшениці озимої є натура. Її можна розглядати як ознаку, що вказує на борошномельні його властивості. Зерно з високою натурою має потенційно більший вихід борошна [20].

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

У роки проведення досліджень не виявлено істотного впливу доз і строків застосування азотних добрив на показник натурності зерна, який залежно від погодних умов і удобрення варіював від 742 до 769 г/л. Згідно з ДСТУ 3768 [21] у варіантах Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> та Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> за цим показником зерно відповідало 1 класу якості, а в решті варіантів досліджу – 2 класу.

В інтервалі зміни показника маси 1000 зерен пшениці озимої від 15 до 40 г існує тісний зв'язок з натурою зерна. Збільшення маси 1000 зерен від 40 до 60 г практично не впливає на натуру [22]. Такий же зв'язок спостерігався і у проведеному досліді. У роки досліджень маса 1000 зерен варіювала в інтервалі 35,1–39,5 г, а тіснота зв'язку з його натурою була помірною (R = 0,43).

Погодні умови в роки проведення досліджень були посушливими, проте розподіл опадів під час формування зерна пшениці та азотні підживлення неоднаково впливали на вміст білка в ньому.

Встановлено, що 2018 року в умовах більшого зволоження в період формування зерна (ГТК за червень 1,4) застосування підживлень за схемами N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> та N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> забезпечувало формування дещо нижчого вмісту білка, порівняно з 2019 роком, у якому ГТК за червень – першу декаду липня ГТК становив лише 0,6.

2019 року налив зерна відбувся за дещо інших погодних умов. Опади (загальною кількістю 59 мм) пройшли в I декаді червня, а далі формування зерна проходило в посушливих умовах (за 30 діб випало лише 18,5 мм опадів) і підвищених температурах повітря, що призвело до гальмування фотосинтетичних процесів, посилення дихання рослин, що збільшувало витрати вуглеводів. За таких умов у зерні переважало накопичення білків. Аналогічні результати спостерігались і в інших дослідженнях [23, 24].

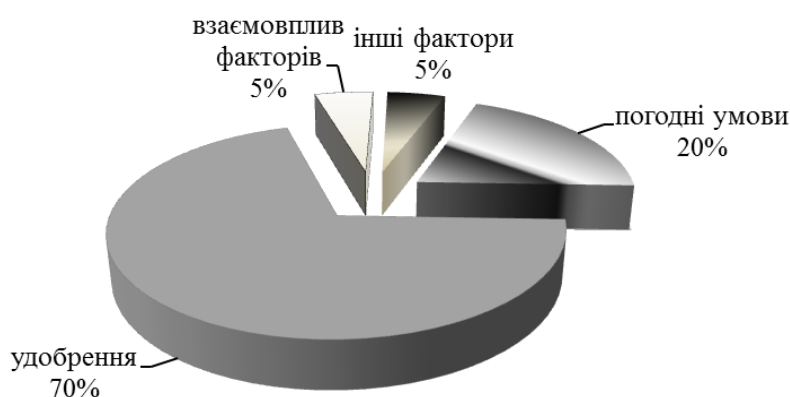
2018 р. у разі роздрібного та одноразового застосування азотних добрив дозою 60 кг/га д. р. приріст вмісту білка в зерні пшениці озимої був практично рівнозначним варіанту досліджу, де добрива не застосовувались або вносились лише фосфорні й калійні добрива, – він зростав у середньому лише на 0,2–0,3 %. Це можна пояснити тим, що відновлення вегетації пшениці озимої відбулося пізно, а різке наростання тепла сприяло інтенсивному росту рослин, тому елементів живлення для синтезу білка вже не вистачало. Збільшена удвічі доза азотних добрив сприяла достовірному підвищенню вмісту білка як порівняно з варіантом, де добрива не вносились, так і в разі їх внесення дозою N<sub>60</sub> (табл. 4).

#### 4. Вміст білка в зерні пшениці озимої та умовний його збір залежно від особливостей удобрення

Варіант досліджу (фактор В)	Рік дослідження (фактор А)		Середній за два роки	Умовний збір білка, кг/га
	2018	2019		
Без добрив (контроль)	11,5	11,0	11,3	395
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	11,5	11,1	11,3	456
Фон + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	11,8	11,7	11,8	536
Фон + N <sub>60</sub>	11,7	11,6	11,7	552
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub>	12,7	13,0	12,8	692
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	13,0	13,5	13,3	716
В середньому по досліджу	12,0	12,0	12,0	558
НП <sub>05</sub> за факторами: А – 0,2; В – 0,3; АВ – 0,4				–

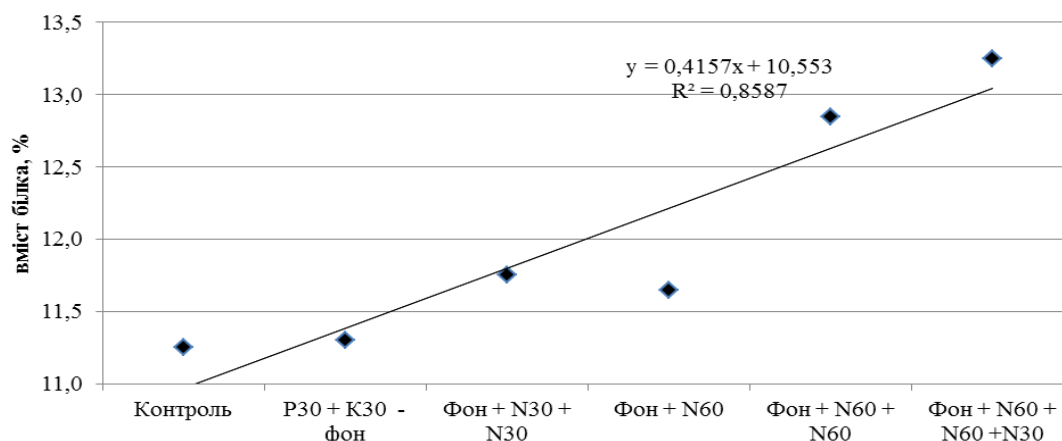
2019 року у разі роздрібного та одноразового внесення азотних добрив у підживлення одержано істотні прирости вмісту білка в зерні пшениці озимої. Збільшена удвічі доза азотних добрив сприяла підвищенню вмісту білка на 1,3–2,0 % порівняно з ділянками без їх внесення та у разі їхнього внесення одинарною дозою незалежно від строків застосування. У варіанті досліджу Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> вміст білка був найвищим і становив 13,5 %, проте, як і 2018 року, істотного та закономірного впливу на цей показник порівняно до попередньої дози не виявлено.

У середньому за два роки досліджень у досліді після попередника соя частка впливу на вміст білка в зерні пшениці озимої становила, %: доз азотних добрив та строків їх внесення 70, погодних умов – 20, взаємовплив факторів – 5 й інших факторів – 5 (рис. 2).



**Рис. 2.** Вплив доз добрив, року вирощування на вміст білка в зерні пшениці озимої (середній за 2018–2019 рр.)

Встановлено, що вміст білка в зерні був вищим (у середньому на 1,0–1,6 %) у разі внесення на фосфорно-калійному фоні  $N_{60}$  у фазу куціння +  $N_{60}$  у фазу трубкування. Достовірність апроксимації між вмістом білка в зерні пшениці озимої та інтенсифікацією удобрення мала високий рівень ( $R^2 = 0,86$ ).



**Рис. 3.** Кореляційна залежність між вмістом білка та удобренням пшениці озимої, 2018–2019 рр.

Удобрення сприяло збільшенню умовного збору білка з площі посіву на 36–81 % залежно від варіанту дослідження.

Вміст клейковини в зерні пшениці озимої змінювався під впливом погодних умов та азотних підживлень аналогічно вмісту білка (табл. 5).

**5. Вміст клейковини в зерні пшениці озимої залежно від особливостей удобрення**

Варіант дослідження	Рік проведення дослідження			Коефіцієнт стабільності
	2018	2019	Середній за 2018-2019 рр.	
Без добрив (контроль)	23,7	23,1	23,4	39
Р <sub>30</sub> К <sub>30</sub> – фон	23,9	23,3	23,6	39
Фон + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	24,5	24,8	24,7	82
Фон + N <sub>60</sub>	24,3	24,7	24,5	61
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub>	27,1	27,7	27,4	46
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	27,7	28,7	28,2	28
Середній по дослідженню	25,2	25,4	25,3	–
НІР <sub>05</sub>	1,04	1,10	–	–

Вміст клейковини в зерні пшениці озимої був більш високим (у середньому на 1–5 %) у варіанті Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> порівняно з іншими варіантами дослідження, проте стабільність вмісту клейковини

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

була нижчою, навіть порівняно з ділянками без добрив. У варіанті Фон + N<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> вміст клейковини в зерні характеризувався вищою стабільністю. Інші варіанти удобрення за впливом на формування клейковини в зерні були менш ефективним.

Хлібопекарські якості борошна із зерна пшениці озимої можна оцінювати за показником седиментації, який уведений до показників стандарту його якості в багатьох країнах. Вважається, що пшениця з показником седиментації вище 60 мл дуже сильна, а з 40–60 мл – сильна. Середня пшениця з показником 20–40 мл може бути використана для випікання хліба лише за додавання сильного борошна. Якщо показник менше 20 мл, борошно вважається слабким і застосовується в кондитерській промисловості [26].

Встановлено, що в обидва роки проведення досліджень за показником седиментації сила борошна в усіх варіантах досліду була середньою. Застосування азотних добрив у підживлення незалежно від строків їх застосування дозою 60 кг/га д. р. не в усі роки впливало на цей показник. У варіантах Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> і Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> спостерігалось достовірне збільшення цього показника порівняно з контролем та порівняно з одинарною дозою добрив з перевагою варіанту зі внесенням азотних добрив у три строки: під час кушіння, виходу в трубку та колосіння. Виявлено дуже сильну кореляційну залежність ( $r = 0,98$ ) між вмістом білка і показником седиментації, яку описано рівнянням регресії

$$y = 0,178x + 6,799,$$

де  $x$  – вміст білка;  $y$  – показник седиментації.

### 6. Седиментація за методом Зеленої борошна пшениці озимої залежно від особливостей удобрення, мл

Варіант досліду	Рік дослідження		Середнє за два роки
	2018	2019	
Без добрив (контроль)	25,5	22,9	24,2
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	26,8	24,3	25,8
Фон + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	28,3	27,9	28,1
Фон + N <sub>60</sub>	27,0	27,2	27,1
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub>	32,1	34,9	33,5
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	34,9	38,5	36,7
Середній по досліду	29,1	29,4	29,2
НІР <sub>05</sub>	2,7	1,9	–

Отже, строки застосування азотних добрив під пшеницю озиму після сої істотно не впливали на показники якості зерна, але спостерігалася тенденція до поліпшення його якості зі збільшенням дози азотних добрив, а також підвищення стабільності вмісту клейковини у разі підживлення у фазу кушіння та трубкування дозою N<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> або N<sub>60</sub>.

Крохмаль є основним складником для промислового біосинтезу спирту. Його вміст у зерні пшениці озимої залежить від сортів, погодних умов і технології вирощування [26]. Результати досліджень свідчать, що поліпшення азотного живлення пшениці озимої знижувало вміст крохмалю в зерні. На ділянках, де добрива не вносили, його вміст у зерні пшениці озимої сорту Лазурна становив 60,6 % і знижувався до 57,4 % у варіанті досліду з внесенням Фон + N<sub>60</sub> + N<sub>60</sub> + N<sub>30</sub> (табл. 7).

### 7. Вміст і вихід крохмалю із зерна пшениці озимої залежно від особливостей удобрення

Варіант досліду	Вміст крохмалю, %		Середнє за два роки	Вихід крохмалю, т/га		Середнє за два роки
	2018 р.	2019 р.		2018 р.	2019 р.	
Без добрив (контроль)	60,5	60,6	60,6	2,37	2,57	2,47
P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	59,2	60,6	59,9	2,69	2,93	2,81
Фон + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	58,8	60,1	59,5	3,03	3,27	3,15
Фон + N <sub>60</sub>	59,2	60,3	59,8	3,13	3,46	3,29
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub>	58,0	57,7	57,9	3,49	3,75	3,62
Фон + N <sub>60</sub> + N <sub>60</sub> + N <sub>30</sub>	57,7	57,4	57,6	3,47	3,75	3,61
Середнє по досліду	58,9	59,5	59,2	3,03	3,29	3,16
НІР <sub>05</sub>	4,4	3,4	–	–	–	–

Вміст крохмалю в зерні пшениці озимої м'якої сорту Лазурна 2018 та 2019 років мало залежав від погодних умов. У середньому по досліді дещо вищий вміст формувався 2019 р. – 59,5 %.

Встановлено [27], що рослина краще накопичує в зерні вуглеводи, обмежуючись лише мінімумом вмісту білка (8–12 %), оскільки під час розщеплення вони дають стільки ж енергії, як і вуглеводи, але на їх синтез витрачається у 3–4 рази більше енергії, ніж на синтез вуглеводів. Тому існує обернена залежність між синтезом білка і синтезом вуглеводів.

З'ясовано, що вміст крохмалю в зерні пшениці озимої м'якої сорту Лазурна залежить від вмісту білка. Між цими показниками встановлено обернену дуже сильну кореляційну залежність ( $r = -0,94$ ), яка описується таким рівнянням регресії:

$$y = -1,517x + 77,39,$$

де  $x$  – вміст білка, %,  $y$  – вміст крохмалю, %.

Результати регресійного аналізу вказують на високу ступінь апроксимації цього показника ( $R^2 = 0,85$ ).

Вихід крохмалю найбільше залежав від урожайності зерна пшениці озимої. У середньому по досліді в більш сприятливому за погодними умовами 2019 році він збільшився на 258 кг/га. Кращі показники при цьому забезпечували варіанти роздільного застосування азотних добрив дозами 120 і 150 кг/га д. р. і становили відповідно 3,74 і 3,75 т/га.

### Висновки

Погодні умови вегетаційного періоду пшениці озимої, особливо під час формування зерна, істотно впливають на показники його якості. Урожайність зерна пшениці озимої більше залежала від доз добрив, ніж від строків їх застосування. Найвищою на достовірному рівні вона була у разі внесення  $P_{30}K_{30} + N_{60} + N_{60}$ . Окупність 1 кг NPK приростом урожаю зерна змінювалася залежно від удобрення і зменшувалася зі збільшенням доз добрив. Достовірне збільшення маси 1000 зерен під впливом азотних підживлень спостерігалось лише порівняно з варіантом, де добрив не вносили. Тіснота зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і врожайністю була дуже сильною ( $R = 0,98$ ). Не виявлено істотного впливу доз і строків застосування азотних добрив на показник натурності зерна. Встановлено помірну тісноту зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і натурою зерна ( $R = 0,4$ ). Частка впливу азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці озимої сорту Лазурна становила 70 %, погодних умов – 20, взаємодія факторів – 5 та інші факторів – 5 %. Це підтверджується також високим рівнем достовірності апроксимації ( $R^2 = 0,86$ ) вмісту білка й інтенсифікації удобрення. Найвищий вміст клейковини в зерні пшениці озимої був у варіанті Фон +  $N_{60} + N_{60} + N_{30}$ , проте характеризувався нестабільністю за роками досліджень. В усіх варіантах досліді за показником седиментації сила борошна була середньою. Між вмістом білка і показником седиментації встановлено дуже сильну кореляційну залежність ( $R = 0,98$ ). Вміст крохмалю в зерні зменшувався з поліпшенням азотного живлення пшениці озимої. Між вмістом білка і крохмалю в зерні встановлено обернену сильну кореляційну залежність ( $R = -0,92$ ).

*Перспективи подальших досліджень.* Дослідження потрібно продовжити для більш детального визначення впливу взаємодії рівня азотного живлення рослин і погодних умов у підзоні нестійкого зволоження на формування хлібопекарських властивостей зерна та якості випеченого хліба.

### References

1. Lyubych, V. V., Kotsyuba, S. P., & Yevchuk, YA. V. (2019). Produktivnist pshenytsi spelty zalezchno vid vydiv dobryv, yikh poyednannya ta strokiv zastosuvannya azotnykh dobryv. *Visnik Umanskogo Nacionalnogo Universitetu Sadivnictva*, 94, 71–83. doi: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-71-83 [In Ukrainian].
2. Tishchenko, A. T., Zolotarev, V. P., & Vaulina, G. I. (1990). Urozhay i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy na dernovo-podzolistykh pochvakh pri azotnykh podkormkakh. *Byulleten Vserossijskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Agrohimii*, 9–11 [In Russian].
3. Maadi, B., Fathi, G., Siadat, S. A., Alami Saeid, K., & Jafari, S. (2012). Effects of Preceding Crops and Nitrogen Rates on Grain Yield and Yield Components of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Applied Sciences Journal*, 17 (10), 1331–1336.
4. Usman, K., Khan, E. A., Khan, N., Khan, M. A., Ghulam, S., Khan, S., & Baloch, J. (2013). Effect of Tillage and Nitrogen on Wheat Production, Economics, and Soil Fertility in Rice-Wheat Cropping System. *American Journal of Plant Sciences*, 04 (01), 17–25. doi: 10.4236/ajps.2013.41004.

5. Limon-Ortega, A., Sayre, K. D., & Francis, C. A. (2000). Wheat Nitrogen Use Efficiency in a Bed Planting System in Northwest Mexico. *Agronomy Journal*, 92 (2), 303–308. doi: 10.2134/agronj2000.922303x.
6. Sandukhadze, B. I., & Zhuravleva, Ye. V. (2012). Azotnaya podkormka sovremennykh intensivnykh sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh Tsentralnogo Nechernozemya. *Pitaniye Rasteniy*, 2, 2–6 [In Russian].
7. Efreteui, 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), 63–73. doi: 10.1515/ijafr-2016-0006.
8. Hospodarenko, H. M., Chernov, O. D., Boyko, V. P., & Stasinevich, A. Yu. (2018). Vplyv doz i spivvidnoshen dobryv na vrozhaynist i yakist zerna ozymoyi pshenytsi. *Visnik Umanskogo Nacionalnogo Universitetu Sadivnictva*, 2, 76–79. doi: 10.31395 / 2310-0478-2018-21-76-79.
9. Campiglia, E., Mancinelli, R., De Stefanis, E., Pucciarmati, S., & Radicetti, E. (2015). The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy. *Field Crops Research*, 176, 34–44. doi: 10.1016/j.fcr.2015.02.021.
10. Maali, S. H., & Agenbag, G. A. (2013). Effect of soil tillage, crop rotation and nitrogen application rates on grain yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Swartland wheat producing area of the Republic of South Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 20 (3), 111–118. doi: 10.1080/02571862.2003.10634919.
11. Hospodarenko H., Chernov O., Prokopchuk I., Serdyuk M. (2019) Technological Properties of Winter Wheat Grain Depending on the Ecological and Geographical Origin of a Variety and Weather Conditions. In: Nadykto, V. (eds) *Modern Development Paths of Agricultural Production*, (PP. 699–705). Springer Nature: Switzerland AG. doi: 10.1007/978-3-030-14918-5\_68.
12. Dolijanovic, Z., Oljaca, S., Kovacevic, D., Đorđević, S., & Brdarthe, J. (2013). Effects of different fertilizers on spelt grain yield (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*). *IV International Symposium «Agrosym 2013»*.
13. Hospodarenko, H. M., Boyko, V. P., Stasinyevych, O. Yu., & Chernov, O. D. (2018). Vplyv doz i spivvidnoshen dobryv u poloviy sivozmini na rodyuchist hruntu ta produktyvnist pshenytsi ozymoyi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 104. S.180–187 [In Ukrainian].
14. Hera, C., & Mihaila, V. (1981). Modificarea unor indici agrochimici ai solului prin aplicarea ingrasamintelor. *An. Inst. Cerc. Cereale Plante Tehan, Agtvgduf, igsgkuye*, 47ZH, 319–327.
15. Fischer, D. (1984). Erfahrung, Beobachtung und Boden vorrat zahlen. *Landwirtschaftliche Zeitschrift Reinland*, 1 (51(7)), 456–459.
16. Kramarov, S. M., Zhemela, G. P., & Shakaliy, S. M. (2014). Produktivnist ta yakist zerna pshenici mjakoi ozymoi zalezno vid mineralnogo zhivlennya v umovah Livoberezhnogo Lisostepu Ukrainy. *Byuleten Institutu Silskogo Gospodarstva Stepovoi Zoni NAAN Ukrainy*, 6, 61–67 [In Ukrainian].
17. Majdanyuk, V. V. (2011). Urozhajnist ta yakist pshenici ozimoï u pivnichnomu Lisostepu zalezno vid tekhnologii viroshchuvannya. *Zbirnik Naukovih Prac NNC “Institut Zemlerobstva NAAN”*, 1–2, 103–108 [In Ukrainian].
18. Dospikhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
19. Sajko, V. F. (Ed.). 1989. *Nauchnye osnovy ustojchivogo vedeniya zernovogo hozyajstva*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
20. Zhemela, H. P., & Shakaliy, S. M. (2012). Vplyv mineralnogo zhivlennya na elementy produktyvnosti ta yakist zerna pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 14–16 [In Ukrainian].
21. DSTU 3768:2010. *Pshenicya. Tekhnichni umovy. Chinniy vid 2010.04.01*. (2010). Kyiv [In Ukrainian].
22. Kvasnicka, L. S. (2012). Formuvannya pokaznikiv yakosti zerna pshenici ozimoï v polovih sivozminah Podillya. *Visnik Zhitomirskogo Nacionalnogo Agroekologichnogo Universitetu*, 1 (30 (1)), 149–156 [In Ukrainian].
23. Hospodarenko, G. M., & Chernov, O. D. (2016). Yakist zerna pshenici ozimoï za trivalogo zastosuvannya dobryv u poloviy sivozmini. *Visnik Umanskogo Nacionalnogo Universitetu Sadivnictva*, 1, 11–15 [In Ukrainian].

24. Voziyan, V. V., Lyubich, V. V., & Suhomud, O. G. (2013). Tekhnologichni vlastivosti zerna sortiv pshenici ozimoї riznogo ekologo-geogafichnogo pohodzhennya. *Zbirnyka Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1 (71), 121–125 [In Ukrainian].

25. Pumpyanskij, A. Y. (1971). *Tekhnologicheskie svojstva myagkih pshenic*. Leningrad: Kolos [In Russian].

26. Ryabovol, Ya. S., & Ryabovol, L. O. (2018). Ocinka yakosti zerna selekciynih zrazkiv pshenici myakoї ozimoї. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Ahronomiia*, 22 (1), 194–200 [In Ukrainian].

27. Zhivotkova, L. A. (Ed.). (1985). *Pshenica*. Kiev: Kolos [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 08.07.2020 р.

### **Бібліографічний опис для цитування:**

Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 21–31.

© Господаренко Григорій Миколайович, Черно Олена Дмитрівна, Любич Віталій Володимирович, Рябовол Ярослав Сергійович, Крижанівський Віталій Григорович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA  
STATE AGRARIAN  
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.111.1 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.03

## THE EFFECT OF VARIETY PECULIARITIES ON WINTER WHEAT GRAIN QUALITY


H. P. Zhemla

O. V. Barabolia\*

Y. V. Tatarko

O. V. Antonovskiy

ORCID  [0000-0003-0167-7219](https://orcid.org/0000-0003-0167-7219)

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

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

\*Corresponding author

E-mail: [olga.barabolia@ukr.net](mailto:olga.barabolia@ukr.net)

### How to Cite

Zhemla, H. P., Barabolia, O. V., Tatarko, Y. V., & Antonovskiy, O. V. (2020). The effect of variety peculiarities on winter wheat grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03

The topicality of cultivating high-quality winter wheat as a main food crop in Ukraine and valuable in crop rotation system has been substantiated in the article. The estimation of physical and chemical properties of winter wheat varieties was given in the article with the aim to find better characteristics for further using grain. Winter wheat grains of the following cultivars were used: Orzhysia, Poltavchanka, Tsarychanka, Zelenyi Hai, Karmeliuk, Ariivka, Liutenka, Sahaidak, and Dykanka (selected in Poltava State Agrarian Academy). Laboratory testing of winter wheat grain quality was conducted at the laboratory of Poltava State Agrarian Academy certified by the State Consumer Standard of Ukraine. Physical and chemical grain quality indices of winter wheat were determined in accordance with generally accepted methods, which correspond to the State Standard or State Standard of Ukraine. The study showed high germination energy of all winter wheat cultivars; Zelenyi Hai (96 %) and Tsarychanka (94 %) cultivars had the highest germination capacity indices. Orzhysia cultivar had the lowest index (86 %), which also indicated good germinating power. As to the effect of variety properties on thousand-kernel weight, Zelenyi Hai cultivar had the highest index (48.0 g) and Orzhysia had the lowest one (39.7 g). The highest grain hardness in tested samples was registered in Zelenyi Hai cultivar (97 %) and the lowest – in Poltavchanka (70 %). Thus, it can be concluded, that these cultivars are suitable for bakery products. The analysis of variety property effect on chemical composition of winter wheat grain was conducted by the following indices: gluten content, number of falling, protein content, and sedimentation value. It was registered that Liutenka cultivar had the largest gluten content (37 %) and Orzhysia (30 %), Dykanka (31 %) and Zelenyi Hai (31 %) – the smallest ones. Determining gluten deformation showed that the second group prevailed and indices varied from 88 to 102 units. The results of studying the number of falling showed that winter wheat grain had the indices from 206 (which was acceptable) to 452 (the increased index, so the quality of bakery products may not be the best). The studying of protein content testified that all the nine winter wheat varieties corresponded to the recognized standards. Orzhysia variety had the lowest protein content (13.6 %), while Liutenka had the highest one (16.9 %). The estimation of sedimentation value showed that the majority of the presented samples had high indices – over 50 ml and more. Only one grain sample of Ariivka winter wheat variety had the average index of 34 ml. Thus, two varieties, Zelenyi Hai and Liutenka, which showed the best results as to all the parameters and indices, were chosen. Positive dynamics has been registered in indices of almost all varieties, which is the proof of their capacity to give stable coming-up and resistance to unfavorable conditions.

**Key words:** winter wheat, grain quality, yield, variety (cultivar), variety (cultivar) renovation, crop variety capacity.

**ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ****Г. П. Жемела, О. В. Бараболя, Ю. В. Татарко, О. В. Антоновський**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті доведено актуальність вирощування якісної озимої пшениці в Україні як головної продовольчої культури та цінної в польовій сівозміні. Мета дослідження полягає в оцінюванні фізичних і хімічних властивостей сортів пшениці озимої для того, щоб для виявити кращі характеристики для подальшого призначення використання зерна. Зерно пшениці озимої сортів Оржиця, Полтавчанка, Царичанка, Зелений гай, Кармелюк, Аріївка, Лютенька, Сагайдак, Диканька (селекція Полтавської державної аграрної академії) для проведення досліджень вирощувалось на полях НВП із селекції та насінництва. Лабораторні дослідження якості зерна пшениці озимої проведено в сертифікованій Держспоживстандартом України лабораторії Полтавської державної аграрної академії. Фізичні та хімічні показники якості зерна пшениці озимої було визначено відповідно до загальноприйнятих методик, які відповідають ГОСТу або ДСТУ. Дослідження показало високу енергію проростання усіх сортів озимої пшениці, а найвищий показник схожості спостерігався у сортів Зелений гай (96 %) і Царичанка (94 %). Найменший показник у сорту Оржиця – 86 %, що теж свідчить про гарну схожість. Визначення впливу сортових властивостей на масу 1000 зерен показало найвищий показник у сорту Зелений гай (48,0 г), а найменший – у сорту Оржиця (39,7 г). Оцінка наведених зразків на склоподібність виявила найвищий показник у сорту Зелений гай (97 %), а найменший – у сорту Полтавчанка (70 %). Проаналізувавши отримані результати досліджень, можна зробити висновок, що ці сорти є кращими для випічки хлібобулочних виробів. Аналіз впливу сортових властивостей на хімічний склад зерна пшениці озимої проводився за показниками: вміст клейковини, число падіння, вміст білка, число седиментації. Виявлено, що найбільший вміст клейковини має сорт Лютенька (37 %), найменші – сорти Оржиця (30 %), Диканька (31 %) та Зелений гай (31 %). Визначення деформації клейковини показало, що у досліджуваних сортах пшениці переважає друга група і показники коливаються від 88 до 102 одиниць. Результати дослідження числа падіння показали, що зерна пшениці озимої мають показники від 206 с (що є прийнятним) до 452 с (що є збільшеним показником, тому кінцева якість хлібобулочних виробів може бути не найкращою). Проведення досліджень вмісту білка засвідчило, що всі 9 сортів пшениці озимої відповідають визнаним стандартам. Найнижчий показник вмісту білка має сорт Оржиця (13,6 %), а найвищий – сорт Лютенька (16,9 %). Оцінка числа седиментації показала, що більшість із представлених зразків належать до високих – понад 50 мл і більше. Лише один зразок зерна пшениці озимої Аріївка має середній показник у 34 мл. Отже, ми виділили два сорти – Зелений гай і Лютенька, які показали найкращі результати за всіма параметрами і показниками. Відмічена позитивна динаміка у показниках майже всіх сортів, що доводить їх спроможність давати стабільні сходи та стійкість до несприятливих умов.

**Ключові слова:** пшениця озима, якість зерна, врожайність, сорт, сортооновлення, продуктивність сорту.

**ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ****Г. П. Жемела, О. В. Бараболя, Ю. В. Татарко, А. В. Антоновский**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье проведена оценка физических и химических свойств сортов пшеницы озимой для выявления лучших характеристик с целью дальнейшего назначения в использовании зерна. Исследовали зерна озимой пшеницы сортов Оржица, Полтавчанка, Царичанка, Зелений гай, Кармелюк, Ариивка, Лютенька, Сагайдак, Диканька (селекция Полтавской государственной аграрной академии). Лабораторные исследования качества зерна озимой пшеницы проведены в сертифицированной Госстандартом Украины лаборатории Полтавской государственной аграрной академии. Физические и химические показатели качества зерна озимой пшеницы были определены в соответствии с общепринятыми методиками, которые соответствуют ГОСТу или ДСТУ. Для реализации поставленной цели нами решались задачи по: исследованию энергии прорастания и всхожести семян пшеницы озимой в зависимости от сорта; определению влияния сортовых свойств на массу 1000 зерен и стекло-

*видність зерна озимої пшениці; виявленню впливу сортових властивостей на хімічний склад зерна озимої пшениці. В результаті досліджень ми виділили два сорти – Зелений гай і Лютецька, котрі показали кращі результати по всім параметрам і показателям. Відзначено позитивна динаміка в показателях багатьох сортів, що доводить їх здатність давати стабільні висходи і бути стійкими до несприятливих умов.*

**Ключеві слова:** пшениця озима, якість зерна, урожайність, сорт, сортообновлення, продуктивність сорту.

### Вступ

На родючих ґрунтах України вирощують багато зернових культур, важливих для людської життєдіяльності. Найважливішою продовольчою культурою є пшениця озима, яка займає численні посівні площі, є цінною в польовій сівозміні та гарним попередником для низки інших культур, таких як буряк, соняшник, рис тощо. Це доводить її велике народно-господарське значення, необхідність у забезпеченні людей високоякісними харчовими продуктами, зокрема хлібом і хлібобулочними виробами.

Важливим також є організаційно-господарське значення пшениці озимої. Це, по-перше, перенесення на осінній період значної частини посівних робіт, що зменшує завантаженість у період весняної сівби. По-друге, більш раннє дозрівання озимої пшениці порівняно з ярими культурами зменшує напруженість збиральних робіт, дає можливість уникнути літньої засухи. Більш раннє збирання озимих дає можливість якісно підготувати ґрунт для наступної культури сівозміни [6, 7, 9, 16].

Зважаючи на вищезазначене, однією з найважливіших задач у подальшому розвитку сільського господарства в усіх без винятку природно-кліматичних зонах нашої країни є збільшення виробництва зерна. Найкраще розвиваються рослини зернових культур при оптимальному забезпеченні необхідними факторами життя і високоякісному виконанні всіх агротехнологічних заходів [1, 20]. В Україні виробляють лише 10–12 % продовольчої пшениці, решта – кормова [4]. Отже, отримання зерна, що відповідає вимогам світових стандартів, є важливим завданням працівників агропромислового комплексу [12].

Важлива роль у підвищенні врожайності та якості зерна пшениці належить створенню стабільних за продуктивністю сортів з високою адаптивністю та широкою агроекологічною пластичністю. Якість зерна – одна з найскладніших селекційних ознак, що детермінується як генотипом, так і умовами вирощування. Для прогнозування успішності селекції важливо знати співвідношення генотипового та фенотипового складників кожної з ознак [12].

Сорт – один із головних чинників сталого виробництва зерна пшениці озимої. Використання високопродуктивних сортових рослинних ресурсів є найважливішою ланкою сільського господарства, основою економічного й соціального розвитку держави [7, 15]. У підвищенні врожаю зерна пшениці озимої постійно зростає значення фактору сорту. За результатами досліджень, які проводились в Україні та за кордоном, спеціалісти зробили висновки, що поява нових сортів та впровадження їх у виробництво є найменш затратним та екологічно безпечним фактором інтенсифікації, адже це є суттєвим впливом на одержання додаткового рівня врожаю, який може досягти двадцяти відсотків.

Втім, не лише рівень врожаю є основним показником, на який спрямовується селекційний процес. Не менш важливою задачею селекціонерів є створення таких сортів пшениці, які б забезпечували високоякісне зерно за будь-яких агроекологічних умов при вирощуванні культури. Основними показниками якості зерна пшениці є вміст сирової клейковини, вміст білка, якість клейковини (індекс деформації) [7]. Учені з багатьох країн світу вирішують актуальне питання щодо поліпшення якості злакових культур, а саме виявляють наявні та створюють нові генетичні джерела цінних ознак, використовуючи при цьому мутації, трансгресії та індивідуальні гени, які вводяться в геном методами генетичної інженерії, біотехнології та молекулярної селекції.

За допомогою численних досліджень було виявлено, що природний потенціал сортів та вирішення проблеми його реалізації значною мірою залежить від екологоадаптивного підходу до добору сортів для певних агрокліматичних зон, підзон, мікрозон і господарств з різноманітною спеціалізацією й ресурсними можливостями. Адже дуже часто нові сорти потрапляють у невідповідні умови, що стає причиною недостатньої реалізації їхнього генетичного потенціалу.

При створенні сортів усі ознаки, що селектуються, мають велике значення, але ті, які характеризують якість зерна, – особливі. Як вважають селекціонери, сорт не має права на існування, якщо він не здатний формувати високоякісне зерно [2, 12].

Урожайність нових сортів пшениці озимої зросла до 10 т/га, проте якість зерна, яка негативно корелює з

продуктивністю, знизилась [19]. Оскільки підвищенню продуктивності альтернативи немає, то суттєво зростають вимоги до якості зерна та налаштування технологій вирощування на її покращення [10].

Суттєво впливають на якість зерна пшениці попередні культури. Кращі попередники повинні гарантувати високий урожай високоякісного зерна та сприяти створенню необхідного фітосанітарного стану посівів [17].

Досліджуючи дані з Державного реєстру сортів рослин, які є придатними для поширення в Україні, останніми роками можна відзначити, що за якістю зерна понад сто сортів пшениці озимої належать до сильних, понад п'ятдесят – до цінних. Оскільки сучасний світ не стоїть на одному місці і сприяє розвитку нових технологій та появі нових зразків, селекціонери працюють над сортами пшениці, які можна було б віднести до надсильних.

Рівень агротехніки на полі є не єдиним фактором, від якого залежить урожайність сільськогосподарських культур. Покращення якості насіння та підвищення врожайності вирощуваних культур завдячують сортооновленню.

Однак успадкований генетичний потенціал сорту не може сам по собі гарантувати відповідну урожайність та якість зерна пшениці озимої, оскільки реалізація потенціалу значно залежить від регульованих і нерегульованих чинників довкілля, створення для кожного сорту відповідних умов і сортової агротехніки. Тому хоч урожайність в Україні почала дещо зростати, однак вона ще дуже низька, ніж у багатьох інших країнах Європи, а виробництво зерна нестабільне за роками. Звичайно, це зумовлюється ускладненням клімату, почастищенням екстремальних явищ, погіршенням екології й природно-кліматичних умов загалом. Але в основних регіонах вирощування пшениці є можливості для збільшення урожайності та якості, а також стабілізації виробництва зерна на високому рівні [13].

Сучасні сорти пшениці озимої мають високий потенціал продуктивності, реалізація якого значною мірою залежить від умов вирощування. Серед основних факторів є погодні умови року, адже саме це забирає понад 80 % від загальної частки всіх факторів впливу при формуванні продуктивності. Останніми роками в Україні сформувався новий клімат. Це помітно за багатьма гідрометеорологічними ознаками і показниками. Зими тепер тепліші та малосніжні, весна стала більш холодною, а літо з різким коливанням температур – від прохолодної до спеки і навпаки. Але той факт, що середньорічна температура повітря підвищується і виникає ризик посухи, змушує пристосовуватися і вирощувати інтенсивні, високопродуктивні та посухостійкі сорти.

Експериментально доведено, що підвищення врожаю на 50–55 % зумовлено комплексом агротехнологічних заходів (забезпечення рослин елементами живлення протягом вегетації, забезпечення стійкості до стресових факторів, врахування погодних умов тощо [3, 5, 8, 10, 11, 14, 18]), і на 25–30 % – біологічними особливостями сорту. На сучасному етапі розвитку сільського господарства при впровадженні нових технологій вирощування зернових культур значення сорту збереглося. Сорт залишається не тільки засобом підвищення врожайності, а й стає чинником, без якого неможливо реалізувати досягнення науки та техніки. У сільськогосподарському виробництві сорт є біологічною системою, яку не можна нічим замінити. Проте М. І. Вавілов указував, що один, навіть найкращий сорт, не може задовольнити всіх різносторонніх вимог до нього [7].

*Метою* дослідження є описати фізичні та хімічні властивості сортів пшениці озимої для виявлення кращих характеристик для подальшого призначення використання зерна. Для реалізації поставленої мети ми розв'язували такі завдання:

- дослідити енергію проростання та схожість насіння пшениці озимої залежно від сорту;
- визначити вплив сортових властивостей на масу 1000 зерен та склоподібність зерна пшениці озимої;
- виявити вплив сортових властивостей на хімічний склад зерна пшениці озимої.

### **Матеріали і методи досліджень**

Зерно пшениці озимої для проведення досліджень вирощувалось на полях НВП із селекції та насінництва. Лабораторні дослідження якості зерна пшениці озимої проведено в сертифікованій Держспоживстандартом України лабораторії Полтавської державної аграрної академії. Об'єктом досліджень слугували такі сорти пшениці озимої: Оржиця, Полтавчанка, Царичанка, Зелений гай, Кармелюк, Аріївка, Лютенька, Сагайдак, Диканька (селекція Полтавської державної аграрної академії).

Фізичні та хімічні показники якості зерна пшениці озимої було визначено відповідно до загальноприйнятих методик згідно з ГОСТом або ДСТУ. Енергію проростання визначали відповідно

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

до стандарту ГОСТ 10968-88, схожість – ДСТУ 2240-93, масу 1000 зерен – ГОСТ 12042-80, склоподібність – ДСТУ 3768:2019, кількість і якість клейковини – ДСТУ ISO 21415-1:2009, число падання – ГОСТ 30498-97, вміст білка – ГОСТ 10846-91, число седиментації – ДСТУ 4251:2003.

### Результати досліджень та їх обговорення

При визначенні якісних показників зерна пшениці озимої в лабораторії якості були отримані такі результати, зважаючи на сортові особливості і характеристики. Кількісні показники якості було виведено в середньому значенні після проведення дослідів за загальноприйнятою методикою для більш чіткого відбору сорту. Зразки зерна пшениці озимої було відібрано з урожаю 2018–2019 рр.

Енергія проростання – це здатність насіння до проростання, яке спостерігається через 3–4 дні після закладання зерна у ґрунт. Насіння, яке має великий відсоток проростання, дає стабільні сходи, які менше пригнічуються бур'янами та є більш стійкими до несприятливих умов. Серед усіх сортів, які досліджувалися, була відмічена висока енергія проростання.

Щодо схожості, то цей показник якості є найважливішим, його визначають за кількістю нормальних проростків, які спостерігалися через 7 днів після закладання. Від схожості залежить посівна якість насіння. Зважаючи на дані, наведені в таблиці 1, було відмічено, що найвищий показник спостерігався у таких сортів як Зелений гай і Царичанка, і становить 96 і 94 % відповідно. Найменший показник у сорту Оржиця – 86 %, але і це свідчить про гарну схожість.

#### 1. Енергія проростання та схожість насіння пшениці озимої залежно від сорту (2018–2019 рр.)

Сорт	Енергія проростання, %	Схожість, %
Оржиця	75	86
Полтавчанка	75	93
Царичанка	74	94
Зелений гай	75	96
Кармелюк	74	90
Арїївка	75	89
Лютенька	75	90
Сагайдак	74	93
Диканька	74	93

Маса 1000 зерен є одним із основних господарських показників. Її розрахунок здійснюється з метою достовірного визначення норми висіву зерна, оскільки без цих розрахунків буде неможливо встановити норми висіву та визначення схожості в польових умовах. Серед досліджених зразків найвищий показник крупності становить 48,0 г і належить сорту Зелений гай. Найменша маса 1000 зерен спостерігалася в сорту Оржиця, яка на 8,3 г менше і становить 39,7 г.

Склоподібність зерна – це ознака, яка характеризує будову ендосперму зерна, його консистенцію. Вона пов'язана з сортом, умовами культивування і хімічним складом. Розрізняють зерно склоподібне, частково склоподібне і борошнисте. Здебільшого склоподібне зерно містить більше білків, ніж борошнисте. Склоподібність є важливим показником якості зерна, адже вона характеризує певні технологічні властивості самого зерна, його цільове призначення. Борошно зі склоподібного зерна має кращі хлібопекарські властивості. Серед наведених зразків найвищий показник склоподібності має сорт Зелений гай. А сорт Оржиця, маючи не надто високі показники маси 1000 зерен та схожості, відзначився високим відсотком склоподібності, що становить 96 %. Проаналізувавши отримані результати досліджень (табл. 2), можна сказати, що ці сорти є кращими для випічки хлібобулочних виробів за наведеними показниками. Найменший показник склоподібності належить сорту Полтавчанка та становить лише 70 %.

Сьогодні при визначенні якості зернових культур, рівень клейковини має одне з найважливіших значень, оскільки суттєво впливає на якість борошна. Клейковина – це фракції протеїну пшениці, які можна вимити з борошна, тобто це хімічна речовина білкової групи, яка не розчиняється у воді. Вона визначає об'єм хліба та потужність тіста. Ця речовина дуже важлива при виготовленні хліба та випічки. Чим більше клейковини у складі пшениці, тим вище якість зерна.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 2. Вплив сортових властивостей на масу 1000 зерен та склоподібність зерна пшениці озимої (2018–2019 рр.)

Сорт	Маса 1000 зерен, г	Склоподібність, %
Оржиця	39,7	96
Полтавчанка	40,1	70
Царичанка	42,2	78
Зелений гай	48,0	97
Кармелюк	40,8	80
Арїївка	42,1	91
Лютенька	42,1	94
Сагайдак	41,3	81
Диканька	42,2	85

Наведені в таблиці 3 дані вказують, що найбільший вміст клейковини має сорт Лютенька з показником 37 %. Сорти з найменшими показниками – Оржиця (30 %), Диканька (31 %) та Зелений гай (31 %). Якісні показники хлібних виробів залежать від ВДК (визначення деформації клейковини). Спеціальний апарат ВДК вимірює індекс деформації глютену. Існує три групи ВДК: перша група має показники 45–75 одиниць, друга – 80–100 одиниць, третя – 105–120 одиниць. Найкращими показниками вмісту клейковини вважаються 45–75 одиниць, що характеризує першу групу. У досліджуваних сортах пшениці переважає друга група і показники коливаються від 88 до 102 одиниць.

### 3. Вплив сортових властивостей на хімічний склад зерна пшениці озимої (2018–2019 рр.)

Сорт	Вміст клейковини		Число падання	Вміст білка, %	Число седиментації, мл
	кількість клейковини, %	ВДК, одиниць приладу			
Оржиця	30	90	366	13,6	55
Полтавчанка	36	94	433	16,3	61
Царичанка	32	90	428	14,8	60
Зелений гай	31	88	383	14,0	51
Кармелюк	32	95	379	14,7	50
Арїївка	32	102	206	14,5	34
Лютенька	37	98	410	16,9	50
Сагайдак	33	97	406	15,0	55
Диканька	31	95	452	14,1	57

Число падання відображає значення активності речовини альфа-амілази, яка характеризує хлібопекарські властивості борошна і показує, що зерна крохмалю ні механічно, ні в результаті передчасного проростання не пошкоджені. Максимально низькими показниками, які прописані в ГОСТі є дві позначки: для вищого і першого сорту борошна – не менше 185 с, для другого сорту – не менше 160 с. Якщо число падання буде нижчим від даних позначок, то хліб з такого борошна буде мати кислуватий смак та відходитиме від кірки. Але ж і високі показники числа падання не є запорукою смачного та якісного хліба і вказують на те, що активність власних речовин пшениці знижена. А це є важливою запорукою для якісного процесу бродіння. Серед зерна пшениці, представленого у дослідженні (таблиця 3), спостерігалися показники від 206 с (що є прийнятним) до 452 с (що в цьому разі є збільшеним показником, тому кінцева якість хлібобулочних виробів може бути не найкращою).

Вміст білка характеризує не тільки харчову цінність зерна, але і його технологічні властивості. У якісному зерні цей показник якості має перебувати на рівні від одинадцяти до сімнадцяти відсотків, бо при більш низьких або високих показниках якість хлібобулочних виробів, виготовлених з борошна цієї пшениці, різко погіршується. Після проведення досліджень у лабораторії якості було помічено, що всі 9 сортів пшениці озимої відповідають визнаним стандартам. Найнижчим показником вмісту білка є 13,6 %, що має сорт Оржиця, а найвищим є 16,9 % у сорту Лютенька.

Число седиментації – це міра для оцінки здатності набухання і якості протеїнового комплексу зер-

на. Показниками, на які варто орієнтуватися є: низькі – нижче 16 мл, високі – понад 47 мл. Серед представлених зразків у таблиці 3 більшість із них належать до високих – понад 50 мл і більше. Лише один зразок зерна пшениці озимої Аріївка має середній показник у 34 мл.

### Висновки

1. Визначено взаємозв'язок якості зерна пшениці озимої і сортових особливостей. Було виділено два сорти – Зелений гай і Лютецька, які в цьому дослідженні показали найкращі результати за всіма параметрами і показниками.

2. Відмічена позитивна динаміка в показниках майже всіх сортів. Це доводить їх спроможність давати стабільні сходи, які є більш стійкими до несприятливих умов.

*Перспективи подальших досліджень.* Лабораторні дослідження якості зерна пшениці озимої будуть продовжені з метою одержання більш детальної інформації та характеристики кожного сорту з подальшим визначенням хлібопекарських властивостей борошна, отриманого з досліджуваних зразків, та лабораторною випічкою хліба.

### References

1. Barabolia, O. V. Barat, Yu. M., Kulyk, M. I., & Onopriienko, O. V. (2018). Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezno vid systemy udobrennia ta pohodnykh umov vehetatsiinoho periodu. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 2, 3–9 [In Ukrainian].
2. Kirian, V. M. (2010). Otsinka vykhidnoho materialu pshenytsi ozymoi za oznakamy yakosti zerna. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 35–40 [In Ukrainian].
3. Kudria, S. I., Klochko, M. K., & Kudria, N. K. (2007). Volohozabezpechenist i urozhainist pshenytsi ozymoi zalezno vid poperednyka. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 11, 23–26 [In Ukrainian].
4. Larchenko, K. A., & Morhun, B. V. (2010). Oznaky yakosti zerna pshenytsi ta metody yikh polipshennia. *Fyzyolohyia i Byokhymyia Kulturnykh Rastenyi*, 42 (6), 463–474 [In Russian].
5. Meneev, V. G. (1973). *Udobrenie ozimoi pshenytsy*. Moskva: Kolos [In Russian].
6. Myronova, L. M., & Zheltova, A. H. (2003). Stan ta perspektyvy vykorystannia zroshuvanykh zemel Khersonshchyny. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 3 (23 (1)), 113–117 [In Ukrainian].
7. Muntian, L. V. (2017). Produktyvniest sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid norm vysivu ta udobrennia v rysovykh sivozminakh Pivdennoho stepu Ukrainy. *Candidate`s thesis*. Khersonskiy Derzhavnyi Ahrarnyi Universytet, Kherson [In Ukrainian].
8. Palchuk, N. S. (2014). Formuvannia vrozhaivosti riznyimi sortami pshenytsi ozymoi pry vyroshchuvanni pislia soi v umovakh Pivnichnoi chastyny Stepu Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria*, 4, 156–162 [In Ukrainian].
9. *Rekomendatsii do posivu ozymykh kultur pid urozhai 2002 roku v hospodarstvakh Khersonskoi oblasti*. (2001). Kherson [In Ukrainian].
10. Vasylenko, N. V., Pravdziva, I. V., Volohdina, H. B., Zamlila, N. P., & Koliuchy, V. T. (2016). Faktory vplyvu na yakist zerna ta boroshna novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. 1. Fyzychni pokaznyky yakosti zerna. *Myronivskiy Visnyk*, 2, 214–225 [In Ukrainian].
11. Iarchuk, I. I., & Sakharov, V. D. (2002). Vplyv strokiv sivby, poperednykiv i rezhymiv zhyvlennia na yakist zerna ozymoi pshenytsi. *Ahrokhimiia i Gruntoznavstvo*, 63, 75–77 [In Ukrainian].
12. Vasylenko, N. V., Pravdziva, I. V., Volohdina, H. B., Zamlila, N. P. & Koliuchy, V. T. (2016). Faktory vplyvu na yakist zerna ta boroshna novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. 2. Pokaznyky yakosti boroshna. *Myronivskiy Visnyk*, 3, 191–202 [In Ukrainian].
13. Vasyliuk, P. M., Ulych, L. I., Hryniv, S. M., Korkhova, M. M., & Tereshchenko, Yu. F. (2012). Ekoloho-adaptyvnyi pidkhid do realizatsii potentsialu produktyvnosti pshenytsi miakoi ozymoi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 80, 15–21 [In Ukrainian].
14. Iermolaiev, M. M., & Tovstenko, M. M. (2008). Urozhainist zernovykh kultur zalezno vid poperednykiv u livoberezhnomu Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Nnts «Instytut Zemlerobstva UAAN»*, 1, 40–43 [In Ukrainian].
15. Efremova, V. V., Aistova, Yu. T., & Terpugova, N. I. (1997). Izmenenie sortovogo sostava agrocenoza ozimogo polya. *Agroekologicheskij monitoring v zemledelii Krasnodarskogo kraia. Yubilejnyy vypusk k 75- letiyu KGAU*, 59–73 [In Russian].
16. Yeshchenko, V. O. (Ed.). (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii : pidruchnyk*. Kyiv: Diia

[In Ukrainian].

17. Zhelezniakov, O., Palchuk, N., & Kyrsanova, H. (2015). Optymizatsiia vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi. *Propozytsiia*, 9, 48–51 [In Ukrainian].

18. Zhemela, H. P. (2005). Yakist zerna, yii minlyvist ta spadkovist zalezho vid doboru batkivskykh par v protsesi selektsii ozymoi pshenytsi. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu: Za materialamy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii, prysviachenoï 70-richchiu z dnia narodzhennia profesora I. P. Chuchmïia*, 89–93 [In Ukrainian].

19. Kirizii, D. A., Lisnevych, L. O., & Pochynok, V. M. (2008). Produktyvnist ta osoblyvosti reutylyzatsii azotu v kontrastnykh za yakistiu zerna roslyn ozymoi pshenytsi riznykh henotypiv. *Fyzyolohyia i Byokhymyia Kulturnykh Rastenyi*, 40, 1, 23–31 [In Russian].

20. Shpaara, D., Ellmer, F., & Postnikov, A. (2000). *Zernovye kultury: monografiya*. Minsk: FUAInform [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 15.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Жемела Г. П., Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 32–39.

© Жемела Григорій Пимонович, Бараболя Ольга Валеріївна,  
Татарко Юлія Валентинівна, Антоновський Олександр Володимирович, 2020


original article | UDC 631.811.98:633.11 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.04

## EFFICIENCY OF STIMULATORS FOR PRE-SOWING TREATMENT OF WINTER WHEAT SEEDS

V. V. Hanhur\*

ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

A. A. Kocherha

ORCID  [0000-0002-2076-4230](https://orcid.org/0000-0002-2076-4230)

O. S. Pypko

V. M. Yeshchenko

Y. I. Kabak

O. V. Onopriienko

ORCID  [0000-0002-4020-7263](https://orcid.org/0000-0002-4020-7263)

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

\*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

### How to Cite

Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., Yeshchenko, V. M., Kabak, Y. I., & Onopriienko, O. V. (2020). Efficiency of stimulators for pre-sowing treatment of winter wheat seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 40–45. doi: 10.31210/visnyk2020.03.04

Under present conditions, an important task of the agrarian sector of the economy is steady increasing the production volumes of high quality food grain to fully meet the requirements of state resources and food industry. Among cereals, the leading role in solving this problem is given to winter wheat, through the use of the latest elements in crop production technologies, in particular plant growth stimulants. The aim of the research was to identify the effect of disinfectants and humic stimulants, during pre-sowing seed treatment, on the formation of winter wheat plantings' productivity. During the research period the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field, and statistical. The results of the conducted studies show that during pre-sowing seed treatment with 1.6 l/t of Unta Quadro disinfectant, an increase in plant height by 4.2–17.8 %, depending on variety characteristics, was observed, and when combined with humic stimulants – by 8.0–20.1 %. Improving indicators and other elements of the yield structure were revealed, in particular, spike length increased by 0.2–0.4 and 0.3–0.7 cm, respectively, the number of grains per spike – by 0.4–3.0 and 3.7–4.2 pieces, and grain weight from it – by 0.05–0.13 and 0.12–0.17 g. Studies have shown a positive effect of pre-sowing seed treatment with a four-component insecticide-fungicide disinfectant as to the effect on winter wheat yield. The application of such agro-technical measure helped to increase grain yield of Vyshyvanka cultivar by 0.37 t/ha or 9.2%, and Nyva Odeska cultivar by 0.57 t/ha or 11.0 %, as compared with the control. Adding humic stimulants to tank mixture with Yunta Quadro disinfectant ensured an increase in winter wheat yield relative to the control variant with Pryvablyva cultivar by 0.89–1.07 t/ha or 18.4–22.1 %; Vyshyvanka – 0.95–1.05 t/ha or 23.5–26.0 %; Obriad – 0.93–1.37 t/ha or 20.3–29.9 %; Nyva Odeska – 0.99–1.32 t/ha or 19.1–25.5 %; Trudivnytsia Myronivska – 0.88–1.05 t/ha or 20.6–24.6 %.

**Key words:** soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.), disinfectant, humic stimulant, yield structure, yield capacity.

### ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЯТОРІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

*В. В. Гангур, А. А. Кочерга, О. С. Пипко, В. М. Єщенко, Ю. І. Кабак, О. В. Онопрієнко*  
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В умовах сьогодення важливим завданням аграрного сектору економіки є стабільне нарощування обсягів виробництва високоякісного продовольчого зерна для повного забезпечення потреб державних ресурсів та харчової промисловості. Мета досліджень полягала у виявленні впливу протруйника та гумінових стимуляторів під час передпосівної обробки насіння на формування продуктивності посівів пшениці озимої. Впродовж періоду проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати проведених досліджень свідчать, що у разі передпосівної обробки насіння протруйником Юнта Квадро 1,6 л/т спостерігали збільшення висоти рослин залежно від сортових особливостей на 4,2–17,8 %, а у разі сумісного використання з гуміновими стимуляторами – на 8,0–20,1 %. Виявлено покращення показників і інших елементів структури врожаю, зокрема довжина колоса збільшилася, відповідно на 0,2–0,4 і 0,3–0,7 см, кількість зернин у колосі – на 0,4–3,0 і 3,7–4,2 шт. та маси зерна з нього – 0,05–0,13 та 0,12–0,17 г. Результати досліджень свідчать, що проведення передпосівної обробки насіння чотирикомпонентним інсекто-фунгіцидним протруйником позитивно впливає на врожайність пшениці озимої. Застосування такого агротехнічного заходу сприяло підвищенню урожайності зерна культури сорту Вишиванка на 0,37 т/га або 9,2 %, а сорту Нива одеська – на 0,57 т/га або 11,0 % порівняно з контролем. Включення гумінових стимуляторів до бакової суміші із протруйником Юнта Квадро забезпечило зростання урожайності пшениці озимої відносно контрольного варіанту за сортами на: Приваблива – 0,89–1,07 т/га або 18,4–22,1 %; Вишиванка – 0,95–1,05 т/га або 23,5–26,0 %; Обряд – 0,93–1,37 т/га або 20,3–29,9 %; Нива одеська – 0,99–1,32 т/га або 19,1–25,5 %; Трудівниця миронівська – 0,88–1,05 т/га або 20,6–24,6 %.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.), протруйник, гуміновий стимулятор, структура врожаю, урожайність.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

*В. В. Гангур, А. А. Кочерга, А. С. Пипко, В. Н. Єщенко, Ю. И. Кабак, А. В. Оноприенко*  
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Результаты исследований показывают, что предпосевная обработка семян протравителей Юнта Квадро способствовала повышению урожайности зерна культуры сорта Вышиванка на 0,37 т/га или 9,2, а сорта Нива одесская – на 0,57 т/га или 11,0 % по сравнению с контролем. Включение гуминовых стимуляторов в баковую смесь обеспечило рост урожайности пшеницы озимой относительно контрольного варианта по сортам на: Привлекательная – 0,89–1,07 т/га или 18,4–22,1 %; Вышиванка – 0,95–1,05 т/га или 23,5–26,0 %; Обряд – 0,93–1,37 т/га или 20,3–29,9 %; Нива одесская – 0,99–1,32 т/га или 19,1–25,5 %; Труженица Мироновская – 0,88–1,05 т/га или 20,6–24,6 %.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая (*Triticum aestivum* L.), протравитель, гуминовый стимулятор, структура урожая, урожайность.

#### Вступ

Пшениця озима є головною і найбільш врожайною продовольчою зерновою культурою України, яка щорічно вирощується на площі понад 6 млн га. Однак її врожайність в умовах виробництва ще не досягла рівня продуктивності посівів культури, наявного в більшості регіональних науково-дослідних установ та державних сортопробувальних станцій, а тому пошук інноваційних агротехнічних заходів підвищення врожайності і надалі є актуальним.

Традиційно, найбільш поширеними чинниками, які ефективно використовуються для підвищення продуктивності посівів культури є підбір кращих сортів, мінеральні добрива та прийоми захисту рослин від шкодо чинних організмів. Ці заходи переважно забезпечують найшвидший і найпомітніший

візуальний ефект, який шляхом економічної оцінки переконливо підтверджує необхідність їх широкого застосування. Однак суттєво підсилити ефективність будь-якого агротехнічного заходу можливо, застосовуючи стимулятори росту рослин, зокрема і гуматів, які можуть і не мати такої яскраво вираженої дії, як добрива [1, 2].

Використання регуляторів росту дає можливість спрямовано впливати на найважливіші фізіологічні процеси в рослинному організмі та забезпечити максимальну реалізацію генетичного потенціалу культури, сорту [3].

Цінним аспектом позитивної дії регуляторів росту є збільшення глибини залягання вузла куштиння пшениці озимої, що посилює зимостійкість посівів [4], підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього природного середовища – високих і низьких температур, дефіциту доступної вологи, ураження хворобами і пошкодження шкідниками [5]. Застосування регуляторів росту рослин у баковій суміші із засобами захисту рослин дає можливість скоротити дозу останніх (на 25–30 %) без зниження їхнього захисного ефекту [4, 6, 7].

За даними досліджень ряду науковців встановлено, що внесення гумінових стимуляторів у ґрунт істотно поліпшує його фізико-хімічні показники, але за своєю ефективністю не переважає позитивний вплив використання органічних добрив [8–11].

Результати польових досліджень свідчать, що сучасні регулятори росту рослин здатні підвищувати врожайність провідних сільськогосподарських культур на 10–30 %, тобто досягається приріст урожаю, величина якого є близькою до того, який забезпечує внесення оптимальних доз мінеральних добрив [5]. Водночас А. П. Білітюк, О. В. Скуротівська [12] вважають, що самі біостимулятори не підвищують продуктивності посівів, а лише активізують хід фізіологічних процесів у рослинних організмах та покращують проникність міжклітинних мембран, що сприяє максимальній реалізації біологічного потенціалу врожайності.

Низка наукових досліджень свідчать про ефективність застосування гумінових стимуляторів для передпосівної обробки насіння, за якої активізується наростання кореневої маси, суттєво покращується процес формування фотосинтетичної поверхні рослин [13–17].

Згідно з економічною оцінкою регулятори росту є одним із найбільш високорентабельних чинників підвищення врожайності, витрати на їх застосування в посівах зернових і зернобобових культур окуповуються вартістю додаткового врожаю у 30–50 разів [18].

Отже, аналіз літературних джерел свідчить про актуальність проведення досліджень з ефективності регуляторів росту рослин на вирощування пшениці озимої через щорічне оновлення сортаменту препаратів, сортів культури та необхідністю розробки регламентів їхнього ефективного застосування.

*Мета досліджень* – виявити вплив протруйника та стимуляторів росту під час передпосівної обробки насіння, на формування продуктивності посівів пшениці озимої.

*Завдання дослідження:* з'ясувати вплив протруйника та стимуляторів росту на формування елементів продуктивності пшениці озимої; дослідити вплив протруйників та стимуляторів росту на урожайність зерна пшениці озимої.

### **Матеріали і методи досліджень**

Дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр., на базі Полтавської державної аграрної академії.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі (0–20 см) 3,9–4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 5,7–6,4 мг/100 г ґрунту (за Тюрінім та Коновою); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в оцтовокислій витяжці – 11,4–12,1 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3–17,6 мг/100 г ґрунту (за Масловою), рН сольової витяжки – 6,4.

Схема досліду включала передпосівну обробку насіння п'яти сортів пшениці озимої Приваблива (оригіатор Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН), Вишиванка, Трудівниця миронівська (оригіатор Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН), Нива одеська (оригіатор Національний центр насіннезнавства та сортовивчення), Обряд (оригіатор закритого акціонерного товариства «Селена»; Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення), чотирикомпонентним інсекто-фунгіцидним протруйником Юнта Квадро та стимуляторами росту рослин, характеристика яких приведена в таблиці 1.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 1. Характеристика стимуляторів росту рослин

№	Назва препарату	Діюча речовина	Концентрація діючої речовини
1.	Гідрогумін	Гумінові кислоти + фульвові кислоти + комплекс макро- та мікроелементів + низькомолекулярні, органічні й інші біологічно активні сполуки (амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни, ферменти, фітогормони, антибіотики)	25–30 % + 20–25 % + 5,3–7,5 % + 2,2–2,5 %
2.	Seed Treatment	гумінові кислоти, фульвові кислоти, ульмінові кислоти, мікроелементи	10 % + 3 % + 1 % + 6 %
3.	Foliar concentrate	Гумінові кислоти + фульвові кислоти + ульмінові кислоти + мікроелементи	55 % + 21 % + 5 % + 6 %

Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки дорівнювала 100 м<sup>2</sup>, облікова – 80 м<sup>2</sup>. Попередником пшениці озимої в досліді була соя. Технологія вирощування культури була типовою для зони Лівобережного Лісостепу України, за винятком елементів, що досліджували.

Визначення структури врожаю проводили методом Г. Ф. Ольховського, М. А. Бобро, О. Ф. Чечуй [19].

Визначення урожайності проводили методом суцільного обмолоту на кожній ділянці комбайном SAMPO-500, з наступним зважуванням та перерахунком на 1 га.

#### Результати досліджень та їх обговорення

Упродовж років проведення польових досліджень на посівах пшениці озимої визначено структуру врожаю за елементами продуктивності рослин залежно від біологічних особливостей сортів, застосування гумінових стимуляторів.

Основним показником, який безпосередньо впливає на урожайність вегетативної маси, є висота стебла рослини. Важливо відзначити, що висота рослин є генетичною ознакою сорту, однак її можна частково регулювати технологічними заходами. Про це свідчать і результати наших досліджень. Серед п'яти сортів, що вивчали, у середньому за роками та варіантами досліджень, у фазу повної стиглості зерна найбільшою висотою рослин була в сорту Нива одеська – 104,3 см. Рослини сорту Приваблива формували меншу на 5,1 см висоту порівняно із попереднім сортом, а сорти Вишиванка, Трудівниця миронівська, Обряд поступалися за цим показником, відповідно, на 6,7, 12,8, 22,2 см. У розрізі експериментальних варіантів висота рослин у сорту Приваблива варіювала в межах 93,6–103,3, Вишиванка – 92,2–99,6, Трудівниця миронівська – 86,2–94,2, Нива одеська – 90,1–108,5, Обряд – 74,7–86,3 см. Варто зазначити, що нижнє значення цього показника у всіх сортів, які вивчали, на варіанті без протруювання насіння, а верхнє – під час передпосівної обробки інсекто-фунгіцидним протруйником Юнта Квадро 1,6 л/т у баковій суміші із гуміновим стимулятором Seed Treatment 2,0 л/т. За результатами досліджень, у середньому за 2016–2019 рр., спостерігається тенденція до підвищення значень такого показника структури врожаю, як довжина колоса (Приваблива на 0,2–0,6, Вишиванка – 0,2–0,3, Трудівниця миронівська – 0,2–0,4, Нива одеська – 0,4–0,7, Обряд – 0,2–0,4 см). Зазначимо, що мінімальне значення цього показника в рослин пшениці озимої під час використання для обробки насіння лише протруйника Юнта Квадро, а максимальне – у разі сумісного використання цього препарату зі стимулятором Seed Treatment.

Результати досліджень свідчать, що токсикація насіння як препаратом Юнта Квадро, так і композицією протруйника із гуміновими стимуляторами позитивно впливають на озерненість колоса та масу зерна з нього. У варіанті, де насіння обробляли протруйником Юнта Квадро, кількість зерен у колосі збільшувалася у сорту Приваблива на 3,0, Вишиванка – 0,4, Трудівниця миронівська – 2,5, Нива одеська – 1,8, Обряд – 2,8 шт., а маса зерна з колосу, відповідно на 0,13, 0,05, 0,05, 0,10, 0,06 г порівняно з контролем. У разі сумісного використання протруйника і стимуляторів росту відзначено збільшення кількості зернин у колосі в середньому за сортами на 3,7–4,2 шт., а маси зерна з колосу на 0,12–0,17 г відповідно до варіанту без протруювання насіння.

Наші дослідження свідчать, що чинники, які включали експериментальні варіанти, істотно впливали на рівень зернової продуктивності пшениці озимої (табл. 2). Так, найнижчу урожайність зерна пшениці озимої за варіантами допосівної обробки насіння сформували сорти Вишиванка та Трудівниця миронівська, відповідно 4,04–5,09 та 4,27–5,32 т/га. Найвищу зернову продуктивність відзначено у сорту Нива одеська 5,17–6,49 т/га, а сорти Приваблива і Обряд за рівнем урожайності посіли

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

проміжне місце (відповідно 4,85–5,92 і 4,58–5,95 т/га).

Дослідження виявили позитивний ефект передпосівної обробки насіння чотирикомпонентним інсекто-фунгіцидним протруйником за впливом на врожайність пшениці озимої. Застосування такого агротехнічного заходу сприяло підвищенню урожайності зерна культури сорту Вишиванка на 0,37 т/га або 9,2, а сорту Нива одеська – на 0,57 т/га або 11,0 % порівняно з контролем. Включення гумінових стимуляторів до бакової суміші із протруйником Юнта Квадро забезпечило зростання урожайності пшениці озимої відносно контрольного варіанту за сортами на: Приваблива – 0,89–1,07 т/га або 18,4–22,1 %; Вишиванка – 0,95–1,05 т/га або 23,5–26,0 %; Обряд – 0,93–1,37 т/га або 20,3–29,9 %; Нива одеська – 0,99–1,32 т/га або 19,1–25,5 %; Трудівниця миронівська – 0,88–1,05 т/га або 20,6–24,6 %. Варто зазначити, що між варіантами застосування стимуляторів різниця в урожайності зерна культури є неістотною, однак спостерігається тенденція до більш високої і стабільної продуктивності пшениці озимої у разі використання в баковій суміші гумінового препарату Seed Treatment 2,0 л/т.

### 2. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від передпосівного оброблення насіння, середнє за 2016–2019 рр.

№ п/п	Назва варіанту	Урожайність за сортами, т/га				
		Приваблива	Вишиванка	Обряд	Нива одеська	Трудівниця миронівська
1.	Контроль (без протруювання)	4,85	4,04	4,58	5,17	4,27
2.	Юнта Квадро 1,6 л/т (фон)	5,28	4,41	5,04	5,74	4,73
3.	Фон + Seed Treatment 2,0 л/т	5,92	5,09	5,95	6,49	5,32
4.	Фон + Foliar concentrate 2,0 кг/т	5,86	5,06	5,69	6,16	5,20
5.	Фон + Гідрогумін 1,0 л/т	5,74	4,99	5,51	6,37	5,15
НІР <sub>0,95</sub>		0,34	0,32	0,38	0,44	0,39

Отже, за результатами досліджень виявлено покращення показників елементів структури врожаю, зокрема висоти рослин, довжини колоса, кількості зернин у колосі та маси зерна з нього, а також підвищення урожайності пшениці озимої у разі допосівної обробки насіння протруйником Юнта Квадро або баковою сумішшю цього препарату із гуміновими стимуляторами.

Доцільність поєднання протруйників з регуляторами росту рослин нового покоління, яким властивий фунгіцидний ефект, відзначено в наукових публікаціях С. П. Пономаренка, Г. О. Іутинської [6] та А. О. Шевченка [7]. Інші дослідження свідчать, що передпосівна обробка насіння пшениці озимої стимуляторами росту Вимпел, Біолан та Радостим сприяла підвищенню урожайності сорту Альбатрос одеський на 0,04–0,1 т/га порівняно з контролем [20].

### Висновок

Отже, у результаті досліджень виявлено, що під час вирощування пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу на чорноземних ґрунтах ефективним за впливом на формування елементів структури врожаю та продуктивність посівів є застосування гумінових стимуляторів у баковій суміші із протруйником. Оброблення насіння протруйником Юнта Квадро 1,6 л/т сприяло збільшенню висоти рослин залежно від сорту на 4,2–17,8 %, а у разі сумісного використання із гуміновими стимуляторами – на 8,0–20,1 %. Приріст урожайності зерна пшениці озимої лише у разі токсикації насіння протруйником становив 8,9–10,7 %, а під час додавання гумінових стимуляторів до бакової суміші із препаратом Юнта Квадро – 18,4–29,8 % порівняно з контролем.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності гумінових стимуляторів на позакореневе підживлення посівів пшениці озимої в різні фази росту і розвитку як у чистому виді, так і сумісно з різними формами азотних добрив.

### References

- Marenych, M. M., Hanhur, V. V., Len, O. I., Hangur, Yu. M., Zhomyk, I. I. & Kalinichenko, A. V. (2019). The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. *Agronomy Research*, 17 (1), 194–205. doi: 10.15159/AR.19.023.
- Zhou, L. N., Sun, L. R., Mao, H. & Dong, Q. U. (2012). Effects of drought-resistant fulvic acid liquid fertilizer on wheat and maize growth. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 30, 154–158. doi: 10.1111/j.1439- 037X.2011.00483.x.

3. Lihochvor, V. (2003). Zastosuvannya regulyatoriv rostu roslin na posivah zernovih kultur. *Propoziciya*, 4, 56–57 [In Ukrainian].
4. Kerefova, L. Yu. (2004). Pro vpliv regulyatoriv rostu na yakisni pokazniki zerna ozimoyi pshenici. *Zernovoe Hazyajstvo*, 4, 4–5 [In Ukrainian].
5. Ponomarenko, S. P. (1999). Regulyatori rostu. Ekologichni aspekti zastosuvannya. *Zahist Roslin*, 12, 11–12 [In Ukrainian].
6. Ponomarenko, S. P., & Iutinska, G. O. (1999). Regulyatori rostu. *Zahist Roslin*, 12, 11–12 [In Ukrainian].
7. Shevchenko, A. O. (1988). *Regulyatori rostu roslin u zemlerobstvi*. Kyiv: Agrarna nauka [In Ukrainian].
8. Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A Meta-Analysis and Review of Plant-Growth Response to Humic Substances. *Advances in Agronomy*, 124, 37–89. doi: 10.1016/b978-0-12-800138-7.00002-4.
9. Shazma, A., Farjad, I., Wajid, A. K., Mohammad, I., Babar, I. & Shehryar, K. (2016). Response of wheat crop to humic acid and nitrogen levels. *EC Agriculture*, 3 (1), 558–565.
10. Sirbu, C., Cioroianu, T. M., Parvan, L., Grigore, A., & Vasile, D. I. (2015). Fertilizers with humic substances – some characteristics. *Revista de Chimie*, 66 (7), 1061–1063.
11. Turgay, O. C., Karaca, A., Unver, S., & Tamer, N. (2011). Effects of Coal-Derived Humic Substance on Some Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42 (9), 1050–1070. doi: 10.1080/00103624.2011.562586.
12. Bilityuk, A. P., & Skurotivska, O. V. (2000). Regulyatori rostu u formuvanni vrozhajnosti. *Zahist Roslin*, 10, 21–23 [In Ukrainian].
13. Marenich, M. M., Markina, I. A., Gangur, V. V., & Len, O. I. (2018). Efektivnist zastosuvannya preparativ «SOILBIOTICS» na pshenici ozimij. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 22–26. doi: 10.31210/visnyk2018.03.03 [In Ukrainian].
14. Marenich, M. M. (2019). Efektivnist sposobiv zastosuvannya guminovih stimulyatoriv v tehnologiyi viroshuvannya pshenici ozimoyi. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 26–34. doi: 10.31210/visnyk2019.03.03. [In Ukrainian].
15. Mackowiak, C. L., Grossl, P. R., & Bugbee, B. G. (2001). Beneficial Effects of Humic Acid on Micronutrient Availability to Wheat. *Soil Science Society of America Journal*, 65 (6), 1744. doi: 10.2136/sssaj2001.1744.
16. Qin, Y., Zhu, H., Zhang, M., Zhang, H., Xiang, C., & Li, B. (2016). GC-MS analysis of membrane-graded fulvic acid and its activity on promoting wheat seed germination. *Molecules*, 21 (10), 1363. doi: 10.3390/molecules21101363.
17. Rodrigues, L. F. O. S., Guimaraes, V. F., Silva, M. B. da, Pinto Junior, A. S., Klein, J., & Costa, A. C. P. R. da. (2014). Características agronômicas do trigo em função de Azospirillum brasilense, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (1), 31–37. doi: 10.1590/s1415-43662014000100005.
18. Anishin, L., & Anishin, S. (1999). Vpliv biostimulyatoriv na vrozhaj i yakist ozimoyi pshenici. *Novini Zahistu Roslin*, 7–8, 29–30 [In Ukrainian].
19. Olhovskij, G. F., Bobro, M. A., & Chechuj, O. F. (2019) Detalnij metod viznachennya strukturi vrozhayu pshenici ozimoyi. *Visnyk Agrarnoyi Nauki*, 12 (801), 22–29. doi: 10.31073/agrovisnyk201912-03 [In Ukrainian].
20. Popova, L. V. (2015). Vivchennya vplivu regulyatoriv rostu na urozhajnist pshenici ozimoyi, pri riznih sposobah yih zastosuvannya, v umovah Kominternivskogo rajonu Odeskoyi oblasti. *Agrarnij Visnyk Prichornomor'ya*, 76, 59–64 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 18.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Кочерга А. А., Пипко О. С., Єщенко В. М., Кабак Ю. І., Онопрієнко О. В. Ефективність стимуляторів для передпосівної обробки насіння пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 40–45.

© Гангур Володимир Васильович, Кочерга Анатолій Андрійович, Пипко Олександр Сергійович, Єщенко Вікторія Миколаївна, Кабак Юрій Іванович, Онопрієнко Олександр Володимирович, 2020




original article | UDC 631.147 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.05

## TECHNOLOGICAL METHODS OF ORGANIC FARMING AS A BASIS FOR REGULATING THE DEVELOPMENT OF HARMFUL ORGANISMS


V. M. Pysarenko

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


N. P. Kovalenko

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


G. D. Pospielova\*

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


O. O. Gorb

ORCID  [0000-0002-3141-8114](https://orcid.org/0000-0002-3141-8114)


M. A. Pischalenko

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

N. I. Nechyporenko

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

O. L. Sherstiuk

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

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

\*Corresponding author

E-mail: [ganna.pospielova@pdaa.edu.ua](mailto:ganna.pospielova@pdaa.edu.ua)

### How to Cite

Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospielova, G. D., Gorb, O. O., Pischalenko, M. A., Nechyporenko, N. I., & Sherstiuk, O. L. (2020). Technological methods of organic farming as a basis for regulating the development of harmful organisms. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 46–53. doi: 10.31210/visnyk2020.03.05

*Organic farming is the concept of harmonious development in the field of agricultural production which ensures the preservation of soil fertility, its protection from xenobiotic contamination and the production of environmentally friendly food products. One of the main principles of organic farming is strict compliance with the requirements for each stage of agricultural production. That is why it is important to find effective technologies. The influence of technological methods of organic farming on the regulation of pests' development is studied based on many-year experience at the private enterprise "Agroecology" in Shyshaky district of Poltava region. It has been found that the optimization of phytosanitary conditions of crops in organic farming is based on the formation of heterogeneous species and varietal structure of agro-ecosystems, taking into account the economic thresholds of pests, pathogens and weeds, and the peculiarities of technologies inherent in this system. It has been proven that due to application of sufficient amounts of organic fertilizers, growing perennial legumes and green manure crops at the private enterprise "Agroecology" provides optimal nutrition for crops, which helps to increase their competitiveness with weeds and resistance to damage by some pests and diseases. The microbiological activity of soil in organic farming is 28.4–31.6% higher than in intensive agricultural production. In addition, changes in the species composition of entomofauna have been noted. There has been an increase in the number of carnivorous turuns species in the fields of the farm by 20 % compared to crops of cereals with the use of intensive technologies. During the years of research (2012–2019), the dynamic carnivorous carabids' density, depending on the species composition and weather conditions in organic farming, exceeded this indicator in fields with intensive technology by 32.6–51.2 %. It was found that the reduction of weediness of crops was associated with compliance with the regulations of technological measures provided for organic farming such as long-term shallow tillage, use of green manure, harvesting of some crops for green fodder, silage, haylage or hay in the phase of mowing ripeness. Widespread use of the principles of agro-phytocenology based on the expansion of species and varietal composition of cultivated plants, lack of pesticides and adherence to the principles of poly-culture contribute to the increase in efficiency of natural entomophagous and fungistasis biocenosis, which in turn*

*allows to control pests on the farm.*

**Key words:** *agro-ecology, organic farming, harmful organisms, technological methods, phytosanitary conditions, agro-ecosystems, green manure crops.*

### ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ЯК ОСНОВА РЕГУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ

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

*Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

*Концепцією гармонійного розвитку у сфері сільськогосподарського виробництва є органічне землеробство, яке забезпечує збереження родючості ґрунту, його захист від забруднення ксенобіотиками та виробництво екологічно безпечних продуктів харчування. Одним із головних принципів органічного землеробства є чітке дотримання вимог, що висуваються до кожного етапу виробництва сільськогосподарської продукції. Саме тому важливим є пошук ефективних технологій. Досліджено вплив технологічних прийомів органічного землеробства на регулювання розвитку шкідливих організмів на основі багаторічного досвіду роботи ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області. З'ясовано, що оптимізація фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур за умови органічного землеробства базується на формуванні гетерогенної видової та сортової структури агроєкосистем, урахуванні економічних порогів шкідливості шкідників, збудників хвороб і бур'янів, особливостях технологій, притаманних цій системі. Доведено, що за умови внесення достатніх норм органічних добрив, вирощування багаторічних бобових трав та сидеральних культур у ПП «Агроєкологія» забезпечується оптимальний режим живлення сільськогосподарських культур, що сприяє підвищенню їхньої конкурентоспроможності з бур'янами та стійкості до пошкодження деякими шкідниками і ураження хворобами. Встановлено підвищену на 28,4–31,6 % мікробіологічну активність ґрунту за умови органічного землеробства порівняно з інтенсивним веденням сільськогосподарського виробництва. Крім того, відзначено зміни у видовому складі ентомофауни. Спостерігається збільшення кількості видів хижих турунів на полях господарства на 20 % порівняно з посівами зернових колосових культур у разі застосування інтенсивних технологій. Динамічна щільність хижих карабід за роки досліджень (2012–2019 рр.) залежно від видового складу і погодних умов за умови органічного землеробства перевищувала цей показник на полях з інтенсивною технологією на 32,6–51,2 %. Визначено, що зменшення забур'яненості посівів пов'язане з дотриманням регламентів технологічних заходів, передбачених органічним землеробством (багаторічний мілкий обробіток ґрунту, застосування сидератів, збирання деяких культур на зелений корм, силос, сінаж або сіно у фазі укісної стиглості). Широке використання принципів агрофітоценології, що базуються на розширенні видового та сортового складу культурних рослин, відсутність використання пестицидів та дотримання принципів полікультури сприяють підвищенню ефективності природних ентомофагів та фунгістазису біоценозу, що своєю чергою дає змогу контролювати чисельність шкідливих організмів у господарстві.*

**Ключові слова:** *агроєкологія, органічне землеробство, шкідливі організми, технологічні прийоми, фітосанітарний стан, агроєкосистеми, сидерати.*

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ОСНОВА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

***В. Н. Писаренко, Н. П. Коваленко, А. Д. Поспелова, О. А. Горб, М. А. Пищаленко, Н. И. Нечипоренко, Е. Л. Шерстюк***

*Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина*

*Концепцией гармонического развития в области сельскохозяйственного производства является органическое земледелие, которое предусматривает сохранение плодородия почвы, ее защиту от загрязнения ксенобіотиками и производство экологически безопасных продуктов питания. Одним из главных принципов органического земледелия является точное соблюдение требований, которые вы-*

двигаются к каждому этапу производства сельскохозяйственной продукции. Именно поэтому важным является поиск эффективных технологий. Исследовано влияние технологических приемов органического земледелия на регулирование развития вредных организмов на основе многолетнего опыта работы ЧП «Агроэкология» Шишацкого района Полтавской области. Выяснено, что оптимизация фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур при органическом земледелии основывается на формировании гетерогенной видовой и сортовой структуры агроэкосистем, учетывании экономических порогов вредоносности вредителей, возбудителей болезней и сорняков, особенностях технологий, свойственных этой системе. Определены приемы обработки почвы, которые эффективно контролируют количество сорняков в посевах сельскохозяйственных культур. Доказано, что за счет внесения достаточных норм органических удобрений, выращивания многолетних бобовых трав и сидеральных культур в ЧП «Агроэкология» обеспечивается оптимальный режим питания сельскохозяйственных культур, что способствует повышению их конкурентоспособности с сорняками и устойчивости к повреждению некоторыми вредителями и поражения болезнями. Определена повышенная на 28,4–31,6 % микробиологическая активность почвы при органическом земледелии сравнительно с интенсивным ведением сельскохозяйственного производства. Кроме того, отмечены изменения в видовом составе энтомофауны. Наблюдается увеличение количества видов хищных жуужелиц на полях хозяйства на 20 % сравнительно с посевами зерновых колосовых культур при интенсивных технологиях. Динамическая плотность хищных карабид за годы исследований (2012–2019 гг.) в зависимости от видового состава и погодных условий при органическом земледелии превышала этой показатель на полях с интенсивной технологией на 32,6–51,2 %. Определено, что уменьшение засоренности посевов связано с соблюдением регламентов технологических мероприятий, предусмотренных органическим земледелием (многолетняя мелкая обработка почвы, применение сидератов, уборка некоторых культур на зеленый корм, силос, сенаж или сено в фазе укосной зрелости). Широкое использование принципов аргофитоценологии, основанных на расширении видового и сортового состава культурных растений, невнесение пестицидов и соблюдение принципов поликультуры способствуют повышению эффективности природных энтомофагов и фунгистазису биоценоза, что в свою очередь позволяет контролировать численность вредных организмов в хозяйстве.

**Ключевые слова:** агроэкология, органическое земледелие, вредные организмы, технологические приемы, фитосанитарное состояние, агроэкосистемы, сидераты.

### Introduction

Organic farming is the concept of harmonious development in the field of agricultural production which ensures the preservation of soil fertility, its protection from xenobiotic contamination and the production of environmentally friendly food products [6, 15].

The system of organic farming is designed to: increase biological diversity within the entire system of organization of agricultural production; increase of biological activity and preservation of soil fertility; reuse of plant and animal waste in order to return nutrients to the soil which leads to minimal use of non-renewable resources; use of renewable resources in agricultural systems on the ground; promoting the protection of soil, water and air, as well as to minimize all forms of pollution due to agricultural activities; and compliance with such processing of agricultural products that would contribute to the preservation of its organic integrity and vital properties [7, 8, 17].

One of the main principles of organic farming is strict compliance with the requirements for each stage of agricultural production. That is why it is important to find effective technologies. In most cases, approaches in the production of organic products are the subject of agricultural consulting. Farmers, as a rule, can use the main recommendations offered by the specialty organizations. However, a creative (more flexible and variable compared to the traditional) approach to the cultivation of agricultural products by the producer is considered positive. This approach is based on the prevention of possible problems associated with the development and spreading of pests which is achieved by constant monitoring [1, 19].

An important part of the system of organic farming is ecologically sound optimization of phytosanitary conditions of crops, which is implemented through the ecologization of integrated plant protection measures, which is a component of organic farming technologies. This provides for the complete abandonment of the use of pesticides and mineral fertilizers, possibly with the exception of seed inlay and the use of macro-and micronutrients to improve the properties of organic fertilizers [16, 18].

Technological methods of the system of optimization of phytosanitary condition of crops are based on a complex of organizational, economic and agrotechnical measures inherent in technologies of organic agriculture. These include:

- scientifically substantiated structure of sown areas in specialized crop rotations with saturation of perennial legumes up to 25–27 %;
- shallow tillage which preserves the natural structure of the arable layer without destroying the vertical orientation of the aeration pores;
- the use of perennial legumes, greens and the introduction of scientifically sound standards of organic fertilizers which provides plants with nutrients and forms a positive balance of humus;
- application of ecologically safe agrotechnical and biocenotic measures in technologies of cultivation of agricultural crops;
- use of modern machines and mechanisms for tillage and plant care [1, 2, 5, 4, 12].

*The aim* of our research was to establish the correlation between the number of harmful organisms and the technological methods of organic farming.

*The task of the research* was to determine the efficiency of agrotechnical methods in optimization of the phytosanitary conditions of agroecosystems.

### **Materials and methods of research**

The study of the impact of technological methods of organic farming on regulation of development of harmful organisms was conducted from 2012 to 2019 at PE "Agroecology" of Shishatsky district of Poltava region where the system of organic farming has been utilized for almost 40 years [18]. Systematic observations were conducted in the fields of this establishment during different phases of crop development. Accounts for the number of phytophages, their entomophages as well as the prevalence of diseases were performed in accordance with the methods of research [14].

### **Results of the study and their discussion**

The most environmentally sound method of reducing the impact of negative factors on the growth and development of cultivated plants is to create an optimal regime for the development of crops, growing viable and competitive plants.

Many years of experience in organic farming show that the cultivation of legumes and green manure and the use of humus, taking into account their aftereffects, practically provide the recommended mineral nutrition of main crops which promotes their growth and development, has a positive effect on resistance to pests and especially diseases.

The optimal conditions for crop development are provided by preserving and improving soil fertility in the fields of the establishment. This is achieved by introducing green manure into crop rotation every four years and applying humus in the same sequence. As a result, good seedlings, vigorous growth and development, and large leaf surfaces of many crops inhibit the growth of weeds, making them less susceptible to damage by wireworms, fleas, weevils, leaf-eating caterpillars, and root rot. Thus, at the private enterprise "Agroecology", the incidence of winter wheat seedlings during the years of research did not exceed 3.7 % with a threshold of 5 %.

Increased microbiological activity of the soil has a positive effect on agricultural plants. According to our data, it is 28.4–31.6 % higher in the fields of this establishment compared to the soil of farms with intensive use of pesticides.

Bio-diversity of crops in crop rotations is an important factor in optimization of the phytosanitary conditions. The botanical diversity of agrocenoses is facilitated by the siltation of ditches and slopes, the sowing of buckwheat for grain, sunflower, green manure crops and especially buckwheat for green manure which blooms two or three times a season.

There are flowering plants that attract beneficial (entomophagous) insects in the fields of this establishment throughout the growing season. Our research has confirmed the reduction of pests due to natural regulation by beneficial organisms [19]. Thus, the incidence of cereal aphids in spring barley crops with sainfoin was 46.8–54.2 %, while it did not exceed 18.3 % in spring barley crops under intensive agriculture where mostly three or four crops are grown. During the study, the number of cereal aphids in spring barley crops at this establishment did not exceed the economic threshold of harmfulness – 25 cereal aphids per ear for 50 % of the plant population.

---

The lack of pesticide use, introduction of shallow tillage and botanical diversity of plants in organic farming stimulate an increase in the species composition and number of carnivorous turuns. We found that the number of species of carnivorous turuns (carbides) in the fields of this establishment was 20 % higher than in cereal crops where intensive technologies were utilized. The dynamic density of carnivorous carbides over the years of research (2012–2019), depending on the species composition and weather conditions in organic farming, exceeded this indicator in fields with intensive technology by 32.6–51.2 %. That's why it is clear why the number of larvae of wireworms and false wireworms before sowing corn and sunflower, whose main predators are carnivorous turuns, usually did not exceed the economic thresholds of harmfulness of 3–5 insects per 1 m<sup>2</sup>.

The positive impact of organic farming is evident by the research focused on determination of the intensity of development of powdery mildew on winter wheat and spring barley plants. During the earing phase, the actual values did not exceed the threshold of intensity of the disease – 15–20 % of the affected leaf apparatus of plants.

The development of the disease is constrained by the microclimate of stems, especially in crops of spring barley with sainfoin, when the sowing rate of barley is reduced by 20–30 %. This determines the lower plant density and better ventilation of crops. It should be noted that polyculture helps to decrease the infestation of cultivated plants with pathogens due to lower rates of accumulation and spread of the infection in the crops under the influence of microclimate (changes in humidity, temperature and light).

Thus, the optimization of phytosanitary conditions in organic farming is based on the formation of heterogeneous and varietal structure of agroecosystems that creates a favorable biocentric state which leads to the preservation and increase in the number and efficiency of beneficial species of arthropods and microorganisms. This reduces crop loss from pests and diseases due to the natural regulation by beneficial organisms.

The interaction between plants, also called an effect of allelopathy, is an important factor of phytosanitary conditions in the multicultural environment. Allelopathy is the mutual influence of plants through the release of physiologically active substances into the environment [3, 9, 11]. This phenomenon explains the effectiveness of the use of greens, intermediate crops, and fodder mixtures as measures to diminish weeds and reduce the incidence of plant pathogens. The main factors in plant interactions that affect soil health are root secretions, plant mass above the ground and nutrient residues of green manures, intermediate crops and fodder mixtures. The sources of allelopathically active substances mentioned above stimulate the development of crops, inhibit development of segetal plants and phytopathogenic microorganisms [13]. The research conducted by Rakhmetov, D. B. and Gorobets, S. O. proves that a number of green manure crops are effective in suppressing pathogenic microflora; root secretions and cell juice of many green manures significantly inhibit the development of the pathogen *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*). It is known that the introduction of cruciferous (cabbage) crops, in particular tyfon, into agrobiocenoses saturated with cereals reduces the incidence of root rot by 15–25 % [20].

The results of our research confirmed the positive effect of polycultures on plant resistance to disease. Thus, the cultivation of winter wheat following oilseed radish and oats grown for green fodder reduced the intensity of root rot development at the beginning of the growing season to the economic threshold of harmfulness of 5 %.

Allelopathy is also a factor in reducing weed infestation, so recently much attention has been paid to the scientific search for allelopathically active crops capable of counteracting weed infestation of crops. The most effective and real use of allelopathic properties of plants in agrophytocenoses is the use of compatible crops, phytosanitary plants, intermediate and cover crops of allelopathic plants [13]. This is especially evident in cruciferous crops and their mixtures with cereals. V. Giska notes that the introduction of cruciferous plants to crop rotations gives a unique opportunity to reduce the clogging of the field with weeds during the growing season [10]. Thus, introduction of tyfon to crop rotations reduces the amount of weeds in subsequent crops by 40–50 %. Similar data were obtained from growing a mixture of oilseed radish with oats and a mixture of rye with tyfon.

Green manure and intermediate crops are important factors in reducing crop weeds on the farm. In such fields, the growth of some weeds is suppressed by shading or reduction of their reproductive function by mowing before the seeds reach maturity. It is known that the use of green manure decreases the amount of weeds in crops by 32–39 % [9].

We have found that winter rye is a good green manure for clearing the field of weeds. Thus, in the field where maize was sown after rye disking, the number of weed seedlings during maize germination reached 0,7 plants per 1 m<sup>2</sup>, while the economic threshold of annual weed infestation in this phase of maize development is 5–10 plants per 1 m<sup>2</sup>.

According to D. Rakhmetov, the number of weeds after growing winter and spring rapeseeds decreased by 60.2 % and 51.3 % respectively compared to autumn plowing.

Weeds pose the greatest threat to row crops. That's why the only precursor to them on the farm is winter wheat which is grown after occupied fields, green manure or perennial grasses that are the best precursors for this crop in terms of nutrition and low degree of weed infestation.

According to M. S. Korniychuk [13], timely and high-quality application of agrotechnical measures for 4–5 years, in terms of their full interaction, allows to reduce the species diversity and number of populations of pests and pathogens to the threshold and eliminates the need for chemicals. These studies became the basis of the principles of ecologization of agriculture which stimulated the development of organic farming.

The results of the research showed a higher level of weed infestation in organic farming compared to intensive farming. Therefore, the strategy of weed control on the verge of economic thresholds of weed infestation at PE "Agroecology" is based on agronomic measures that are elements of technologies for growing field crops.

With the alternation of different crops in crop rotations, weed control measures consist of biological suppression through the use of different biotypes of cultivated plants. Thus, sowing of winter rye, triticale, oats, buckwheat, oat mixture and a mixture of oats with oilseed radish, winter wheat, a mixture of triticale or rye with tyfon, and perennial grasses is a significant means of reducing weeds in the fields of this establishment. These crops dominate in crop rotations at the farm. In general, the share of continuous crops that are most suppressed by weeds reaches 80 % in organic farming, while this figure does not exceed 20 % in intensive agriculture.

A positive trend of clearing the soil of weeds is created by fodder crops, most of which are harvested for green fodder in the phases of oblique maturity. At the same time weeds are destroyed, not having time to form seeds.

Tillage techniques are also quite effective for control of the number of weeds in crops. Thus, high-quality shallow tillage, the main and only approach at the farm, creates a well-leveled, provided with moisture and weed-free topsoil. During sowing, the seeds are placed to the required depth on a solid bed. The seeds grow together and young plants begin to grow rapidly which increases their resistance to damage by pests and diseases, and increases their competitiveness against weeds.

Stubble husking is effective in weed control especially if the grain is harvested with simultaneous grinding and scattering of straw in the field. If the straw remains in the field for baling, then "Agroecology" carries out tape peeling of stubble between rolls. Early peeling retains moisture in the soil and creates conditions for the germination of weeds, which are destroyed by a cultivator with flat-cutting working bodies "Skorpion" before the generative organs are formed. In the spring, when the soil is physically ripe, cultivation is carried out to a depth of 3–5 cm or 6–8 cm for maize. This technique is not used before sowing sunflowers.

Crops are rolled with ring-spur rollers. It promotes better weed germination and minimizes plant loss during post-emergence harrowing, which reduces the damage to seedlings by phytopathogenic microflora [15].

Pre-emergence harrowing is carried out when the majority of weeds are in the phase of "white thread". This allows for the destruction of up to 90–95 % of weeds. The efficiency of harrowing of seedlings in the phase of 1–2 leaves on a plant is 65–75 % and only 15–20 % in the phase of 3–5 leaves and more.

The first inter-row tillage is carried out with a cultivator with pointed paws to a depth of 6–8 cm. The second inter-row tillage is carried out after 12–15 days with cultivators with paws-dumps to a depth of 4–6 cm. This provides for coverage of weed seedlings in rows.

In the case of the emergence of amaranth seedlings in maize crops, the second inter-row cultivation is not carried out. The presence of amaranth improves the quality of silage enriching it with protein. It was found that the green mass of maize for silage contains 3.5 % of crude protein in the milk-wax phase of grain ripening and 11.7 % in the green mass of amaranth in this period. Accordingly, the amount of crude protein in the silage is 4.9–5.1 %.

In order to maximally clear the fields of weeds, sowing of corn for grain on the farm is carried out at the end of the optimal period.

At the private enterprise "Agroecology", a mixture of vetch with oats for haylage or hay is used in the fields littered with perennial weeds. After harvesting the mixture, the stubble is disked and the field is treated with a flat-cut cultivator a week and a half later. In 5–7 days it is cultivated again. The purpose of these measures is to deplete the rhizomes of perennial weeds.

When growing buckwheat, taking into account its late sowing dates, it is possible to carry out two or three field treatments with harrows with segments for weeding sprouts of plants, followed by pre-sowing cultivation.

After many years of shallow tillage, the surface of the fields is covered with mulch that reduces the number of annual weeds.

Improving the phytosanitary conditions of crops is facilitated by carrying out technological measures in optimal agro-technical terms. In our production experiments, there were almost no signs of damage to the

---

seedlings by the larvae of the Swedish fly due to the intensive growth of corn seedlings.

Due to climate change and the extension of the warm period and in order to avoid mass damage to seedlings by cereal flies, cicadas, aphids and overgrowth of plants on the farm, the optimal sowing dates for winter wheat were moved to September 15–25. The number of puparia of the Swedish fly did not exceed 1.5–2.0 % of inhabited stems with a threshold of 6–10 %. Damage to plants by common and fusarium root rot was 0.7 % with a threshold of 5 %.

At the same time, it should be noted that the system of agriculture implemented in the farm cannot exclude damage to crops by polyphagous or actively migrating pests whose increasing numbers are determined by climatic factors.

Thus, there was an outbreak of meadow butterflies in 2013. They fed on crops of perennial legumes (sainfoin) which caused a significant destruction of the leaf surface of the crop that grew after the first mowing. Observations showed that the vegetative mass began to grow only in September–October, its growth continued and the optimal plant density was formed in the spring.

Most fodder crops are harvested during the period of mowing maturity when the weeds present in the crop do not have time to form generative organs; thus, the number of seeds in the soil, as a rule, does not increase. This is confirmed by analyzes of the number of seeds in fresh manure. So, previously we established the presence of approximately 200.000 weed seeds in one ton of the inspected manure. If such organic matter is used, approximately 70.000 to 142.800 weed seeds are supplied for each hectare. It should be noted that manure is considered to have satisfactory purity if it contains less than 100.000 weed seeds per one ton. This is achieved by storing it in burts in a dense “hot” way for at least a year.

The experience of “Agroecology” shows that the greatest return of manure can be obtained by applying it in the spring after the first mowing of perennial grasses (medick and sainfoin). After scattering the organic matter, the field is first treated with light disc harrows to mix the manure with the soil. Perennial grasses will grow within 2–3 weeks. All processes of reproduction of soil fertility are activated under their protective cover.

Other weed control measures include mowing wild vegetation on pastures, roadsides and uncultivated land to prevent weed seeds from spreading to fields. The effectiveness of the measure depends on the phase of weed development. Therefore, annual plants are mowed before flowering and perennials are mowed between the appearance of a rosette of leaves and flowering (with the smallest reserves of nutrients in plants).

The phytosanitary role of modern machines and mechanisms used in organic farming remains significant.

### Conclusions

Optimization of phytosanitary conditions of crops in organic farming is based on taking into account the economic thresholds of pests, diseases and weeds, and the peculiarities of the technologies inherent in this system. It has been proven that the introduction of sufficient amounts of organic fertilizers and cultivation of perennial legumes and green manure crops at the private enterprise “Agroecology” provides optimal nutrition for crops that increases their competitiveness with weeds and resistance to damage by certain pests and diseases. Widespread use of the principles of agro-phytocenology based on the expansion of species and varietal composition of cultivated plants, lack of pesticides and adherence to the principles of poly-culture contribute to the increase in efficiency of natural entomophagous and fungistasis biocenosis, which in turn allows to control pests on the farm. It has been proven that the reduction of weed infestation at “Agroecology” is associated with compliance to regulations of technological measures provided for organic farming (long-term shallow tillage, use of green manure, harvesting some crops for green fodder, silage, haylage or hay in the phase of moving maturity).

*Prospects for further research* are to study the economic feasibility of using biological plant protection products in organic farming. It is important to continue the study of the impact of agronomic techniques on the phytosanitary conditions of agrocenoses.

### References

1. Antonets, S. S., Pysarenko, V. M., Lukianenko, G. V., & Pysarenko, V. V. (2014). Ekologicheskiye usloviya formirovaniya fitosanitarnogo sostoyaniya posevov selskokhozyaystvennykh kultur pri organicheskom zemledelii. *Zerno*, 12 (105), 52–60 [In Ukrainian].
2. Bovban, K. Y. (2009). *Zelenoe udobrenye v sovremennom zemledelyi*. Mynsk: Belarus. nauka [In Russian].
3. Chornobrivenko, S. I. (1956). *Biologicheskaya rol rastitelnih vyideleniy i mezhvidovyye vzaimoot-*

*noshenie v smeshannyih posevah*. Moskva: Sovnauka [In Russian].

4. Dehodiuk, E. H., Vitvitska, O. I., & Dehodiuk, T. S. (2014). Suchasni pidkhody do optymizatsii mineralnogo zhyvlennia roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1-2, 33–39 [In Ukrainian].

5. Fedorov, M. M., Khodakivska, O. V., & Korchynska, S. H. (2011). *Rozvytok orhanichnogo vyrobnytstva*. Kyiv: NNTs IAE [In Ukrainian].

6. Furdychko, O. I. (2014). *Ahroekolohiia: monohrafiia*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

7. Furdychko, O. I. (2014). *Ekolohichni osnovy zbalansovanoho rozvytku ahrosfery v konteksti yevropeiskoi intehratsii Ukrainy: monohrafiia*. Kyiv: DIA [In Ukrainian].

8. Furdychko, O. I., & Artiushok, K. A. (2013). Suchasni teoretychni pidkhody do otsinky pryrodnykh resursiv. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 4, 5–9 [In Ukrainian].

9. Furman, V. M., Oliinyk, O. O., Solodka, G. M., & Vavrynychuk, M. A. (2014). Ocinka alelopatychnogo vplyvu na rist i rozvytok ozymoyi pshehenci. *Tezy mizhnarodnoyi nauково-praktychnoyi konferenciyi prysvyachenoyi 90-richnomu yuvileyu doktora silskogospodarskykh nauk Merynca Vasylia Dmytrovycha (14 sichnya 2014 r.)*. Poltava: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian].

10. Giska, V. (2011). Ekonomichnyy tyfon. *The Ukrainian Farmer*, 8, 52–53 [In Ukrainian].

11. Grodzinskiy, A. M., Bogdan, G. P., & Golovko, E. A. (1979). *Allelopaticheskie pochvoutomlenie*. Kiev: Naukova dumka [In Russian].

12. Kamenskyi, V. F., Hadzalo, Ya. M., Saiko, V. F., & Korniiichuk, M. S. (2015). *Zemlerobstvo XXI stolittia – problemy ta shliakhy vyvchennia*. Kyiv: VP «Edelveis» [In Ukrainian].

13. Kornijchuk, M. S. (1999). Stijkist novyx sortiv do korenevoyi gnyli v umovax pivnichnoyi chastyny lisostepu Ukrayiny. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].

14. Omeliuty, V. P. (Red.). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].

15. Polevoy, V., Derkach, N., & Shevchuk, O. (2014). Doroga k pribyli ustlana solomoy. *Zerno*, 1 (94), 134–141 [In Ukrainian].

16. Pospelov, S., Pospelova, A., Kovalenko, N., Sherstiuk, E., & Zdor, V. (2020). Biocontrol of mycoflora of winter wheat seeds. *E3S Web of Conferences*, 176, 03001. doi: 10.1051/e3sconf/202017603001.

17. Prymak, I. D., Manko, Yu. P., Ridei, N. M., Mazur, V. A., Horshchar, V. I., Konoplov, O. V., Palamarchuk, S. P., & Prymak, O. I. (2010). *Ekolohichni problemy zemlerobstva*. Kyiv: Tsentр uchbovoi literatury [In Ukrainian].

18. Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, G. D., Pishhalenko, M. A., Sherstyuk, O. L. (2020). Agroekologiya – osnova zemlerobstva. *The 11th International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science” (July 8-10, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada* [In Ukrainian].

19. Pysarenko, V. M., Pishhalenko, M. A., Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., & Sherstyuk O. L. Vplyv organichnogo zemlerobstva na dynamiku populacij shkidlyvykh organizmiv. *Zbirnyk naukovykh prac nauково-praktychnoyi konferenciyi profesorsko-vykladaczskogo skladu Poltavskoyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi za pidsumkamy nauково-doslidnoyi roboty v 2019 roci (m. Poltava, 22-23 kvitnya 2020 roku)*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].

20. Raxmetov, D. B., & Gorobecz, S. O. (2000). Alelopatychna rol alternatyvnykh syderalnykh kultur u funkcionuvanni agrofytocenoziv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 10, 22–24 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 18.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Горб О. О., Піщаленко М. А., Нечипоренко Н. І., Шерстюк О. Л. Технологічні прийоми органічного землеробства як основа регулювання розвитку шкідливих організмів. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 46–53.

© Писаренко Віктор Микитович, Коваленко Ніпель Павлівна, Поспелова Ганна Дмитрівна, Горб Олег Олександрович, Піщаленко Марина Анатоліївна, Нечипоренко Наталія Іванівна, Шерстюк Олена Леонідівна, 2020




original article | UDC 631.816.11.12:633.11 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.06

## THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON WATER CONSUMPTION AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

V. V. Hanhur<sup>1</sup> \*

ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

A. A. Kocherha<sup>1</sup>

ORCID  [0000-0002-2076-4230](https://orcid.org/0000-0002-2076-4230)

O. S. Pypko<sup>1</sup>

Y. I. Kabak<sup>1</sup>

O. I. Len<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36000, Ukraine

<sup>2</sup> Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavylov of the 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: volodimirgangur@gmail.com

### How to Cite

Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., Kabak, Y. I., & Len, O. I. (2020). The influence of mineral fertilizers on water consumption and productivity of winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 54–60. doi: 10.31210/visnyk2020.03.06

The priority task of the agro-industrial complex of Ukraine is increasing the manufacturing of grain products with improved quality indicators for ensuring food security of the state and exports to foreign markets. The decisive role in solving this problem belongs to winter wheat (*Triticum aestivum* L.), as a leading food grain crop. The aim of the research was to determine the effect of different rates of mineral fertilizers, differentiated application of nitrogen on water consumption of winter wheat plantings and the level of grain productivity. During the research the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field, and statistical. The results of the conducted studies show that different doses of mineral fertilizers and differentiated nitrogen application, as a significant factor influencing the activity of growth processes, led to an increase in tillering rate by 14.6–34.7 %, plant height 2.9–8.7 %, the number of grains in the spike by 1.8–10.1 %, as compared with the variant without fertilization. It has been found that mineral fertilizers increase the effectiveness of using available soil moisture for the formation of winter wheat yield, in particular, total water consumption made 539–579 m<sup>3</sup>/t, which was 46–86 m<sup>3</sup>/t or 7.4–13.8 % less than in the control. The tendency was registered for more rational using moisture to form a yield unit of the main product in case of transferring part of nitrogen from basic application to early spring fertilization. It has been found that due to applying mineral fertilizers in the technology of winter wheat cultivation, a significant increase in grain yield is achieved in comparison with the variant without fertilizers. The value of additional wheat grain yield on experimental plots was 0.45–0.92 t/ha or 8.8–17.7 % relative to the control. The best conditions of mineral fertilization, which ensured the maximum winter wheat yield of 6.11 t/ha were registered under applying fertilizers at the rate of N<sub>80</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>30</sub>. A steady tendency to increasing winter wheat productivity under applying fertilizers' mineral nitrogen in different periods was observed.

**Key words:** soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.), mineral fertilization, crop protection, water consumption, available moisture, yield.

**ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

*В. В. Гангур*<sup>1</sup>, *А. А. Кочерга*<sup>1</sup>, *О. С. Пупко*<sup>1</sup>, *Ю. І. Кабак*<sup>1</sup>, *О. І. Лень*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

<sup>2</sup> Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

*Визначальна роль у збільшенні обсягів виробництва продовольчого зерна належить пшениці озимій (*Triticum aestivum* L.). Метою досліджень було з'ясувати вплив різних норм мінеральних добрив, диференційованого застосування азоту на водоспоживання посівів пшениці озимої та рівень зернової продуктивності. Під час проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати досліджень свідчать, що різні дози мінеральних добрив та диференційоване використання азоту як вагомих чинників впливу на активність ростових процесів зумовили зростання коефіцієнта куціння на 14,6–34,7 %, висоти рослин 2,9–8,7 %, кількості зернин у колосі на 1,8–10,1 % порівняно з варіантом без внесення добрив. Встановлено, що мінеральні добрива підвищують ефективність використання доступної вологи ґрунту на формування врожаю пшениці озимої, зокрема сумарне водоспоживання становило 539–579 м<sup>3</sup>/т, що на 46–86 м<sup>3</sup>/т або 7,4–13,8 % менше, ніж у контролі. Відзначено тенденцію щодо більш раціонального використання вологи на утворення одиниці врожаю основної продукції за умови перенесення частини азоту із основного внесення в ранньовесняне підживлення. Виявлено, що за рахунок використання мінеральних добрив у технології вирощування пшениці озимої досягається істотне підвищення урожайності зерна культури порівняно з варіантом без добрив. Величина додаткового врожаю зерна пшениці на експериментальних ділянках по відношенню до контролю становила 0,45–0,92 т/га або 8,8–17,7 %. Найкращі умови мінерального живлення, які забезпечили максимальну урожайність пшениці озимої 6,11 т/га, формувалися за умови внесення добрив у нормі N<sub>80</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub>+N<sub>30</sub>. Відзначено стійку тенденцію щодо підвищення продуктивності посівів пшениці озимої за умови різночасного використання мінерального азоту добрив.*

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.), мінеральне живлення, захист посівів, водоспоживання, доступна волога, урожайність.

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

*В. В. Гангур*<sup>1</sup>, *А. А. Кочерга*<sup>1</sup>, *А. С. Пупко*<sup>1</sup>, *Ю. И. Кабак*<sup>1</sup>, *А. И. Лень*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

<sup>2</sup> Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция имени Н. И. Вавилова Института свиноводства и АПП НААН, г. Полтава, Украина

*Результаты исследований Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции имени Н. И. Вавилова свидетельствуют, что минеральные удобрения повышают эффективность использования доступной влаги почвы на формирование урожая озимой пшеницы, в частности суммарное водопотребление составило 539–579 м<sup>3</sup>/т, что на 46–86 м<sup>3</sup>/т или 7,4–13,8 % меньше, чем на контроле. Лучшие условия минерального питания, которые обеспечили максимальную урожайность озимой пшеницы 6,11 т/га, формировались при внесении удобрений в норме N<sub>80</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>30</sub>.*

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая (*Triticum aestivum* L.), минеральное питание, защита посевов, водопотребление, доступная влага, урожайность.

**Вступ**

У сучасних умовах серед важливих напрямів агропромислового комплексу України є стабілізація і нарощування виробництва зернової продукції та поліпшення її якісних показників, яке забезпечить продовольчу безпеку держави та підвищить її роль на світовому ринку експортерів зерна. Важливе значення у розв'язанні цього завдання належить зростанню продуктивності посівів пшениці озимої як основної зернової культури країни [1, 2].

Оптимізація систем удобрення є не тільки важливим прийомом підвищення продуктивності польових культур, але й зниження собівартості врожаю, забезпечення його нормативної якості, зменшення залежності від несприятливих погодно-кліматичних чинників [3–5].

Дослідження ряду науковців свідчать про істотний вплив рівня забезпечення рослин культури елементами мінерального живлення впродовж періоду вегетації на підвищення врожайності та покращення якості зерна пшениці озимої в умовах зони Лісостепу [6–10].

Дослідження, проведені в південній частині України, свідчать, що внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}$  під передпосівну культивування та обприскування посівів на час відновлення весняної вегетації та у фазу виходу рослин у трубку препаратами Ескорт-біо та Органік Д<sub>2</sub> забезпечує найбільш оптимальні умови для росту і розвитку рослин та формування елементів структури врожаю та продуктивності пшениці озимої [11, 12].

У Південному Степу України спостерігали, що азотні добрива, внесені прикореневим способом у фазу початок виходу у трубку, максимально підвищували урожайність пшениці озимої як порівняно з контролем, так і відносно до фонового внесення фосфорно-калійних добрив. Також відзначено збільшення вмісту білка і скловидності зерна [13].

Дослідження, одержані на дослідному полі Миколаївського НАУ впродовж 2011–2016 рр., дали змогу виявити високу ефективність як мінеральних добрив, так і застосування Біодеструктора стерні за умови вирощування пшениці озимої після ячменю ярого та гороху [14].

У північній частині Степу України на Синельниківській селекційно-дослідній станції Інституту зернового господарства встановлено, що найбільш ефективною нормою мінеральних добрив під пшеницю озиму за розміщення її в сівозміні після гороху є  $N_{90}P_{60}K_{60}$  у передпосівну культивування +  $N_{30}$  у позакореневе підживлення, а після соняшнику –  $N_{90}P_{60}K_{60}$  у передпосівну культивування +  $N_{30}$  рано навесні +  $N_{30}$  у фазі виходу у трубку [15].

Отже, проведений аналіз літературних джерел свідчить про актуальність проведення досліджень з вивчення ефективності добрив за умови вирощування пшениці озимої у зв'язку зі щорічним оновленням сортових ресурсів, погіршенням складу попередників та необхідністю збільшення виробництва продовольчого зерна, зважаючи на динамічні зміни клімату.

*Мета досліджень* – з'ясувати вплив різних доз мінеральних добрив на водоспоживання посівів пшениці озимої та її продуктивність.

*Завдання дослідження:* вивчити вплив різних доз мінеральних добрив на використання вологи посівами пшениці озимої; дослідити вплив мінеральних добрив на урожайність зерна пшениці озимої.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2016–2019 рр., на базі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН.

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

Повна схема досліду приведена в таблиці 1. Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки дорівнювала 120 м<sup>2</sup>, облікова – 80 м<sup>2</sup>. Загалом технологія вирощування пшениці озимої була загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу України, окрім елементів, що вивчали. В досліді висівали сорт пшениці озимої Нива одеська, а попередником культури була соя.

Для розв'язання поставлених завдань був проведений комплекс спостережень, обліків і аналізів. Вологість ґрунту визначали ваговим методом на початку відновлення вегетації навесні і на час збирання. Сумарні витрати вологи та коефіцієнт водоспоживання культури визначали методом спрощеного водного балансу [16].

Облік урожайності проводили на кожній ділянці методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500, з подальшим зважуванням, визначенням вологості зерна, чистоти.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що різні дози застосування мінеральних добрив як фактор управління перебігом продукційних процесів у технології вирощування, позитивно впливали на елементи структури врожаю пшениці озимої (табл. 1).

#### 1. Структурний аналіз снопових зразків пшениці озимої, середнє за 2016–2019 рр.

Варіанти удобрення	Кількість рослин, шт./м <sup>2</sup>	Коефіцієнт кущіння	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Кількість зернин у колосі, шт.
Без добрив	289,4	1,44	66,3	6,9	33,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	292,1	1,78	71,7	7,2	35,3
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +N <sub>30</sub>	286,3	1,91	72,5	7,3	36,2
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	288,2	1,65	69,1	7,1	34,3
N <sub>110</sub> P <sub>90</sub> K <sub>50</sub>	285,6	1,85	72,8	7,4	36,5
N <sub>80</sub> P <sub>90</sub> K <sub>50</sub> +N <sub>30</sub>	287,1	1,94	73,3	7,5	37,1
N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>25</sub>	283,5	1,72	70,6	7,3	35,0

Внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> під основний обробіток ґрунту зумовило зростання коефіцієнта кущіння порівняно з контролем на 0,34 одиниці або на 23,6 %. У варіанті з аналогічною нормою мінеральних добрив за умови перенесення частини азоту, зокрема N<sub>30</sub> із основного внесення в ранньовесняне підживлення поверхневим способом, відзначено збільшення коефіцієнта кущіння на 32,6 % відносно контролю і на 7,2 % порівняно з попереднім варіантом удобрення. У разі зменшення вищенаведеної норми добрив на 50 % спостерігали зниження кількості продуктивних стебел у посіві пшениці озимої на 44,5 шт./м<sup>2</sup> або 8,6 %. Внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>110</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub>, розрахованої на винос запланованим врожаєм (5,0 т/га), сприяло інтенсифікації ростових процесів, і відповідно, формуванню більшої кількості продуктивних пагонів. За умови такого варіанта удобрення відзначено збільшення коефіцієнта кущіння рослин пшениці озимої на 28,5 % порівняно з контролем і на 3,9 % відносно загальноприйнятої для регіону норми (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>). Диференційоване застосування азоту, а саме використання частини норми для ранньовесняного підживлення по мерзлоталому ґрунту виявилось більш ефективним за впливом на процес кущіння рослин, ніж внесення всієї дози під основний обробіток ґрунту. За таких умов відбулося підвищення коефіцієнта кущіння на 4,7 %. Внесення половинної норми мінеральних добрив призвело до зменшення числа продуктивних стебел на 11,3 %.

Мінеральні добрива як чинник інтенсифікації ростових процесів сприяли підвищенню показника лінійного росту рослин пшениці озимої. Результати досліджень свідчать, що за умови внесення різних норм мінеральних добрив і диференційованого використання азоту висота рослин пшениці збільшилася на 2,8–7,0 см або 4,2–10,6 % порівняно з варіантом без добрив. Максимальне значення цього показника одержано за умови внесення N<sub>80</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub>+N<sub>30</sub>. У досліді також спостерігається тенденція до збільшення висоти рослин культури у разі перенесення частини азоту в підживлення по мерзлоталому ґрунту.

Використання мінеральних добрив у технології вирощування пшениці озимої також позитивно позначилося і на довжині колоса. В досліді у варіантах із внесенням мінеральних добрив спостерігали збільшення довжини колоса на 0,2–0,6 см або 2,9–8,7 %, порівняно з контролем. Варто зазначити, що між мінімальною і максимальною нормами використання добрив різниця за цим показником становить 0,4 см або 5,6 %.

Результати досліджень свідчать, що внесення різних норм мінеральних добрив позитивно впливало на озерненість колоса пшениці озимої. Так, залежно від норми застосування добрив кількість зернин у колосі збільшилася щодо контролю на 0,6–3,4 шт., або 1,8–10,1 %. У досліді відзначено, що за умови внесення половинних норм мінеральних добрив формувалася закономірно менша кількість зернин у колосі порівняно з повною нормою, але водночас цей показник перевищував контроль на 1,8–3,9 %.

У зоні Лівобережного Лісостепу України серед найбільш важливих чинників досягнення високих та сталих урожаїв сільськогосподарських культур, зокрема і пшениці озимої, є нагромадження і ефективне використання вологи. Негативний вплив дефіциту доступної вологи у ґрунті не обмежується

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

лише гальмуванням росту і розвитку культури, але й значно знижує ефективність агротехнічних прийомів інтенсифікації технології вирощування [17].

Проведені дослідження доводять, що використання мінеральних добрив у технології вирощування пшениці озимої забезпечує більш ефективне використання доступної вологи ґрунту на формування одиниці врожаю культури (табл. 2). У разі внесення різних норм мінеральних добрив сумарне водоспоживання становило 539–579 м<sup>3</sup>/т, що на 46–86 м<sup>3</sup>/т або 7,4–13,8 % менше, ніж у варіанті без використання добрив. Потрібно зазначити, що найменші сумарні витрати вологи з ґрунту 539 м<sup>3</sup>/т були за умови внесення до основного удобрення N<sub>80</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub> плюс N<sub>30</sub> у ранньовесняне підживлення по мерзлоталому ґрунту. Результати досліджень також свідчать про більш раціональне використання вологи на формування одиниці врожаю основної продукції у разі перенесення частини азоту з основного внесення у підживлення рано навесні.

### 2. Водоспоживання та урожайність пшениці озимої залежно від норми та способів внесення мінеральних добрив, середнє за 2016–2019 рр.

Варіанти удобрення	Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм		Загальні витрати вологи за вегетаційний період, мм	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /т	Урожайність, т/га
	на час відновлення вегетації	на час збирання			
Без добрив	134,2	68,5	324,7	625	5,19
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	135,3	66,3	328,0	569	5,76
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +N <sub>30</sub>	134,7	65,4	328,3	559	5,87
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	134,6	66,8	326,8	579	5,64
N <sub>110</sub> P <sub>90</sub> K <sub>50</sub>	135,4	65,5	328,9	551	5,97
N <sub>80</sub> P <sub>90</sub> K <sub>50</sub> +N <sub>30</sub>	135,5	65,2	329,3	539	6,11
N <sub>55</sub> P <sub>45</sub> K <sub>25</sub>	134,6	66,3	327,3	566	5,78
НП <sub>0,95</sub>	5,4	3,8	–	–	0,38

Узагальнюючим показником ефективності того чи того агротехнічного заходу в технології вирощування сільськогосподарських культур є досягнутий рівень продуктивності. Результати досліджень свідчать, що внесення мінеральних добрив забезпечує істотне підвищення урожайності зерна пшениці озимої порівняно з варіантом без добрив (табл. 2). Приріст урожайності на експериментальних варіантах відносно контролю становив 0,45–0,92 т/га або 8,8–17,7 %. Максимальну реалізацію біологічного потенціалу продуктивності культури відзначено у разі внесення найбільшої кількості мінеральних добрив, зокрема N<sub>80</sub>P<sub>90</sub>K<sub>50</sub>+N<sub>30</sub>. Результати польового експерименту також вказують на стійку тенденцію щодо підвищення урожайності зерна пшениці озимої за умови поєднання двох способів внесення мінерального азоту добрив – під основний обробіток ґрунту та ранньовесняне підживлення.

Отже, на підставі одержаних результатів досліджень встановлено важливу роль використання мінеральних добрив у регулюванні водоспоживання посівами пшениці озимої та управлінні формуванням структурних елементів і загалом продуктивності культури.

Результати досліджень, одержані в різних ґрунтово-кліматичних умовах, також свідчать про позитивне значення мінеральних добрив у зменшенні випаровування рослинами вологи і втрати її з ґрунту. За даними досліджень, на формування 1 тонни зерна озимої пшениці у варіанті без добрив витрачалося 122,8 т води, а при їх внесенні – лише 60,4 т, тобто вдвічі менше [18, 19].

Підвищення урожайності пшениці озимої в результаті застосування добрив відзначено за результатами досліджень в умовах Правобережного Лісостепу, яке за умови мінеральної системи удобрення становило 31–71 %, органічної – 26–60 %, органо-мінеральної – 35–73 % [20]. Результати досліджень ДУ Інституту сільського господарства степової зони свідчать, що найвищу урожайність (5,25 т/га) від використання азотних добрив забезпечило внесення з осені N<sub>60</sub> (КАС) P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> з подальшим позакореневим підживленням КАС у фазі кушіння навесні [21].

### Висновок

Отже, дослідження підтверджують тенденцію до більш економного витрачання доступної вологи

грунту на утворення врожаю основної і побічної продукції пшениці озимої за умови використання добрив. Формування найвищої врожайності зерна 6,11 т/га забезпечило внесення  $N_{80}P_{90}K_{50}$  під основний обробіток ґрунту плюс підживлення  $N_{30}$  по мерзлоталому ґрунту поверхневим способом.

*Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі.* Перспектива подальших досліджень полягає в інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої шляхом застосування мікродобрив, мікробіологічних препаратів, стимуляторів росту рослин нового покоління, що дасть змогу суттєво підвищити зернову продуктивність культури та збільшити валове виробництво зерна в умовах Лівобережного Лісостепу України.

### References

1. Oliinyk, K. M., Blazhevych, L. Iu., & Buslaieva N. H. (2018). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannya na urozhainist pshenytsi ozymoi v pivnichnomu Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTs «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 1, 15–22 [In Ukrainian].
2. Marenych, M. M. (2019). Efektyvnist sposobiv zastosuvannya huminovykh stymuliatoriv v tekhnolohii vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 26–34. doi: 10.31210/visnyk2019.03.03 [In Ukrainian].
3. Nosko, B. S., Medvediev, V. V., Nepochatov, O. P., & Skorokhod, V. \ I. (2000). Rol dobryv u pidvyshchenni efektyvnosti zemlerobstva v posushlyvykh umovakh. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 11–15 [In Ukrainian].
4. Shakalyi, S. N. (2015). Vlyianyе myneralnoho udobrenyia na kachestvo zerna pshenytsy miakhkoi ozymoi. *Vestnyk Kurhanskoї Hosudarstvennoi Selskokhoziaistvennoi Akademii*, 1, 40–43 [In Russian].
5. Hanhur, V. V., Pavliuk, O. O., & Marenych, M. M. (2008). Efektyvnist faktoriv intensyfikatsii v tekhnolohii vyroshchuvannya ozymoi pshenytsi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 43–46 [In Ukrainian].
6. Lisovyi, M. V., Shymel, V. V., & Nikonenko, V. M. (2019). Efektyvnist mineralnykh dobryv pid pshenytsiu ozymu na chornozemi typovomu Lisostepu livoberezhnoho vysokoho. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5 (794), 16–21. doi: 10.31073/agrovisnyk201905-01 [In Ukrainian].
7. Kononiuk, L. M., & Dmytrenko, O. V. (2007). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannya na vrozhaїnist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v Pivnichnomu Lisostepu. *Zbirnyk naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru «Instytut Zemlerobstva UAAN»*, 2, 52–57 [In Ukrainian].
8. Onychko, T. O., & Trotsenko, V. I. (2013). Efektyvnist tekhnolohii vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi v umovakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 3, 179–181 [In Ukrainian].
9. Pikovska, O. V., & Vitvitska, O. I. (2016). Vplyv zastosuvannya solomy na pokaznyky rodiuchosti chornozemu typovoho. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 235, 160–166 [In Ukrainian].
10. Oliinyk, K. M., Blazhevych, L. Iu., & Buslaieva, N. H. (2018). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannya na urozhainist pshenytsi ozymoi v pivnichnomu Lisostepu. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1, 15–22 [In Ukrainian].
11. Hamaiunova, V. V., Panfilova, A. V., & Averchev, O. V. (2018). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriyskiy Naukovyi Visnyk*, 103, 16–22 [In Ukrainian].
12. Panfilova, A. V., & Hamaiunova, V. V. (2018). Formuvannya nadzemnoi masy sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 22 (1), 332–339 [In Ukrainian].
13. Kryvenko, A. I. (2018). Optymizatsiia norm i terminiv pidzhyvlennia pshenytsi ozymoi azotnymy dobryvamy u Pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 4, 55–61. doi: 0.31521/2313-092X/2018-4(100)-8 [In Ukrainian].
14. Panfilova, A. V., Hamaiunova, V. V., Drobitko A. V. (2019). Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezno vid poperednyka ta biodestruktora sterni. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 18–25. doi: 10.31210/visnyk2019.03.02 [In Ukrainian].
15. Sereda, I. I. (2009). Vplyv poperednykiv i mineralnykh dobryv na vmist volohy v hrunti ta produktyvnist ozymoi pshenytsi. *Biuletен Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 36, 32–35 [In Ukrainian].

16. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [In Ukrainian].
17. Litvinov, D. V. (2007). Dynamika produktyvnoi volohy v grunti za vyroshchuvannya zernovykh kolosovykh kultur. *Zbirnyk Naukovykh Prats Nnts «Instytut Zemlerobstva UAAN»*, 3–4, 34–38 [In Ukrainian].
18. Blyaherova, P. M., Zabaznyj, P. A., & Pruckova, M. G. (1973). *Pshenica*. 2-e yzdanye, pererabotannoe y dopolnennoe. Moskva: Kolos [In Russian].
19. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Dynamika produktyvnoi volohy v hrunti za vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi v sivozminakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 11–14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01 [In Ukrainian].
20. Hospodarenko, H. M., & Chernob, O. D. (2016). Yakist zerna pshenytsi ozymoi za tryvaloho zastosuvannya dobryv u polovii sivozmini. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 11–15 [In Ukrainian].
21. Zheliazkov, O. I. (2015). Efektyvnist zastosuvannya azotnykh dobryv pry vyroshchuvanni pshenytsi ozymoi v umovakh Pivnichnoho Stepu. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 (47), 1, 156–162 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Кочерга А. А., Пупко О. С., Кабак Ю. І., Лень О. І. Вплив мінеральних добрив на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 54–60.

© Гангур Володимир Васильович, Кочерга Анатолій Андрійович, Пупко Олександр Сергійович, Кабак Юрій Іванович, Лень Олександр Іванович, 2020



original article | UDC 633.11:631.582:631.8:631.51 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.07

## WINTER WHEAT YIELD CAPACITY IN SHORT-ROTATION ROW CROP SUCCESSION DEPENDING ON FERTILIZATION AND BASIC SOIL TILLAGE

S. V. Filonenko<sup>1</sup> \*

ORCID  [0000-0001-8360-8852](https://orcid.org/0000-0001-8360-8852)

M. V. Tyshchenko<sup>2</sup>

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody, str., Poltava, 36003, Ukraine  
 Veselyi Podil State Selection Station of the Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Seleccioneriv str., village of Veremiivka, Semenivka district, Poltava region

\*Corresponding author

E-mail: [sergii.filonenko@pdaa.edu.ua](mailto:sergii.filonenko@pdaa.edu.ua)

### How to Cite

Filonenko, S. V., & Tyshchenko, M. V. (2020). Winter wheat yield capacity in short-rotation row crop succession depending on fertilization and basic soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 61–69. doi: 10.31210/visnyk2020.03.07

Using optimal fertilization system and conducting rational basic soil tillage under all rotation crops favor winter wheat yield increase. However, there are not enough experimental data concerning the effect of fertilization and practices of soil cultivation on winter wheat grain productivity in the zone of insufficient moistening. So, these are the topicality and practical importance of the present studies, the aim of which is establishing the impact of basic soil cultivation systems on winter wheat yields under organic and mineral fertilization systems in short-rotation row crop succession. The task of the research was to identify the influence of different techniques of basic soil tillage on grain productivity of winter wheat; study the effect of various fertilization systems used during cultivating crops in short-rotation row crop succession, the output of winter wheat grain; investigate and analyze winter wheat grain productivity under complex effect of preceding crops on it, and also fertilization and soil tillage methods. Corresponding field experiments were conducted in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, in particular, during permanent experiment at Veselyi Podil Experimental Selection Station (in Semenivka district, Poltava region) of the Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine during 2015-2018. As a result of the studies, it has been established that in short-rotation row crop succession, 20-22 cm deep plowing under silage corn, 30-32 cm deep plowing under sugar beet, and 10-12 cm shallow soil tillage under winter wheat and spring barley applying 6.25 t of manure +  $N_{33.8}P_{33.8}K_{33.8}$  without straw and sugar beet tops per 1 ha of plow land during crop rotation resulted in the highest winter wheat grain yield – 4.61 t/ha. Plowing under all crops against a background without fertilizers, straw, sugar beet tops, and also plowing combined with applying 6.25 t of manure +  $N_{33.8}P_{33.8}K_{33.8}$  + straw + sugar beet tops per 1 ha of plow land during crop rotation ensured significant winter wheat yield increase in comparison with the variants, in which soil was plowed exclusively under row crops and shallow soil tillage was conducted under cereals (using corresponding identical fertilization systems of the variants).

**Key words:** fertilization system, row crop rotation, winter wheat, soil tillage, plowing, shallow tillage.

**УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ ПРОСАПНІЙ СІВОЗМІНІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ Й ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

*С. В. Філоненко<sup>1</sup>, М. В. Тищенко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

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

*Застосування оптимальної системи удобрення та проведення раціонального основного обробітку ґрунту під всі культури сівозміни сприяє підвищенню врожайності пшениці озимої. Проте, дослідних даних про вплив удобрення та способів обробітку ґрунту на зернову продуктивність пшениці озимої у зоні недостатнього зволоження вкрай не вистачає. В цьому і полягає актуальність та практичне значення відповідних досліджень, мета яких – виявлення впливу систем основного обробітку ґрунту на врожайність пшениці озимої за умови органічної та мінеральної систем удобрення в короткоротаційній просапній сівозміні. Завдання досліджень полягало у з'ясуванні впливу різних способів основного обробітку ґрунту на зернову продуктивність пшениці озимої; вивченні дії різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційній просапній сівозміні, на вихід зерна пшениці озимої; дослідженні та аналізі зернової продуктивності пшениці озимої за умови комплексного впливу на неї попередників, удобрення і способів обробітку ґрунту. Відповідні польові дослідження проводили у стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції (Семенівський район, Полтавська область) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України упродовж 2015–2018 рр. У результаті проведених досліджень встановлено, що у короткоротаційній просапній сівозміні урожайність пшениці озимої залежала від комплексного впливу способів основного обробітку ґрунту, що проводилися під усі сільськогосподарські культури певної ланки, і системи удобрення, що застосовувалася за всю ротацію сівозміни. Середня за чотири роки максимальна врожайність зерна пшениці озимої – 4,61 т/га – була отримана в ланці, де проводили оранку на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос і 30–32 см під цукрові буряки та поверхневий обробіток ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий за умови внесення за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>33,8</sub>K<sub>33,8</sub> без соломи і без гички.*

**Ключові слова:** система удобрення, просапна сівозміна, пшениця озима, обробіток ґрунту, оранка, поверхневий обробіток.

**УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В КОРОТКОРОТАЦИОННОМ ПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЯ И ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

*С. В. Филоненко<sup>1</sup>, Н. В. Тищенко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

<sup>2</sup> Весёлоподольская опытно-селекционная станция Института биоэнергетических культур и сахарной свёклы НААН Украины, с. Веремеевка, Полтавская область, Украина

*Изучение влияния удобрення и способов основной обработки почвы, которые применялись под сельскохозяйственные культуры короткоротационного пропашного севооборота, на зерновую продуктивность пшеницы озимой, особенно для условий зоны недостаточного увлажнения, считается вопросом очень важным и актуальным. Целью соответствующих полевых исследований, которые проводили на протяжении 2015–2018 гг. в стационарном опыте на Веселоподольской опытно-селекционной станции Института биоэнергетических культур и сахарной свёклы НААН Украины (Семеновский район, Полтавская область), было установление влияния систем основной обработки почвы на урожайность пшеницы озимой на фоне органической и минеральной систем удобрення в короткоротационном пропашном севообороте. В результате проведенных исследований установлено, что в короткоротационном пропашном севообороте урожайность пшеницы озимой зависела от комплексного влияния способов основной обработки почвы, которые проводились под все культуры соответствующего звена севооборота, и системы удобрення, которая применялась на протяжении всей ротации севооборота. Средняя за четыре года максимальная урожайность зерна пшеницы*

озимою – 4,61 т/га – была получена в звене, где проводили вспашку на глубину 20–22 см под кукурузу на силос, 30–32 см под сахарную свёклу и поверхностную обработку почвы на глубину 10–12 см под пшеницу озимую и ячмень яровой, с внесением за ротацию севооборота из расчета на 1 га пашни 6,25 т навоза +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  без соломы и без ботвы.

**Ключевые слова:** система удобрений, пропашной севооборот, пшеница озимая, обработка почвы, вспашка, поверхностная обработка.

### Вступ

Пшениця серед її дослідників вважається однією з найпоширеніших культурних рослин у світі. Кожен третій мешканець планети споживає у своєму раціоні продукти, вироблені саме з її зерна. В нашій країні пшениця вважається не тільки символом державності, але й для кожного українця – це символ добробуту родини, заможного життя й духовного багатства [21].

Величина та якість врожаю будь-якої сільськогосподарської культури, як вважає С. П. Вахній (2007), зокрема і пшениці озимої, є основою для оцінки всіх без винятку агрозаходів, що проводяться у певних ґрунтово-кліматичних умовах [6]. Для сучасних аграріїв сьогодні досить актуальною є проблема раціонального (оптимального) поєднання різних складників систем технологічного процесу вирощування культур: сівозміни, удобрення й обробітку ґрунту, які забезпечували би високі та сталі їх врожаї і сприяли стабілізації родючості ґрунту, досягненню бездефіцитного балансу основних агрохімічних показників [12, 27].

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і родючості ґрунтів, провідна роль належить раціональному використанню органічних та мінеральних добрив, підвищенню їхньої ефективності за умови різних способів основного обробітку ґрунту [8, 20]. Найбільша ефективність добрив, як відомо, досягається тоді, коли вони застосовуються з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону, біологічних особливостей культури, її попередників і структури сівозміни загалом, а також способів обробітку ґрунту [11, 29]. На чорноземах Лісостепу України в сівозмінах із цукровими буряками перевагу варто віддавати органічній та мінеральній системі удобрення, у разі використання якої створюються кращі ґрунтові умови для одержання високих урожаїв культур. У сівозмінах під зернові культури необхідно застосовувати переважно мінеральні добрива, а під просапні – комбіновані [26].

Світовий досвід застосування різних видів добрив засвідчує, що в оптимальних умовах їх частка у формуванні загального приросту врожаю сільськогосподарських культур становить близько 50%, але в Україні, на жаль, вона не перевищує 35 % [10, 30]. У своїх дослідках Л. А. Барштейн, В. М. Якименко та І. С. Шкаредний (1997) довели, що під впливом добрив значно підвищується врожайність усіх сільськогосподарських культур та зростає продуктивність сівозмін. Наприклад, у плодозмінній сівозміні за умови оранки та внесення на гектар ріллі 7,5 т гною +  $N_{50}P_{66}K_{66}$  (подвійна норма) урожайність зеленої маси конюшини в середньому за дві ротації порівняно з неудобреним фоном зросла на 23 %, пшениці озимої й цукрових буряків (середнє з трьох полів) – на 32 і 74 % відповідно, кукурудзи на зелений корм – на 57 %, гороху – на 38 %, ячменю ярого – на 82 % [25]. Добрива виявились вирішальним фактором збільшення врожайності культур. Сумарна дія гною та мінеральних туків забезпечує вищу врожайність культур та продуктивність сівозмін, ніж застосування тільки одного виду цих добрив. Добрива не тільки підвищують врожайність, але значною мірою й стабілізують її. Без добрив коефіцієнт варіації врожайності пшениці озимої після конюшини у плодозмінній сівозміні дорівнював 23 %, а після застосування добрив знизився до 18 % [24]. Застосування добрив у дослідках вітчизняних науковців збільшило збір зерна пшениці, яку сіяли по чорному пару, на 14 %, після конюшини – на 7 %, після кукурудзи на силос – на 28 % і після повторної пшениці озимої – на 41 %. Але необхідно зазначити, що на удобреному фоні різниця за врожайністю пшениці озимої після різних попередників залишилась істотною: найбільшою вона була на ділянці, де пшениці передували чорний пар, а найнижчою – у разі сівби пшениці після пшениці [2].

У дослідках науковців Інституту цукрових буряків внесення добрив підвищувало урожайність пшениці після всіх попередників, але найбільшою приривком врожаю виявилася саме після тих, які давали низький збір зерна на неудобреному фоні. Застосування добрив збільшило врожайність пшениці озимої після конюшини на 8,7 ц/га, після гороху – на 9,6, а після кукурудзи на силос і пшениці озимої – на 16,8 і 20 ц/га відповідно. Внаслідок цього різниця за врожайністю між попередниками стала меншою, ніж на фоні без добрив. На неудобреному фоні після гороху і конюшини врожайність була вища, ніж після кукурудзи на силос, на

7,7–8,4 ц/га, з добривами різниці не перевищувала 1,2 ц/га [1].

Добрива під пшеницю, як вважають вітчизняні дослідники, доцільно застосовувати у разі її розміщення після гірших попередників. Зокрема після пару середньобогаторічна прибавка врожаю пшениці озимої від добрив склала всього 5,9 ц/га, після кукурудзи на силос – 9,1, а після пшениці – 8,6 ц/га. Без добрив після чорних парів у четвертій ротації сівозміни врожайність пшениці залишалась майже такою, як і в першій ротації (37,9 та 36,0 ц/га), а з добривами зросла на 11,5 ц; після трав у першому випадку врожайність культури знизилася на 3,0 ц, кукурудзи – на 4,9, пшениці – на 5,1 ц, а у варіанті з добривами, навпаки, підвищилась відповідно на 4,6; 6,6 та 7,6 ц/га [9]. Зважаючи на це, можна з упевненістю стверджувати, що без внесення добрив родючість чорноземів знижується, а у разі їхнього застосування – зростає [19, 33]. Сьогодні важливішим має бути не досягнення максимальної врожайності шляхом внесення високих норм органічних та мінеральних добрив, а одержання від них максимального прибутку в рослинництві шляхом раціонального їх застосування [23].

Обробіток ґрунту є одним основних і найдавніших прийомів впливу людини на родючість та врожайність сільськогосподарських культур [32]. Про ефективність обробітку судять із того, наскільки якісно він забезпечує поліпшення фізико-хімічних, біологічних властивостей, водно-повітряного та поживного режимів ґрунту, боротьбу з бур'янами, збудниками хвороб і шкідниками сільськогосподарських культур, їх високу й стабільну врожайність та якість продукції, а також раціональне використання праці й засобів виробництва (землі, техніки, добрив, пестицидів тощо) [4, 13]. У сучасних умовах господарювання обробіток ґрунту є важливим елементом системи землеробства, який забезпечує не тільки регулювання продуктивності орних земель, енергетичних затрат, але і збереження верхнього шару від ерозії, підвищення родючості ґрунту, ефективне використання добрив, освоєння інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур [17, 28].

Як показали дослідження численних вітчизняних науковців, у плодозмінній сівозміні на фоні контрольної обробітку ґрунту (оранки звичайної) без добрив, у середньому по трьох полях, у другій ротації врожайність пшениці озимої зросла на 5,7 %, за умови мілкої оранки – тільки на 2,4 %; у просапній сівозміні на контролі вона зменшилась на 6,4 %, а у разі плоскорізного обробітку – на 7,3 %. При цьому, якщо порівнювати з контролем, то значне зниження врожайності пшениці озимої за умови мілкого та плоскорізного обробітку ґрунту з добривами і без їх застосування спостерігалось, головне, у другій ротації сівозмін [16]. Урожайність пшениці озимої після проведення оранки на глибину 20–22 см становила 6,22 т/га. На варіанті, де застосовували плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 20–22 см, урожайність пшениці озимої становила 6,28 т/га, що було на рівні з оранкою, тоді як у разі мілкого обробітку на 10–12 см – 5,90 т/га, що поступалось оранці на 0,32 т/га [5].

На озимій пшениці та вико-вівсяній суміші заміна полицевої оранки на 20–22 см дискуванням ґрунту на глибину 10–12 см не зменшило продуктивність цих культур, та й уміст енергії сухої речовини на цих ділянках був у межах похибки [18]. Продуктивність поля, зайнятого озимою пшеницею, якщо брати до уваги не тільки зерно, але й солому, виявилась суттєво меншою на варіанті з безполицевим обробітком (порівняно із контролем), тоді як у варіантах із комбінованим і тривалим поверхневим обробітками врожайність пшениці озимої була практично однаковою з контролем [3]. Водночас довготривалі стаціонарні досліди засвідчили, що поверхневий та плоскорізний обробіток ґрунту можна успішно застосовувати без зниження врожайності озимих культур та наступних за ними цукрових буряків. Завдяки їм досягається значне збереження енергії, а роботи виконуються вчасно [31].

Науковці Інституту цукрових буряків стверджують, що високоєфективним способом основного обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лісостепу України є комбінований: оранка під просапні (насамперед під цукрові буряки), мілкий та безвідвальний – під зернові та кормові культури. За впливом на поширення хвороб розвиток шкідників та забур'яненість посівів мало чим поступається різноглибинній оранці, але менш енергоємний, більш ґрунтозахисний і екологічний [22]. Плоскорізний обробіток ґрунту порівняно з оранкою сприяє зростанню забур'яненості посівів сільськогосподарських культур, ураженню їх хворобами та збільшенню кількості шкідників. Комбінований обробіток за екологічною ефективністю не поступається систематичній різноглибинній оранці. На сьогодні доцільніше застосовувати комбінований обробіток ґрунту в польових сівозмінах Лісостепу (оранку під буряки й інші просапні культури, поверхневий, мілкий або плоскорізний – під зернові) [16]. Застосування комбінованого обробітку ґрунту (оранка під цукрові буряки, плоскорізний під інші культури) поліпшувало його агрофізичні властивості, а також знижувало кількість патогенів, що врешті-решт покращувало ґрунтові умови і сприяло деякому підвищенню врожайності пшениці озимої (на відповідних фонах на 8,6 та 7,7 %) [15].

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Отже, застосування оптимального удобрення та проведення раціонального основного обробітку ґрунту сприяє підвищенню урожайності пшениці озимої. Проте дослідних даних про вплив удобрення та способи обробітку ґрунту на урожайність пшениці озимої у зоні недостатнього зволоження – вкрай не вистачає.

*Мета* досліджень – встановлення впливу систем основного обробітку ґрунту на врожайність пшениці озимої за умови органічної та мінеральної систем удобрення в короткоротаційній просапній сівозміні.

*Завдання* досліджень: 1. Дослідити вплив різних способів основного обробітку ґрунту на зернову продуктивність пшениці озимої. 2. Вивчити дію різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційній просапній сівозміні, на вихід зерна пшениці озимої. 3. Дослідити і проаналізувати продуктивність пшениці озимої за умови комплексного впливу на неї попередників, удобрення і способів обробітку ґрунту.

### Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проводили в лівобережному Лісостепу України, зокрема у стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції (Семенівський район, Полтавська область) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України упродовж 2015–2018 рр. У результаті польового експерименту передбачали встановити в короткоротаційній просапній сівозміні вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність пшениці озимої залежно від фонів удобрення.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий слабкосолонцюватий малогумусний середньосуглинковий, що характеризується такими агрохімічними показниками орного шару: рН сольової витяжки – 7,3–7,8; ємність поглинання коливається в межах 35–37 мг-екв. на 100 г ґрунту; гумус за Тюрінім – 4,2–4,4 %, забезпеченість рухомим фосфором та обмінним калієм (за Мачигінім) складає 45,7–59,8 і 133,1–142,4 мг/кг ґрунту відповідно.

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

Агрометеорологічні умови за роки проведення досліджень характеризувалися певними відхиленнями від середніх багаторічних показників, але загалом вони були сприятливими для вирощування пшениці озимої та інших сільськогосподарських культур.

У короткоротаційній просапній сівозміні з різними способами основного обробітку ґрунту під сільськогосподарські культури залежно від системи удобрення чергування культур було таким: кукурудза на силос, пшениця озима, цукрові буряки, ячмінь ярий.

Схема стаціонарного досліді включала такі способи основного обробітку ґрунту під просапні та зернові культури: контроль – оранка на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос, пшеницю озиму і ячмінь ярий, оранка на 30–32 см під цукрові буряки (вар. 27, 28, 29); оранка на глибину 20–22 см під кукурудзу і 30–32 см під буряки, поверхневий обробіток ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму й ячмінь ярий (вар. 21, 22, 23) (табл. 1).

#### 1. Схема стаціонарного досліді з різними способами основного обробітку ґрунту під культури залежно від системи удобрення в короткоротаційній просапній сівозміні

Варіанти досліді	Спосіб основного обробітку ґрунту в сівозміні	Система удобрення за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі
21	Оранка під кукурудзу на силос і цукрові буряки, поверхневий обробіток ґрунту під пшеницю озиму й ячмінь ярий	Без добрив, без соломи, без гички
22		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> без соломи, без гички
23		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> + солома + гичка
27	Оранка під усі культури	Без добрив, без соломи, без гички
28		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> без соломи, без гички
29		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> + солома + гичка

Схемою стаціонарного досліді було передбачено таку систему удобрення за ротацію сівозміни з

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

розрахунку на 1 га ріллі: без добрив, без соломи, без гички (вар. 21, 27); 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>33,8</sub>K<sub>33,8</sub> без соломи, без гички (вар. 22, 28); 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>33,8</sub>K<sub>33,8</sub> + солома + гичка (вар. 23, 29).

Сівозміна стаціонарного досліду розміщена на чотирьох полях; загальна площа посівної ділянки становила 182 м<sup>2</sup>, облікової – 61 м<sup>2</sup>. Повторення в досліді – чотириразове, розміщення ділянок – систематичне.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді – загальноприйнята для зони недостатнього зволоження. Оранку під цукрові буряки, кукурудзу на силос і зернові культури проводили плугом ПН-3-35, поверхневий обробіток ґрунту під пшеницю озиму й ячмінь ярий – дисковою бороною БДТ-3. На дослідних ділянках вирощували такі районовані сорти та гібриди сільськогосподарських культур: гібрид кукурудзи на силос – Солонянський, сорт пшениці озимої – Єсенія, гібрид цукрових буряків – Булава, сорт ячменю – Геліос. Облік урожайності пшениці озимої проводили поділянково-суцільним зважуванням.

Дослідження проводили відповідно до методики польового досліду [7] і згідно з методиками проведення досліджень у буряківництві [14].

### Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження свідчать, що в короткоротаційній просапній сівозміні урожайність пшениці озимої залежала від способів основного обробітку ґрунту і системи удобрення. За умови проведення оранки на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос і 30–32 см під цукрові буряки та поверхневого обробітку ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (варіант 21) одержано найнижчу за роки досліджень урожайність пшениці озимої – 2,98 т/га (табл. 2).

#### 2. Урожайність пшениці озимої залежно від способів основного обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній просапній сівозміні, (в середньому за 2015–2018 рр.), т/га

Варіанти досліду	Спосіб основного обробітку ґрунту в сівозміні	Система удобрення за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі	Урожайність пшениці озимої, т/га
21	Оранка під кукурудзу на силос і цукрові буряки, поверхневий обробіток ґрунту під пшеницю озиму й ячмінь ярий	Без добрив, без соломи, без гички	2,98
22		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> без соломи, без гички	4,61
23		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> + солома + гичка	3,70
27	Оранка під усі культури	Без добрив, без соломи, без гички	3,19
28		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> без соломи, без гички	4,05
29		6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>33,8</sub> K <sub>33,8</sub> + солома + гичка	4,07
НІР <sub>05</sub> загальна			0,19
НІР <sub>05</sub> для ф-ра А (обробіток ґрунту)			0,13
НІР <sub>05</sub> для ф-ра В (удобрення)			0,10

Проведення оранки під просапні культури і поверхневий обробіток ґрунту під зернові у разі застосування упродовж ротації сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>33,8</sub>K<sub>33,8</sub> без соломи, без гички (варіант 22) і 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>33,8</sub>K<sub>33,8</sub> + солома + гичка (варіант 23) сприяло суттєвому підвищенню врожайності зерна пшениці озимої до рівня 4,61 і 3,70 т/га відповідно. Тобто за умови проведення оранки під просапні культури і поверхневий обробіток ґрунту під зернові колосові на удобрених фонах спостерігалось значне підвищення урожайності пшениці порівняно з неудобреним фоном.

Варто зазначити, що в короткоротаційній просапній сівозміні саме проведення оранки на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос і 30–32 см під цукрові буряки та поверхневий обробіток ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий на фоні внесення за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>33,8</sub>K<sub>33,8</sub> без соломи, без гички (варіант 22) забезпечило найбільшу за чотири роки досліджень врожайність зерна пшениці озимої – 4,61 т/га.

Також необхідно відмітити, що в середньому за 2015–2018 роки дослідження проведення оранки під усі культури на неодобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (варіант 27) сприяло істотному підвищенню урожайності зерна пшениці озимої – на 0,21 т/га порівняно з варіантом, де проводили оранку на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос і 30–32 см під цукрові буряки та поверхневий обробіток ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий на неодобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (варіант 21). Оранка під усі культури разом зі внесенням за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  без соломи, без гички (варіант 28) і 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  + солома + гичка (варіант 29) спричинила суттєве зростання врожайності пшениці озимої до рівня 4,05 і 4,07 т/га відповідно, тобто за умови проведення оранки під усі культури на удобрених фонах спостерігали значне підвищення урожайності пшениці порівняно з неодобреним фоном.

Порівнюючи середню за чотири роки врожайність пшениці озимої у різних за способами основного обробітку ґрунту ланках короткоротаційної просапної сівозміни, можна зазначити, що в однакових за удобренням варіантах оранка під усі культури сприяла істотному підвищенню урожайності пшениці озимої порівняно з оранкою під просапні культури і поверхневим обробітком ґрунту під зернові колосові. Причому це стосується виключно варіантів без добрив, без соломи, без гички і також варіантів, де за ротацію сівозміни внесли на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  + солому + гичку.

Зважаючи на середні результати наших чотирирічних досліджень, можна зауважити, що в короткоротаційній просапній сівозміні проведення оранки на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос і 30–32 см під цукрові буряки та поверхневого обробітку ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий у разі застосування за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  без соломи, без гички забезпечило найвищу за роки польового експерименту врожайність зерна пшениці озимої – 4,61 т/га. Оранка під усі культури на неодобреному фоні без добрив, без соломи, без гички, а також оранка, що поєднувалась зі внесенням за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  + солома + гичка, сприяла суттєвому підвищенню урожайності пшениці озимої порівняно з варіантами, де проводили оранку виключно під просапні культури і поверхневий обробіток ґрунту під зернові колосові (за відповідних однакових систем удобрення варіантів).

Отже, проведені чотирирічні дослідження щодо визначення впливу систем основного обробітку ґрунту на врожайність пшениці озимої за умови органічної та мінеральної систем удобрення в короткоротаційній просапній сівозміні вказують на те, що і системи удобрення, і способи основного обробітку ґрунту, які застосовуються упродовж ротації сівозміни під різні сільськогосподарські культури, мають комплексний вплив на зернову продуктивність пшениці озимої, що вирощується у ланках такої сівозміни. Результати наших досліджень певним чином узгоджуються з дослідженнями цілої низки науковців, зокрема таких як Л. А. Барштейн, В. М. Якименко, І. С. Шкаредний (2002), С. П. Вахній (2007), Я. П. Цвей, А. І. Недашківський і Н. А. Горобець (2003) [2, 6, 17]. Проте, частина цих науковців звертає увагу саме на вплив систем обробітку ґрунту на урожайність зернових культур у короткоротаційних сівозмінах. Інші дослідники акцентують увагу виключно на вплив систем удобрення на продуктивність всіх культур сівозміни. Частина науковців наголошують на важливості насичення сівозмін тією чи тією групами культур і пропонують відповідно до цього оптимізовані системи їх удобрення. Але результати саме наших чотирирічних досліджень показали в комплексі вплив сівозміни, способів основного обробітку ґрунту, що застосовуються під всі її культури, а також систем удобрення на зернову продуктивність саме пшениці озимої. Причому певна унікальність нашого польового експерименту полягає і в тому, що він проводився в умовах кліматичної зони, що характеризується певним дефіцитом опадів упродовж як року, так і вегетаційного періоду зокрема, – зони недостатнього зволоження.

### Висновки

У короткоротаційній просапній сівозміні урожайність пшениці озимої залежала від комплексного впливу способів основного обробітку ґрунту, що проводились під усі сільськогосподарські культури певної ланки, і системи удобрення, що застосовувалась за всю ротацію сівозміни. Середня за чотири роки максимальна врожайність зерна пшениці озимої – 4,61 т/га – була отримана в ланці, де проводили оранку на глибину 20–22 см під кукурудзу на силос і 30–32 см під цукрові буряки та поверхневий обробіток ґрунту на глибину 10–12 см під пшеницю озиму і ячмінь ярий у разі внесення за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{33,8}K_{33,8}$  без соломи і без гички.

References

1. Barshteyn, L. A., Shkarednyy, I. S., & Odrekhivskyy, A. F. (1997). Rezultaty vyvchennya sivozmin na Bilotserkivskiy doslidno-selektsiyniy stantsiyi. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
2. Barshteyn, L. A., Shkarednyy, I. S., & Yakymenko, V. M. (2002). Sivozminy, obrobitok gruntu ta udobrennya v zonakh buryakosiyannya. Kyiv: Tenar [In Ukrainian].
3. Barshteyn, L. A., Yakymenko, V. M., & Shkarednyy, I. S. (1997). Osnovnyy obrobitok gruntu v sivozminakh z tsukrovymy buryakamy v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrayiny. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
4. Barshteyn, L. A., Yakymenko, V. M., & Shkarednyy, I. S. (1998). Yakisnyy obrobitok gruntu – peredumova vysokoyi vrozhaynosti. *Tsukrovi Buryaky*, 1, 23–24.
5. Boychuk, O. V. (2015). Vplyv obrobitku gruntu na yoho rodyuchist ta produktyvnist korotkorotatsiynoyi plodozminnoyi sivozminy Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].
6. Vakhniy, S. P. (2007). Produktyvnist kultur plodozminnoyi sivozminy zalezho vid osnovnoho obrobitku gruntu. *Tsukrovi Buryaky*, 4, 16–17 [In Ukrainian].
7. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoy obrabotky rezultatov yssledovanyy): 5-toe izdanie pererabotannoe i dopolnennoe*. Moskva: Ahropromyzzdat [In Russian].
8. Zaryshnyak, A. S., & Yakusyk, M. M. (2003). Vplyv form fosfornykh dobryv na produktyvnist' tsukrovyykh buryakiv. *Tsukrovi Buryaky*, 6, 13–14 [In Ukrainian].
9. Zorya, S. Yu., Horobets, A. M., & Barshteyn, L. A. (1997). Efektyvnist dobryv u sivozminakh z tsukrovymy buryakamy v skhidniy chastyni Lisostepu Ukrayiny. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
10. Karasyuk, I. M. (1997). Ekonomichna efektyvnist' riznykh system udobrennya v zerno-buryakoviy sivozmini. *Zbirnyk Naukovykh Prats* 107–109 [In Ukrainian].
11. Odrekhivskyy, A. F., Yakymenko, V. M., & Shkarednyy, I. S. (1997). Efektyvnist rozrakhunkovykh norm dobryv u sivozmini z tsukrovymy buryakamy. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
12. Petrova, O. T. (2004). Vmist humusu v grunti na pochatku i v kintsi rotatsiyi sivozmin. *Tsukrovi Buryaky*, 6, 6–7 [In Ukrainian].
13. Remenyuk, Yu. O. (2007). Produktyvnist zerno-buryakovoyi sivozminy zalezho vid dyferentsiatsiyi system osnovnoho obrobitku gruntu. *Tsukrovi Buryaky*, 1, 8–9 [In Ukrainian].
14. Royika, M. V. & Hizbullina, N. H. (Eds.). (2014). *Metodyky provedennya doslidzhen u buryakivnytstvi*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian].
15. Tyshchenko, M. V., Smirnykh, V. M., Filonenko, S. V., & Lyashenko, V. V. (2018). Urazhennya roslyn pshenytsi ozymoyi korenevymy hnylyamy zalezho vid ahrotekhnichnykh zakhodiv. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 70–77. doi: 10.31210/visnyk2018.02.11 [In Ukrainian].
16. Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2018). Vplyv systemy udobrennya tsukrovyykh buryakiv na produktyvnist' korotkorotatsiynoyi plodozminnoyi sivozminy. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 11–17 doi: 10.31210/visnyk2019.03.01 [In Ukrainian].
17. Tsvey, Ya. P., Nedashkivskyy, A. I., Horobets, N. A. (2003). Produktyvnist tsukrovyykh buryakiv v korotkorotatsiynykh sivozminakh. *Tsukrovi Buryaky*, 6, 10–12 [In Ukrainian].
18. Tsvey, Ya. P., Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2018). Monitorynh zabur"yanenosti posiviv sil's'kohospodars'kykh kul'tur u lantsi zernoburyakovoyi sivozminy u vyrobnychykh umovakh. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 23–30. doi: 10.31210/visnyk2018.01.03 [In Ukrainian].
19. Tsvey, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Lyashenko, V. V. (2018). Formuvannya pozhyvnoho rezhymu gruntu v poli tsukrovyykh buryakiv zalezho vid yikh udobrennya v korotkorotatsiyniy plodozminniy sivozmini. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*, 1, 43–50. doi: 10.31210/visnyk2018. 04.06 [In Ukrainian].
20. Cheryachukin, M. I., Hryhoryeva, O. M., Hryhoryev, M. I., & Sushko, T. P. (2011). Efektyvnist dobryv i obrobitku gruntu pid tsukrovi buryaky v pivnichnomu Stepu Ukrayiny. *Tsukrovi Buryaky*, 1, 12–13 [In Ukrainian].
21. Shvartau, V. (2018). Protruyuvannya nasinnya ozymoyi pshenytsi pered posivom. *Propozytsiya*, 7–8. Retrived from: <https://propozitsiya.com/ua/protruyuvannya-nasinnya-ozymoyi-pshenytsi-pered-posivom>

[In Ukrainian].

22. Shkarednyy, I. S., Barshteyn, L. A., & Yakymenko, V. M. (1997). Osnovnyy obrobitok gruntu – vazhlyvyi element tekhnolohiyi vyroshchuvannya tsukrovykh buryakiv ta inshykh sil'skohospodars'kykh kul'tur. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

23. Shkarednyy, I. S., Barshteyn, L. A., & Yakymenko, V. M. (2000). Shlyakhy pidvyshchennya vykorystannya orhanichnykh dobryv. *Zbirnyk Naukovykh Prats' Instytutu Tsukrovykh Buryakiv*, 2 (2), S. 189–193 [In Ukrainian].

24. Shkarednyy, I. S., Yakymenko, V. M., & Barshteyn, L. A. (1997). Dobryva – holovnyy faktor pidvyshchennya vrozhaynosti silskohospodars'kykh kultur ta rodyuchosti gruntiv. *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

25. Yakymenko, V. M., Barshteyn, L. A., & Shkarednyy, I. S. (2000). Vplyv umov vyroshchuvannya silskohospodars'kykh kultur na yikh urozhaynist ta vykorystannya elementiv zhyvlennya. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Tsukrovykh Buryakiv*, 2 (2), 58–65 [In Ukrainian].

26. Yakymenko, V. M., Shkarednyy, I. S., & Barshteyn, L. A. (1997). Efektyvnist riznykh vydiv dobryv u sivozminakh z tsukrovymy buryakamy. In: *Systema zemlerobstva u buryakivnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

27. Biberdzic, M., Barac, S., Lalevic, D., Djikic, A., Prodanovic, D., & Rajcic, V. (2020). Influence of soil tillage system on soil compaction and winter wheat yield. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80 (1), 80–89. doi: 10.4067 / S0718-58392020000100080.

28. Lapiņš, D., Bērziņš, A., Gaile, Z., & Koroļova, J. (2001). Effects of soil tillage and sowing technologies on winter wheat. *Environment Technology Resources Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 1, 61. doi: 10.17770 / etr2001vol1.1937.

29. Madara, D., & Zinta, G. (2019). Yield and quality of winter wheat, depending on crop rotation and soil tillage. *Conference: Research for Rural Development 2019 : annual 25th International scientific conference proceedings*, 29–35. doi: 10.22616/rrd.25.2019.045.

30. Moiseeva, K., Karmatskiy, A., & Moiseeva, A. (2018). Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield. *International scientific and practical conference «AgroSMART – Smart solutions for agriculture»*, 7. doi: 10.2991/agrosmart-18.2018.94.

31. Omara Peter, Aula Lawrence, Oyebiyi Fikayo, Nambi Eva, Dhillon Jagman, Carpenter Jonathan, Raun William. (2019). No-tillage Improves Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Grain Nitrogen Use Efficiency. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1–9. doi: 10.1080/00103624.2019.1659307.

32. Santín-Montanyá, M., Fernández-Getino, A., Zambrana, E., & Tenorio, J. L. (2017). Effects of tillage on winter wheat production in Mediterranean dryland fields. *Arid Land Research and Management*, 1–14. doi:10.1080/15324982.2017.1307289.

33. Tsvei, Ya. P., Myroshnychenko, M. S., & Levchenko, L. M. (2019). Dependence of winter wheat yield on fertilizer system and tillage in short crop rotations. *Taurian Scientific Herald*, 1, 200–206. doi: 10.32851/2226-0099.2019.110-1.25.

Стаття надійшла до редакції 21.07.2020 р.

#### Бібліографічний опис для цитування:

Філоненко С. В., Тищенко М. В. Урожайність пшениці озимої в короткоротаційній просапній сівозміні залежно від удобрення й основного обробітку ґрунту. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 61–69.

© Філоненко Сергій Васильович, Тищенко Микола Володимирович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA  
STATE AGRARIAN  
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 633.1:631.878 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.08

## EFFICACY OF HUMIC STIMULANTS IN PRE-SOWING TREATMENT OF CEREAL SEEDS

M. M. Marenych


V. V. Hanhur\*

K. M. Popova

V. V. Liashenko

Y. I. Kabak

ORCID  [0000-0002-8903-3807](https://orcid.org/0000-0002-8903-3807)

ORCID  [0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

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

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36000, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: volodimirgangur@gmail.com

### How to Cite

Marenych, M. M., Hanhur, V. V., Popova, K. M., Liashenko, V. V., & Kabak, Y. I. (2020). Efficacy of humic stimulants in pre-sowing treatment of cereal seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 70–78. doi: 10.31210/visnyk2020.03.08

Humic substances are important elements of field crops cultivation technology, the using of which can influence plant growth and development in fact during all stages of organogenesis. The purpose of the study was to determine the effectiveness of disinfectants and humic stimulants on the processes of seed germination, formation of spring barley and winter wheat productivity characteristics, and the prospects of their applying in production. The following scientific methods were used during the research: analysis, synthesis, field, and statistical. Statistically established nature of signs' interrelations, which were studied in the experiment, showed that the main parameters of forming winter wheat productivity were grain weight per plant and productive tillering and of spring barley – thousand-kernel weight. However, yield capacity of grain crops is determined according to a more complex system, because productivity structural elements of crops, thousand-kernel weight, grain weight per plant, and the number of productive shoots, in particular, have direct correlation with yield ( $r=0.34-0.71$ ), and they, in their turn, depend on plantlet root weight. It has been estimated that there is direct average degree correlation ( $r=0.54$ ) between plantlet root weight and the number of productive stems, and strong correlation ( $r=0.85$ ) between plantlet root weight and grain weight per plant. The results of mathematical analysis prove the importance of pre-sowing seed treatment for the formation of plant root system, which in future will be able to affect yield formation directly ( $r=0.44$ ). According to the results of the research, it has been established that humate application positively influenced the growth of the above-ground part of spring barley. In case of winter wheat seed treatment, a considerable natural effect of this technology element on plant biometric parameters was registered, however, crop variety characteristics were also of considerable importance. Applying humic preparations for pre-sowing UB seed and IR seed treatment resulted in plantlet weight increase by 8–19.6 %, and in wheat – within 11–16 %. Potential yield increased by 8.8–12.7 and 28.3 %, respectively.

**Key words:** winter wheat, barley, stimulants, disinfectants, humates.

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ГУМІНОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ ЗА УМОВИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

*М. М. Маренич, В. В. Гангур, К. М. Попова, В. В. Ляшенко, Ю. І. Кабак*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Гумінові речовини є важливим елементом технології вирощування польових культур, застосовуючи які можна впливати на ріст і розвиток рослин фактично на всіх етапах органогенезу. Метою досліджень було виявити ефективність протруйників, гумінових стимуляторів на процеси проростання насіння, формування ознак продуктивності ячменю ярого і пшениці озимої та перспективи їхнього використання у виробництві. У ході проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Статистично встановлений характер взаємозв'язків ознак, які вивчали в експерименті, свідчить, що головними параметрами формування продуктивності пшениці озимої є маса зерна з рослини та продуктивне куціння, а для ячменю ярого – маса 1000 зерен. Проте урожайність зернових культур визначається значно складнішою системою, оскільки елементи структури продуктивності культур, зокрема маса 1000 зерен, маса зерна з рослини та кількість продуктивних пагонів прямо впливають на урожайність ( $r=0,34-0,71$ ), а вона своєю чергою залежать від маси корінців проростка. Розраховано, що між масою корінців проростка і кількістю продуктивних стебел кореляція є прямою із середнім ступенем зв'язку ( $r=0,54$ ), а між масою корінців проростка і масою зерна з рослини кореляційний зв'язок сильний ( $r=0,85$ ). За результатами досліджень встановлено, що застосування гуматів позитивно впливало на наростання надземної маси ячменю ярого. За умови обробки насіння пшениці озимої відзначено істотний закономірний вплив цього елемента технології на біометричні параметри рослин, однак суттєву роль відігравали і сортові властивості культури. Застосування гумінових препаратів для передпосівної обробки насіння UB for seeds і 1R Seed treatment призвело до зростання маси проростка на 8–19,6 %, а на пшениці – в межах 11–16 %. Потенційна врожайність зроста відповідно на 8,8–12,7 та 28,3 % відповідно.

**Ключові слова:** пшениця озима, ячмінь, стимулятори, протруйники, гумати.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ СТИМУЛЯТОРОВ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

*Н. Н. Маренич, В. В. Гангур, Е. Н. Попова, В. В. Ляшенко, Ю. И. Кабак*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

По результатам исследований установлено, что применение гуматов положительно влияло на нарастание надземной массы ячменя ярового. При обработке семян озимой пшеницы отмечено существенное закономерное влияние этого элемента технологии на биометрические параметры растений, при этом положительную роль имели и сортовые свойства культуры. Применение гуминовых препаратов для предпосевной обработки семян UB for seeds и 1R Seed treatment привело к росту массы проростка на 8–19,6 %, а на пшенице – в пределах 11–16 %. Потенциальная урожайность увеличилась соответственно на 8,8–12,7 и 28,3 %.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, ячмень яровой, стимуляторы, протравители, гуматы.

#### Вступ

Попит на біостимулятори гумінової природи в Європі і Північній Америці щорічно зростає на 10–12 %. Особлива зацікавленість у науковців до цієї теми виникла у 80-х роках минулого століття [1], хоча механізм дії гумінових кислот не розкритий повністю і до сьогодні [2]. Актуальність напряду досліджень, який розглядається у цій статті, полягає в тому щоб проаналізувати та науково обґрунтувати ключові аспекти застосування гумінових стимуляторів (гуматів), які зараз широко розрекламовані на українському ринку, проте не без труднощів упроваджуються в технології вирощування сільськогосподарських культур. Досить часто аграрії зіштовхуються з відсутністю позитивних результатів у виробничих посівах, що пов'язано насамперед з якістю препаратів, способами їхнього застосування, відповідністю регламентів використання гуматів у рекомендаціях виробників та дистриб'юторів та багатьох інших аспектів. Наприклад, однією з унікальних властивостей дії гуматів є їхня антистресова дія. Відзначено, що застосування цих препаратів допомагає рослинам долати вод-

ний, сольовий чи температурний стрес, а також несприятливу післядію гербіцидів тощо [3].

Гумінові речовини рекомендують використовувати фактично на всіх етапах технології вирощування: для передпосівної обробки насіння, позакореневої аплікації як самостійно, так і в бакових сумішах з добривами чи засобами захисту. Серед препаратів цієї групи є також активатори ґрунту, які застосовуються для поліпшення агрономічних властивостей ґрунтів у разі їхнього засолення, забруднення шкідливими речовинами, для нормалізації кислотності та для швидкої рекультивативації.

Серед важливих елементів технології вирощування є застосування передпосівної обробки насіння гуматами, що особливо актуально через збільшення частоти ризиків, пов'язаних із виникненням стресових факторів [4, 5, 6]. Гумінові речовини позитивно впливають на динаміку наростання кореневої маси та формування фотосинтетичного апарату впродовж етапів розвитку рослин [7, 8, 9]. Встановлено, що гумінові речовини сприяють кращому використанню азоту рослинами ячменю та інших елементів живлення з ґрунту [10, 11].

Позитивні результати спостерігаються від застосування гумінових речовин у вигляді фертигації та позакореневого підживлення рослин пшениці [12], а також у разі сумісного використання добрив і гуматів на посівах ячменю [13].

Результати досліджень свідчать, що використання Гумістару (12 % гумінових і 3 % фульвових кислот) у разі передпосівної обробки насіння сприяло поліпшенню показників якості зерна пшениці – масу 1000 зерен, натуру, число падання та вміст білка [14]. В інших дослідженнях використання комплексу гумінових речовин, амінокислот та мікроелементів сприяло збільшенню врожайності та поліпшенню показників якості зерна ячменю без істотного впливу на вміст вуглеводів [15]. Гумінові речовини суттєво сприяють зменшенню вмісту важких металів у ґрунті та у продукції зернових культур [16, 17].

Водночас існують і публікації про незначний вплив гумінових речовин у разі передпосівної обробки насіння [18], хоча в багатьох наукових джерелах зазначається про позитивний ефект від застосування саме гумінових стимуляторів, а в окремих – підкреслюється додаткова ефективність за умови комплексного застосування з добривами [19, 20, 21]. Диференційоване застосування гумінових препаратів сприяє кращому засвоєнню P, K, Ca, Mg, Fe і Zn рослинами пшениці, що позитивно впливає на формування урожайності і якості продукції [22].

*Мета досліджень* – виявити ефективність протруйників, гумінових стимуляторів на процеси проростання насіння, формування ознак продуктивності ячменю ярого і пшениці озимої та перспективи їхнього використання у виробництві.

*Завдання дослідження:* визначити вплив протруйників та стимуляторів росту рослин на проростання насіння ячменю ярого та пшениці озимої; дослідити закономірності формування продуктивності рослин ячменю ярого та пшениці озимої за передпосівної обробки насіння протруйниками і стимуляторами росту.

### **Матеріали і методи досліджень**

Для досягнення мети експерименту було проведено два досліді, зокрема лабораторний та польовий мікроділянковий. Повна схема першого досліді наведена в таблиці 1, а другого – в таблиці 3. Схема першого досліді включала такі варіанти: 1) контроль (обробка насіння водою); 2) передпосівна обробка насіння стимулятором Вимпел 2 (1 л/т); 3) передпосівна обробка фунгіцидним протруйником Парацельс (0,5 л/т), 4) передпосівна обробка баковою сумішшю препаратів Вимпел 2 + Парацельс (1 + 0,5 л/т); 5) передпосівна обробка органо-мінеральним добривом на основі гумату калію Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т); 6) передпосівна обробка баковою сумішшю препаратів Парацельс + Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5+0,5 л/т). У другому досліді схема була такою: 1) контроль (обробка насіння водою); 2) передпосівна обробка UB for seeds (1 л/т); 3) передпосівна обробка 1R Seed treatment (1 л/т).

Лабораторні дослідження проводили з сортами пшениці озимої – Кубус, Подолянка, Наснага та ячменю ярого – Себастьян і Дев'ятий вал у лабораторії якості зерна Полтавської державної аграрної академії та в лабораторії ТОВ «АГРОСЕРТ», згідно з ДСТУ 4132-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». Розмір ділянки в польовому досліді становив 100 × 100 см. Повторність – п'ятиразова, розміщення варіантів – рандомізоване. Ґрунти – чорноземи із вмістом рухомих сполук макроелементів живлення: гумусу в горизонті 0–20 см 2,93 %, азоту (за Тюрнімом і Коновою) – 104,54 мг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 81,1 мг, обмінного калію (за Масловою) 87,42 мг на 100 г ґрунту. Спостереження й обліки проводили відповідно до загальноприйнятих методик [23, 24].

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

### Результати досліджень та їх обговорення

Численні дослідження та виробничий досвід наочно демонструють необхідність передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур, проте залишається недостатньо розкритим механізм впливу стимуляторів росту гумінового походження на біологічні процеси, які відповідають за формування ознак продуктивності. Одержані результати досліджень свідчать, що внаслідок передпосівної обробки насіння прослідковується стійка закономірність щодо позитивного впливу агротехнологічного прийому на масу проростків, однак за довжиною коренів чіткої тенденції не виявлено (табл. 1).

#### *1. Вплив передпосівної обробки насіння на біометричні параметри проростків, середнє за 2017–2020 рр.*

Сорт	Варіант	Маса проростка, г	Довжина стебла, см
<b>Ячмінь ярий</b>			
Себастьян	Контроль (без передпосівної обробки)	0,168	7,8
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,186	11,5
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,164	8,7
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,203	10,0
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,168	7,1
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,182	8,2
Дев'ятий вал	Контроль (без передпосівної обробки)	0,217	9,8
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,186	10,7
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,139	9,6
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,186	11,2
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,170	10,4
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,120	10,1
НІР <sub>05</sub>		0,044	1,64
<b>Пшениця озима</b>			
Кубус	Контроль (без передпосівної обробки)	0,184	10,1
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,189	11,7
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,182	9,8
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,189	10,5
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,202	10,6
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,168	9,6
Наснага	Контроль (без передпосівної обробки)	0,192	10,2
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,198	11,1
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,215	10,8
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,208	11,2
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,216	9,5
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,187	9,5
Подоланка	Контроль (без передпосівної обробки)	0,198	10,1
	Вимпел 2 (1 л/т насіння)	0,224	10,6
	Парацельс (0,5 л/т насіння)	0,213	9,6
	Вимпел 2+Парацельс (1 + 0,5 л/т)	0,217	10,7
	Рост-Концентрат Калійний NPK 5+10+15 (0,5 л/т)	0,215	9,40
	Парацельс+Рост-Концентрат Калійний (0,5+0,5 л/т)	0,210	9,40
НІР <sub>05</sub>		0,013	0,94

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 2. Урожайність зернових культур залежно від передпосівної обробки насіння протруйниками та стимуляторами росту, середнє за 2017–2020 рр.

Сорт	Варіант	Кількість продуктивних стебел, шт.	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г	Біологічна урожайність, т/га
<b>Ячмінь ярий</b>					
Себастьян	Контроль	2,30	1,82	44,93	6,19
	Вимпел 2	2,72	2,62	48,15	6,93
	Парацельс	2,46	2,40	47,35	6,90
	Парацельс+Вимпел	2,84	2,10	46,34	7,56
	Рост-Концентрат Калійний	2,07	2,70	46,07	6,70
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	2,33	3,37	47,02	6,40
Дев'ятий вал	Контроль	1,78	4,045	47,32	6,55
	Вимпел 2	2,51	2,87	46,50	6,71
	Парацельс	1,76	2,46	46,06	6,85
	Парацельс+Вимпел 2	2,66	2,60	47,64	7,25
	Рост-Концентрат Калійний	2,54	2,87	46,13	6,86
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	2,19	2,75	46,75	6,86
НІР <sub>05</sub>		0,47	0,82	-	0,34
<b>Пшениця озима</b>					
Кубус	Контроль	0,96	2,44	40,11	6,46
	Вимпел 2	1,17	2,87	43,01	6,76
	Парацельс	0,91	2,31	42,52	6,48
	Парацельс+Вимпел 2	1,08	2,66	43,65	6,63
	Рост-Концентрат Калійний	1,14	2,63	45,80	6,80
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	0,95	2,67	44,69	6,58
Наснага	Контроль	1,14	2,77	41,79	6,90
	Вимпел 2	1,40	3,32	47,27	7,13
	Парацельс	1,27	2,72	42,32	7,05
	Парацельс+Вимпел	1,58	3,62	45,25	7,54
	Рост-Концентрат Калійний	1,17	2,52	45,05	7,34
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	1,11	2,81	44,31	7,03
Подольанка	Контроль	1,25	2,93	42,80	7,16
	Вимпел 2	1,53	3,24	44,29	7,71
	Парацельс	1,40	3,13	43,37	7,76
	Парацельс+Вимпел 2	1,67	3,61	45,35	7,87
	Рост-Концентрат Калійний	1,23	2,67	44,06	7,47
	Парацельс+ Рост-Концентрат Калійний	1,16	2,56	45,30	7,26
НІР <sub>05</sub>		0,20	0,49	2,40	0,30

Максимальні значення вищезазначених показників спостерігали на варіантах, де для обробки насіння ячменю ярого та пшениці озимої використовували стимулятор Вимпел 2. Обробка насіння фунгіцидним протруйником Парацельс практично не позначилася на масі проростка пшениці озимої, а на ячмені ярого призводила до зменшення цього показника у сортів Себастьян і Дев'ятий вал відповідно на 11,8 і 25,2 % порівняно з використанням стимулятора Вимпел 2.

За результатами досліджень також спостерігали позитивний вплив застосування Вимпелу 2 на наростання надземної маси, особливо ячменю ярого, а на варіантах із пшеницею озимою головну роль відігравали сортові властивості, а не препарати для передпосівної обробки насіння. Дисперсійний аналіз результатів дослідження свідчить, що в більшості випадків виявлено окремий вплив факторів, що вивчали, і іноді їхньої взаємодії на формування біометричних параметрів проростків. У разі застосування гумінових препаратів для передпосівної обробки насіння UB for seeds і 1R Seed treatment ефективність була кращою. На сортах ячменю маса проростка зросла на 8,0–19,6 %, а на пшениці таке

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

зростання фіксувалося в межах 11–16 %, відносно контролю.

Як наслідок – передпосівна обробка насіння також позитивно вплинула і на формування біологічної врожайності культур (табл. 2). За умови використання препарату Вимпел 2 біологічна урожайність ячменю ярого перевищувала контрольний варіант на 11–22 %, проте на пшениці збільшення врожайності було в межах 10 %.

Використання фунгіцидного протруйника Парацельс не призвело до істотного збільшення врожайності культур.

Факторний аналіз впливу дає змогу говорити про рівнозначний внесок сортових властивостей, варіантів передпосівної обробки у формування продуктивної кущистості, маси зерна з рослини та урожайності, а їхня взаємодія займає близько 15 % дисперсії в досліді з ячменем. У блоці досліді з пшеницею кількість продуктивних стебел значною мірою контролювалася генотипом, що вплинуло також на формування врожайності. Значення показників елементів продуктивності та урожайності зерна були нижчими у разі впливу передпосівної обробки, проте статистично достовірними.

Отже, передпосівна обробка насіння має чіткий і виражений вплив на формування показників продуктивності та є вагомим інструментом управління врожайністю пшениці озимої. Для більшої ефективності необхідно обґрунтовано вибирати препарати для цього технологічного прийому.

Порівняно з попереднім дослідом застосування нових препаратів гумінового походження має значно кращий ефект (табл. 3).

### **3. Урожайність зернових культур залежно від передпосівної обробки насіння гуміновими стимуляторами, середнє за 2017–2020 рр.**

Сорт	Варіант	Кількість продуктивних стебел, шт.	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г	Біологічна урожайність, т/га
<b>Ячмінь ярий</b>					
Себастьян	Контроль	2,30	2,22	45,15	5,51
	UB for seeds	2,24	2,16	46,80	5,99
	1R Seed treatment	2,38	2,06	47,12	7,04
Дев'ятий вал	Контроль	2,20	1,95	45,06	4,66
	UB for seeds	2,93	3,42	46,50	5,25
	1R Seed treatment	2,20	1,88	47,05	5,98
НІР <sub>05</sub>		0,28	0,59	0,44	0,22
<b>Пшениця озима</b>					
Кубус	Контроль	2,17	2,73	40,13	6,37
	UB for seeds	2,34	3,24	42,27	7,32
	1R Seed treatment	2,21	2,81	43,35	7,24
Наснага	Контроль	2,06	2,34	39,80	7,42
	UB for seeds	2,05	2,33	42,29	7,59
	1R Seed treatment	2,07	2,53	43,94	7,87
Подольанка	Контроль	2,15	2,71	40,40	7,38
	UB for seeds	2,27	3,09	41,32	8,89
	1R Seed treatment	2,24	2,91	41,83	9,19
НІР <sub>05</sub>		0,10	0,21	0,91	0,22

Використання препарату UB for seeds у нормі 1 кг/т у разі обробки насіння ячменю ярого забезпечило зростання біологічної урожайності на 8,8–12,7 %, а 1R Seed treatment – практично на 28 % порівняно з контрольним варіантом. Приріст урожайності зерна від застосування цих препаратів на сортах пшениці був меншим, проте лише в сорту Наснага у разі обробки насіння препаратом UB for seeds різниця в урожайності між контролем і експериментальним варіантом була в межах помилки досліді, а на решті була істотно вищою – на 6,1–28,3 %.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

Ці препарати є новинками українського аграрного ринку і за характеристиками виробників поєднують гуміновий складник з великим комплексом мікроелементів, який відрізняє їх від подібних. Основним недоліком цих речовин є їхня досить висока ціна порівняно з іншими, що були використані в цих дослідженнях.

Аналіз структури врожайності ячменю свідчить, що за певних умов маса 1000 зерен є одним з найважливіших індикаторів урожайності (рис. 1), на яку під час вирощування культури потрібно звертати увагу для отримання потрібного результату. Крім того, для ячменю – це важливий показник оцінювання якості зерна. Проте в цих дослідженнях безпосереднього впливу сортових властивостей та варіантів передпосівної обробки насіння на рівень цього показника не виявлено, що потребує проведення додаткових досліджень.

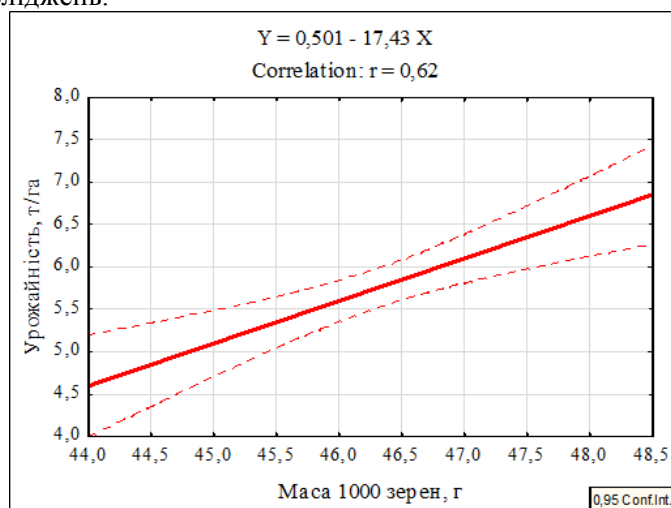


Рис 1. Графік залежності врожайності ячменю від маси 1000 зерен

Характер взаємозв'язків ознак, які вивчали в експерименті з пшеницею показав, що головною закономірністю її формування є маса зерна з рослини та продуктивне кущіння (рис. 2).

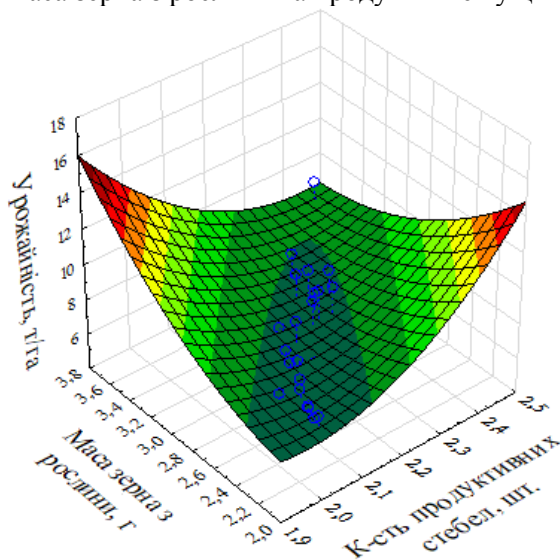


Рис 2. Графік залежності урожайності пшениці озимої від маси зерна з колоса та кількості продуктивних стебел

Проте урожайність цієї культури виявилася значно складнішою системою, оскільки елементи структури продуктивності, зокрема маса 1000 зерен, маса зерна з рослини та продуктивне кущіння прямо впливають на урожайність ( $r=0,34-0,71$ ), а вона своєю чергою залежать від маси корінця проростка: кількість продуктивних стебел –  $r=0,54$ ; маса зерна з рослини –  $r=0,85$ . Результати проведеного математичного аналізу свідчать про важливість передпосівної обробки насіння для формування кореневої системи рослин, яка потім,

цілком ймовірно, може впливати на формування врожайності ( $r=0,44$ ).

Отже, результати досліджень свідчать, що передпосівна обробка насіння гумітами в чистому виді або у баковій суміші із протруйниками фунгіцидної дії позитивно впливає на проростання насіння, формування елементів структури врожаю та рівень продуктивності пшениці озимої і ячменю ярого. Подібну ефективність визначено за даними Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН, де використання Гуматал nano після чорного пару (оброблення насіння + триразове поза-кореневе підживлення) забезпечило формування суттєвих приростів урожайності зерна пшениці озимої сорту Кнопа за відношенням до відповідного фонового контролю на рівні від 0,28 до 0,95 т/га [25]. Передпосівної обробки насіння гуматами цілком достатньо для одержання прибавки урожайності озимої пшениці на рівні 18–50 % [26].

### **Висновки**

Встановлено, що передпосівна обробка насіння протруйниками та стимуляторами є необхідним елементом технології вирощування зернових культур в умовах нестійкого зволоження, оскільки забезпечує істотні прирости врожайності ячменю до 4–12 %, а використання їхніх комбінацій – до 22 %. Для пшениці ці ж показники становили близько 10–11 %. Застосування гуматів значно покращує початковий розвиток проростків, що позитивно впливає на формування показників структури врожайності. Виявлено, що використання гумінових препаратів, які поєднують комплекс мікроелементів, сприяє збільшенню врожайності зернових культур до 28 %. Для ефективного управління процесами формування урожайності необхідно брати до уваги закономірності взаємозв'язків елементів продуктивності з урожайністю та оцінці їхньої залежності від препаратів, що застосовуються для передпосівної обробки насіння.

### **References**

1. Kozarenko, D. O. (2013). Zastosuvannya gumativ – perspektivnij metod zmenshennya ximichnogo navantazhennya na agrocenozi. *Karantyn i Zaxyst*, (8), 14–16. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr\\_2013\\_8\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Kizr_2013_8_8) [In Ukrainian].
2. Marenych, M. M., & Yurchenko, S. O. (2016). Posivni vlastyvoli nasinnia silskohospodarskykh kultur zalezno vid zastosuvannya stymulatoriv rostu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1-2), 18–21 [In Ukrainian].
3. Jarošová, M., Klejdus, B., Kováčik, J., Babula, P., & Hedbavny, J. (2016). Humic acid protects barley against salinity. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38 (6). doi: 10.1007/s11738-016-2181-z.
4. Qin, Y., Zhu, H., Zhang, M., Zhang, H., Xiang, C., & Li, B. (2016). GC-MS analysis of membrane graded fulvic acid and its activity on promoting wheat seed germination. *Molecules*, 21 (10), 1363. doi: 10.3390/molecules21101363.
5. Rodrigues, L. F. O. S., Guimarães, V. F., Silva, M. B. da, Pinto Junior, A. S., Klein, J., & Costa, A. C. P. R. da. (2014). Características agrônomicas do trigo em função de Azospirillum brasilense, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (1), 31–37. doi: 10.1590/s1415-43662014000100005.
6. Mvila, B. G., Pilar-Izquierdo, M. C., Busto, M. D., Perez-Mateos, M., & Ortega, N. (2016). Synthesis and characterization of a stable humic-urease complex: application to barley seed encapsulation for improving N uptake, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 2981–2989. doi: 10.1002/jsfa.7466.
7. Oliveira, K. S., Mendes, M. C., Ilibrante, G. A., Antoniazzi, N., Stadler, A. J., & Antoniazzi, A. P. (2019). Export of N, P and K in barley subjected to fertilizer doses formulated with and without humic substance at sowing. *Acta Scientiarum. Agronomy*, (41), e42690. doi: 10.4025/actasciagron.v41i1.42690.
8. Ahmad, T., Khan, R., & Khattak, T. N. (2018). Effect of humic acid and fulvic acid based liquid and foliar fertilizers on the yield of wheat crop. *Journal of Plant Nutrition*, 41 (19), 2438–2445. doi: 10.1080/01904167.2018.1527932.
9. Szeuczuk, K., Mendes, M. C., Stadler, A. J., Pagliosa, E. S., Schroeder, B., & Muller, M. M. L. (2018). Doses of NPK formulations combined with humic substance at sowing in barley cultivars. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (18), 683–688. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p683-688.
10. Knapowski, T., Szczepanek, M., Wilczewski, E., & Pobereźny, J. (2018). Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Agricultural Science and Technology*, 17, 1559–1569.
11. Fedotov, G. N., Shoba, S. A., Fedotova, M. F., & Demin, V. V. (2018). On the probable nature of bio-

logical activity of humic substances. *Eurasian Soil Science*, 51 (9), 1034–1041. doi: 10.1134/S1064229318090053.

12. Baghaie, A. B., & Aghilizefreei, A. (2020). Effects of salicylic acid, humic acid, and EDTA chelate on the increasing Pb concentration in the barley inoculated with PGPR. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 10 (1), 10–18. doi: 10.22102/JAEHR.2020.198499.1140.

13. Gramss, G. (2020). Control of heavy metals from barley and wheat grains during malting and brewing. *Advances in Nutrition and Food Science*, 5, 10–18. doi: 10.37722/ANAFS.20205.

14. Seadh, S. E., El-Kassaby, A. T., Mansour, M., & El-Waseef, M. M. (2017). Effect of foliar application and n-levels on productivity and granis quality of barley. *Journal of Plant Production*, 8 (9), 929–933. doi: 10.21608/jpp.2017.40912.

15. Baldotto, M., Andrade, F. D., da Rocha, J. E., & Del Giudice, M. P. (2016). The plant stimulant humic acid extracted from organic waste recycled by composting combined with liming and fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, 37 (6), 3955–3964. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n6p3955.

16. Rekaby, S. A., Awad, M. Y., Hegab, S. A., & Eissa, M. A. (2020). Effect of some organic amendments on barley plants under saline condition. *Journal of Plant Nutrition*, 43 (12), 1840–1851. doi: 10.1080/01904167.2020.1750645.

17. Nossier, M. I., Gawish, S. M., Taha, T. A., & Mubarak, M. (2017). Response of Wheat Plants to Application of Selenium and Humic Acid under Salt Stress Conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*, 57 (2), 175–187. doi: 10.21608/EJSS.2017.3715.

18. Erro, J., Urrutia, O., Baigorri, R., Fuentes, M., Zamarreño, A. M., & Garcia-Mina, J. M. (2016). Incorporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties and potential solutions. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3 (1). doi: 10.1186/s40538-016-0071-7.

19. Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances. *Advances in Agronomy*, 37–89. doi: 10.1016/b978-0-12-800138-7.00002-4.

20. Dinçsoy, M., & Sönmez, F. (2019). The effect of potassium and humic acid applications on yield and nutrient contents of wheat (*Triticum aestivum* L. var. Delfii) with same soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 42(20), 2757–2772. doi: 10.1080/01904167.2019.1658777.

21. Jindo, K., Olivares, F. L., da Paixão Malcher, D. J., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C., & Canellas, L. P. (2020). From lab to field: role of humic substances under open-field and greenhouse conditions as biostimulant and biocontrol agent. *Frontiers in Plant Science*, 426. doi: 10.3389/fpls.2020.00426.

22. Olaetxea M., De Hita, Garcia C. A., D., Fuentes, M., Baigorri, R., Mora, V., Garnica, M., Urrutia, O., Erro, J., Zamarreño, A. M., Berbara, R. L., & Garcia-Mina, J. M. (2018). Hypothetical framework integrating the main mechanisms involved in the promoting action of rhizospheric humic substances on plant root- and shoot- growth. *Applied Soil Ecology*, (123), 521–537. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.06.007.

23. Dospexov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy): uchebnoe posobyie dlia vysshykh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenyi*, (5th ed.). Moskva: Agropromizdat. [In Russian].

24. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [In Ukrainian].

25. Vozhehova, R. A., & Kryvenko, A. I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii vyroshchuvannya v umovakh pivdnia Ukrainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 1, 39–46. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101) [In Ukrainian].

26. Dudkyn, D. V., Zmanovskaia, A. S., Lytvyntsev, P. A. (2013). Vlyaniye produktov yskusstvennoi humyfykatsyy na rost y urozhainost ozymoi pshenytsy, vozdel'yvaemoi v usloviyakh lesostepnoi zony. *Vestnyk Yuhorskoho Hosudarstvennogo Unyversyteta*, 30 (3), 19–24 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 25.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Маренич М. М., Гангур В. В., Попова К. М., Ляшенко В. В., Кабак Ю. І. Ефективність гумінових стимуляторів за умови передпосівної обробки насіння зернових культур. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 70–78.

© Маренич Микола Миколайович, Гангур Володимир Васильович, Ляшенко Віктор Васильович, Попова Катерина Миколаївна, Кабак Юрій Іванович, 2020



original article | UDC 631.458(477.82) | doi: 10.31210/visnyk2020.03.09

## FACTORS OF SOIL SENSITIVITY TO EROSION IN VOLYN REGION

*B. V. Matviichuk\**

ORCID  [0000-0002-7872-2420](https://orcid.org/0000-0002-7872-2420)

*N. H. Matviichuk*

Zhytomyr National Agrarian and Ecological University, 7, Staryi Blvd., Zhytomyr, 10008, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: bogdanmatviychuk@ukr.net

### How to Cite

Matviichuk, B. V., & Matviichuk, N. H. (2020). Factors of soil sensitivity to erosion in Volyn region. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 79–90. doi: 10.31210/visnyk2020.03.09

Swamp and peat-swamp soils on different rocks and alluvial deposits, lowland peat and peat-swamp soils and sod carbonate soils mainly on the eluvium of dense carbonate rocks are characterized by the greatest heterogeneity in terms of sensitivity to wind erosion. The most homogeneous in this respect are medium-deep loam black soils, medium-loam podzolic black soil and deep medium-loam black soils. Swamp and peat-swamp soils on different rocks, lowland peat and peat-swamp soils and sod carbonate soils mainly on the eluvium of dense carbonate rocks are the least sensitive to wind erosion. The soils of the northern part of the region, which have a very high content of organic matter, are the least sensitive to wind erosion. Also, a moderate level of sensitivity to wind erosion is characteristic of the southern part of the region, where soils have a heavier mechanical composition. The smallest share of the fraction sensitive to wind erosion was found in the soils of Horokhiv (0.42), Liubeshiv (0.42) and Ivanychiv (0.43) districts. The most homogeneous conditions in terms of soil sensitivity to erosion as to variation coefficient of the soil fraction content that may undergo wind erosion are in Lutsk (CV=5.12 %), Horokhiv (CV=6.24 %) and Kivertsiv (6.8 %) districts. The most heterogeneous conditions according to this criterion are in Liubeshiv (CV=18.18 %), Ratniv (CV=13.47 %) and Shatsk (11.45%) districts. The highest level of wind erosion is forecasted for the administrative districts of the region, which are located in the west and north-west. The projected area with virtually no or little deflation is most characteristic of the south-eastern parts of the region. The ratio between areas with small and moderate levels of air erosion determines the average level of soil erosion losses in the administrative district.

**Key words:** wind erosion, soil, weather conditions, soil sensitivity, erosion fraction, soil crust ratio.

## ФАКТОРИ ЧУТЛИВОСТІ ҐРУНТІВ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДО ЕРОЗІЇ

*Б. В. Матвійчук, Н. Г. Матвійчук*

Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, Україна

Висвітлено фактори чутливості ґрунтів Волинської області до ерозії. Приведено транзитну матрицю рівнів втрат ґрунту внаслідок водної ерозії, яка кількісно характеризує динаміку інтенсивності ерозійних втрат ґрунту. Її можна охарактеризувати за допомогою розподілу ймовірностей стаціонарного стану системи та рекурентного часу повернення до стаціонарного стану. Доведено, що сучасний стан агроландшафтної системи не має механізмів збереження земель із практично відсутньою ерозією. Вірогідність існування такого стану з плином часу практично наближається до

нуля, але час зникнення земель із практично відсутньою ерозією наближається до нескінченності. Тобто зникнення земель із практично відсутньою ерозією відбувається повільно, але невпинно. Ерозійні умови в межах адміністративних районів значно нерівномірні. Найбільша нерівномірність, яка виражена за допомогою діапазон мінливості значень чутливості ґрунту до ерозії, характерна для Володимир-Волинського (діапазон становить  $0,103 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ), Іваничівського (діапазон –  $0,099 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ) та Рожищенського районів (діапазон –  $0,099 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ). Найбільш однорідні ерозійні умови характерні для Любешівського, Маневицького та Старовижівського районів (діапазон –  $0,076-0,086 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах району є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ( $r = -0,95, p < 0,001$ ). Найбільшою чутливістю до ерозійного впливу характеризуються ясно-сірі опідзолені ґрунти ( $0,077 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ), темно-сірі опідзолені ґрунти ( $0,074 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ), чорноземи глибокі середньосуглинисті ( $0,071 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ) та чорнозем опідзолений середньосуглинистий ( $0,071 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ). Найбільш стійкі до ерозійного впливу є болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах ( $0,010 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ), лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах ( $0,013 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ) та торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти ( $0,014 (t \cdot \text{гм}^2 \cdot \text{год}) / (\text{МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{год}^2)$ ). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах типів ґрунтів є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ( $r = -0,95, p < 0,001$ ).

**Ключові слова:** ерозія, ґрунт, фактор чутливості, деградація земель, ландшафт, ерозійні умови, кислотність ґрунту, органічна речовина.

## **ФАКТОРЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПОЧВ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ К ЭРОЗИИ**

**Б. В. Матвийчук, Н. Г. Матвийчук**

Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

*Отражены факторы чувствительности почв Волынской области к эрозии. Приведена транзитная матрица уровней потерь почвы в результате водной эрозии, которая количественно характеризует динамику интенсивности эрозийных потерь почвы. Ее можно охарактеризовать с помощью распределения вероятностей стационарного состояния системы и рекуррентного времени возвращения к стационарному состоянию. Доказано, что современное состояние агроландшафтной системы не имеет механизмов сохранения земель с практически отсутствующей эрозией. Достоверность существования такого состояния с течением времени практически приближается к нулю, но время исчезновения земель с практически отсутствующей эрозией приближается к бесконечности. То есть исчезновение земель с практически отсутствующей эрозией происходит медленно, но не престанно.*

**Ключевые слова:** эрозия, почва, фактор чувствительности, деградація земель, ландшафт, эрозийные условия, кислотность почвы, органическое вещество.

### **Вступ**

Наслідком неправильної агротехніки і нераціонального використання земель є деградація ґрунтів у межах сільськогосподарських угідь [1, 2]. Деградація земель сільськогосподарського призначення порушує комплексну здатність ґрунту до самозбереження й саморегуляції [3, 17]. Деградацію ґрунтів зумовлюють також техногенні забруднення [4]. При всіх способах землекористування найбільшої шкоди для ведення сільського господарства завдає водна і вітрова ерозія ґрунтів [1]. Небезпека водної ерозії полягає у зниженні родючості орного горизонту, замулюванні річок, ставків, водойм, заплавлених земель. Вітрова ерозія руйнує зернисту структуру ґрунту. При інтенсивній вітровій ерозії виникають чорні бурі. Прискорена ерозія виникає через посилене навантаження на ґрунт агропромислового освоєння [1].

Важливими чинниками деградації ґрунтів є стихійне формування нових типів землекористування, відсутність державних, регіональних і місцевих програм охорони ґрунтів і низький рівень фінансового забезпечення заходів з охорони ґрунтів від ерозії [1]. Посилення процесів ерозії ґрунтового покриття

ву зумовлено також порушенням організації території [5]. Варто зазначити, що основним завданням аграрних ландшафтів є задоволення постійно зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію, зберігаючи при цьому біорізноманіття та екосистемні послуги, що надаються лісовими екосистемами. Важливим питанням є розуміння потенціалу лісу для природної регенерації втрачених екосистемних функцій [6, 18]. Щоб оцінити такий потенціал, необхідно знати розмаїття сільськогосподарських земель, що використовуються в ландшафті, кількісно про екологічні порушення, завдані таким використанням, і оцінювати регенерацію лісів як функцію порушення як на рівні сільськогосподарського поля, так і на інших ландшафтних рівнях [7, 19]. Негативно на стані земельних ресурсів позначається занепад лісомеліорації, порушення стану ползахисних лісосмуг, нехтування основними правилами ерозійно небезпечного землекористування та відсутністю належного впровадження в системі землеробства ефективних протиерозійних заходів. Контроль ерозії – це комплекс заходів, які мають на меті запобігти розвитку пошкоджуючої дії ерозії, зменшити інтенсивність ерозії до прийняттого рівня або нижче. Ерозія, незалежно від того, чи вона є водною, вітровою або виникає внаслідок обробітку ґрунту, складається з трьох різних дій – відшарування ґрунту, переміщення та осадження ґрунту. Ерозія постійно відбувається у природних умовах. Ерозійний потенціал будь-якої поверхні визначається чотирма основними факторами: характеристиками ґрунту, рослинним покривом, рельєфом та кліматом. Відшарування частинок ґрунту – це функція ерозійних сил удару краплі дощу та потоку води [8]. Гідрологія, топографія, ерозивність ґрунту, транспортабельність ґрунту, поверхневий покрив ґрунту, рослинні залишки, тип землекористування, підземні ефекти, обробіток ґрунту, шорсткість та ознаки обробітку ґрунту – це основні фактори, що впливають на процеси ерозії. Методи контролю ерозії ґрунтів теоретично прості та легкі, але практично жорсткі, забирають багато часу, трудомісткі й затратні. Практично всі методи контролю ерозії ґрунту дуже залежать від місця. Пошкодження від ерозії насамперед є наслідком зміни способу використання землі, наприклад, перетворення лісових або трав'янистих природних екосистем на сільськогосподарські землі, перехід від маленького фермерства на велике сільськогосподарське виробництво [9, 20]. Ерозія та деградація земель може бути наслідком неправильних технічних дій, наприклад, будівництво неправильної дорожньої мережі або водних шляхів. Такі зміни та інтервенції порушують баланс між дією ерозійних факторів та здатністю ґрунту протидіяти негативному впливу таких факторів. Одним із головних завдань збереження земельних ресурсів та збільшення врожайності сільськогосподарських культур є захист ґрунтів від ерозії, відновлення і підвищення продуктивності еродованих земель [1].

*Мета* роботи полягала у вивченні та визначенні факторів чутливості ґрунтового покриву Волинської області до ерозії. Серед *завдань* досліджень – виведення транзитної матриці, яку можна охарактеризувати за допомогою розподілу ймовірностей стаціонарного стану системи та рекурентного часу повернення до стаціонарного стану.

### Матеріали і методи досліджень

Оцінка водної ерозії виконана за допомогою моделі RUSLE [2].

Метеорологічні дані одержані на основі метеорологічних спостережень на 12 метеостанціях області та у безпосередній близькості до області в межах України, Республіки Білорусь та Республіки Польща з National Climatic Data Center (<https://www.ncdc.noaa.gov/>) за допомогою пакету rnoaa [10].

Коефіцієнт чутливості ґрунту до ерозії (K) є індикатором сприйнятливості ґрунту чи поверхневого матеріалу до ерозії, транспортабельності осаду та кількості і швидкості стоку при конкретному рівні опадів, виміряних у стандартних умовах. Стандартною умовою є одинична ділянка довжиною 22,6 м з 9 % градієнтом, який постійно підтримується [15]. Коефіцієнт чутливості ґрунту до ерозії K оцінювали на основі ґрунтових текстур та вмісту органічного вуглецю. Значення K відображають швидкість втрат ґрунту в перерахунку на показник ерозивності дощу та стоку (R). Коефіцієнти ерозивності ґрунту K найкраще отримувати з прямих вимірювань на природних ділянках стоку. Для оцінки значень K було взято модель, що використовує дані, які описують розмір частинок ґрунту та вміст органічної речовини ґрунту. У моделі є декілька параметрів, які порівняно просто можна отримати. Формула, яка використовується для цієї моделі, така:

$$\times K = 0,0293 \times (0,65 - D_g + 0,24D_g^2) \times \exp\left(-0,0021 \frac{OM}{c} - 0,00037 \left(\frac{OM}{c}\right)^2 - 4,02c + 1,72c^2\right),$$

де OM – вміст органічної речовини у ґрунті, виражений у відсотках, а c – вміст глини, виражений у вигляді частки. D<sub>g</sub> можна обчислити, використовуючи таку формулу:

$$D_g = \sum f_i \lg \sqrt{d_i d_{i-1}}$$

де  $D_g$  – натуральний логарифм середнього геометричного розподілу розміру частинок,  $d_i$  (мм) – максимальний діаметр  $i$ -го класу,  $d_{i-1}$  (мм) – мінімальний діаметр, та  $f_i$  – масова частка класу частинок відповідного розміру.  $D_g$  розраховували на основі трьох класів розмірів частинок: піску (0,05–2 мм), мулу (0,002–0,05 мм) та глини (0,00005–0,002 мм). Отримані в результаті значення  $K$  були виражені в одиницях  $CI$  (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>).

### Результати досліджень та їх обговорення

Вирішальним чинником у формуванні ґрунтово-рослинних та мікрокліматичних особливостей території виступає рельєф, зважаючи на це, необхідно аналізувати та брати до уваги геоморфологічні умови при сільськогосподарському природокористуванні. Без аналізу кліматичних умов, ґрунтів, рослинного покриву та інших складників ландшафтного комплексу неможливе вивчення рельєфу для сільськогосподарських потреб [11]. Фактор чутливості ґрунтів до ерозійного впливу значною мірою залежить від генетичних особливостей ґрунтів та їхніх властивостей. У межах області відповідно до European Soil Database [12] представлено 17 ґрунтових типів за WRB (2006) (рис. 1). Найбільшу площу області (22,5 %) займають Umbric Albeluvisol, які щонайбільше можуть бути поставлені у відповідність дерново-підзолистим ґрунтам за вітчизняною класифікацією (дерново-слабокідзолисті та середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані, дерново-слабокідзолисті супіщані та суглинкові або дерново-середньопідзолисті супіщані та суглинкові) [13]. Дещо меншу площу (17,9 %) займають Gleyic Albeluvisol (дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові ґрунти). Також варто зазначити важливу роль у структурі ґрунтового покриву Fibric Histosol (торф'яні болотні верхові ґрунти) та Humic Gleysol (темно-сірі лісові ґрунти), які займають 11,4 та 10,8 % території області відповідно.

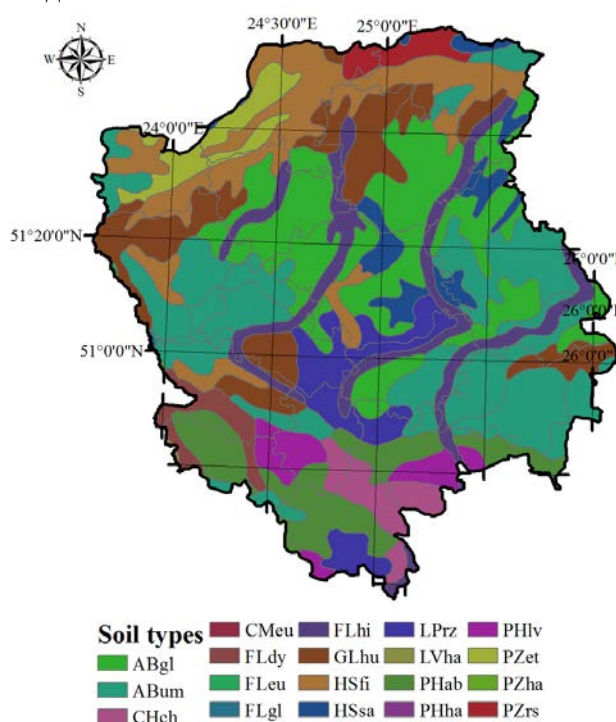


Рис. 1. Ґрунтова карта Волинської області (на основі European Soil Database Maps, класифікація за World Reference Base – WRB) (Panagos, 2006).

ABgl – Gleyic Albeluvisol (Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові);  
 ABum – Umbric Albeluvisol (Дерново-підзолисті); CHch – Chernic Chernozem (Чорнозем типовий);  
 FLdy – Dystric Fluvisol (Алювіальні кислі); FLhi – Histic Fluvisol (Лучно-болотні); GLhu – Humic Gleysol (Темно-сірий опідзолений легкосуглинистий); HSfi – Fibric Histosol (Торф'яні болотні верхові); HSsa – Sapric Histosol (Торф'яні болотні низинні); LPrz – Rendzic Leptosol (Дерново-карбонатні); PHab – Albic Phaeozem (Ясно-сірий опідзолений легкосуглинистий); PHlv – Luvic Phaeozem (Чорнозем опідзолений середньосуглинистий); PZha – Naplic Podzol (Підзол)

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Інші типи разом покривають 37,4 % поверхні області. Перевага різних типів ґрунтів змінюється залежно від географічного положення адміністративного району. Так, дерново-підзолисті ґрунти переважають у Ківерцівському, Маневицькому, Любомльському, Турійському, Рожищенському та Володимир-Волинському районах (табл. 1).

### 1. Структура ґрунтового покриття адміністративних районів Волинської області.

#### Класифікація типів ґрунту наведена за WRB

Район	ABgl	ABum	CHch	FLdy	FLhi	GLhu	HSfi	HSsa	LPrz	PHab	PHlv	PZha
Горохівський	–	3,3	27,6	–	4,2	–	–	–	18,3	42,0	4,6	–
Іваничівський	–	10,0	–	19,8	–	–	–	–	–	54,5	15,8	–
Камінь-Каширський	40,5	1,0	–	–	10,1	34,7	9,0	4,7	–	–	–	–
Ківерцівський	0,2	78,0	–	–	1,5	13,6	–	–	–	6,7	–	–
Ковельський	45,8	3,2	–	–	14,7	–	7,2	16,8	12,3	–	–	–
Любешівський	10,4	12,9	–	–	5,0	12,0	34,0	10,4	–	–	–	15,3
Любомльський	7,7	42,8	–	–	1,6	35,2	12,7	–	–	–	–	–
Локачинський	0,3	12,5	15,0	–	5,5	3,5	–	–	22,1	17,6	23,6	–
Луцький	3,9	9,6	15,4	–	5,3	–	–	–	11,4	32,5	21,9	–
Маневицький	32,5	44,5	–	–	12,1	2,4	–	8,6	–	–	–	–
Ратнівський	6,9	–	–	–	2,8	7,6	47,3	0,9	–	–	–	34,5
Рожищенський	24,4	31,2	–	–	25,7	–	–	–	18,6	–	–	–
Шацький	–	23,9	–	–	–	4,4	43,0	–	–	–	–	28,7
Старовижівський	57,7	1,9	–	–	14,5	7,1	17,3	–	–	–	–	1,5
Турійський	8,7	39,1	–	–	10,5	17,8	1,2	–	22,7	–	–	–
Володимир-Волинський	–	26,9	–	22,8	6,5	17,5	14,1	–	–	8,0	3,7	0,5

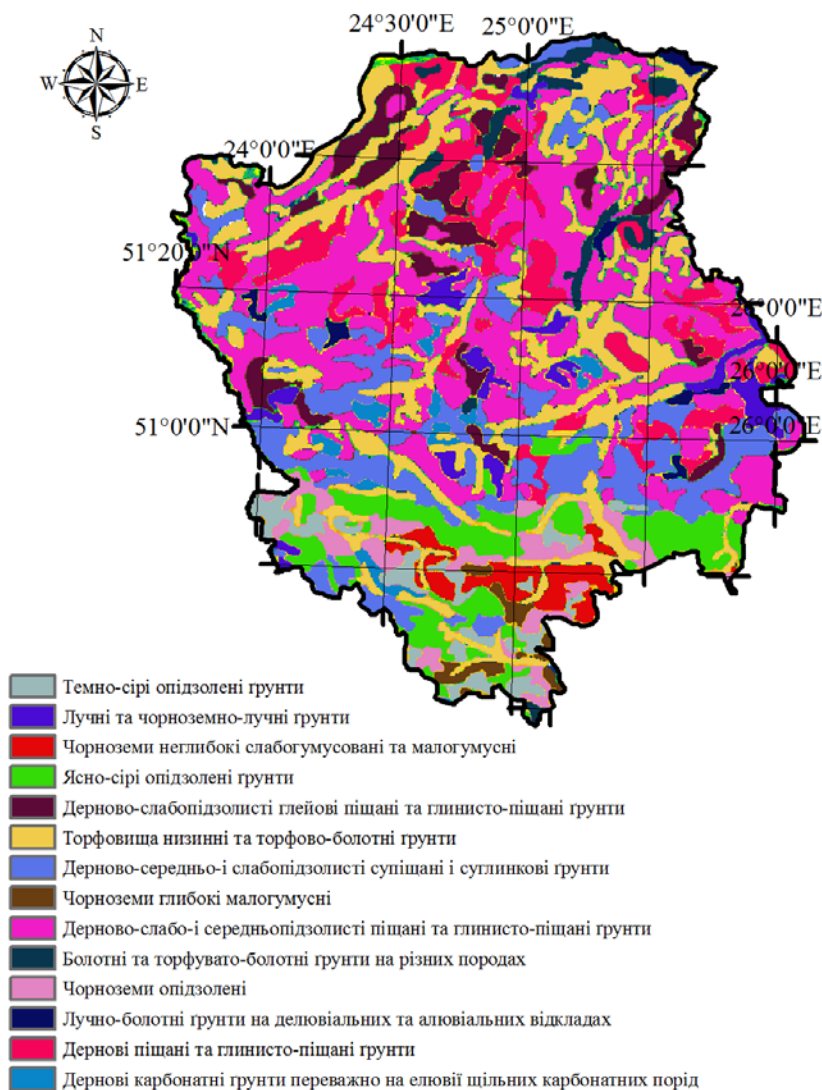
**Умовні позначення:** ABgl – Gleyic Albeluvisol (Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові); ABum – Umbric Albeluvisol (Дерново-підзолисті); CHch – Chernic Chernozem (Чорнозем типовий); FLdy – Dystric Fluvisol (Алювіальні кислі); FLhi – Histic Fluvisol (Лужно-болотні); GLhu – Humic Gleysol (Темно-сірий опідзолений легкосуглинистий); HSfi – Fibric Histosol (Торф'яні болотні верхові); HSsa – Sapric Histosol (Торф'яні болотні низинні); LPrz – Rendzic Leptosol (Дерново-карбонатні); PHab – Albic Phaeozem (Ясно-сірий опідзолений легкосуглинистий); PHlv – Luvic Phaeozem (Чорнозем опідзолений середньосуглинистий); PZha – Haplic Podzol (Підзол)

Торф'яні болотні верхові ґрунти займають найбільшу площу Ратнівського, Шацького та Любешівського районів. Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глеюваті супіщані та суглинкові ґрунти формують основу ґрунтового покриття Ковельського, Камінь-Каширського та Старовижівського районів. Темно-сірі лісові ґрунти найбільш поширені в Камінь-Каширському, Любомльському, Турійському та Володимир-Волинському районах. У структурі ґрунтового покриття домінують ясно-сірі ґрунти в Іваничівському, Горохівському та Луцькому районах. У Локачинському районі практично однакове значення мають чорноземи опідзолені та дерново-карбонатні ґрунти. Потрібно відзначити, що відомості у European Soil Database Maps представлені у вигляді растру з розміром комірки 1 × 1 км, але насправді точність наведених даних є адекватною для оцінки варіювання ґрунтових властивостей на рівні європейського континенту або на національному рівні. Реальні ґрунтові ареали в межах Волинської області представлені досить широко. Внаслідок чого зональні статистики за окремими ґрунтовими властивостями, тут – вміст органічної речовини та глинистої фракції, які розраховані на основі карти ґрунтів, не відповідають реальним значенням цих ознак для окремих типів ґрунтів. Схематично представлені ареали ґрунтів охоплюють значну частину ареалів сусідніх ґрунтів із суттєво відмінними властивостями, внаслідок чого відбувається неадекватне усереднення оцінок. Очевидно, що відповідність зональних оцінок ґрунтових властивостей у межах картографічно відображених типів ґру-

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

нтів їх типовим значенням є необхідною умовою верифікації просторових даних, що безпосередньо впливає на точність оцінок, зокрема ерозії ґрунтів.

Ґрунтова карта Волинської області з ґрунтовими типами, представленими відповідно до національної класифікації, характеризується значно більшою точністю оцінок положення ґрунтових типів (рис. 2). Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти формують не менше 40 % від площі Любомльського, Старовижівського, Ковельського, Камінь-Каширського та Шацького районів.



**Рис. 2. Карта ґрунтів Волинської області**

Джерело: (за <http://geomap.land.kiev.ua/obl-2.html>)

Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти займають 26–37 % площі у Маневицькому, Турійському, Ківерцівському та Любешівському районах. Дерново-середньо- і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти є основою структури ґрунтового покриву в Рожищенському, Ківерцівському, Турійському та Володимир-Волинський, де вони займають 28–38 % площі. У Іваничівському, Локачинському, Ковельському, Любомльському та Любешівському цей тип становить не менше 10 % площі. Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти займають 20–25 % площі Камінь-Каширського, Ратнівського та Маневицького районів.

Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти займають 10–25 % площі Ратнівського, Старовижівського та Камінь-Каширського районів. Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід найчастіше трапляються в Турійському (9,4 %) та Іваничівському (7,7 %) районах. Ясно-сірі опідзолені ґрунти займають 22,6–25,8 % в Горохівському, Луцькому та Локачинському районах. Темно-сірі опідзолені ґрунти займають значну частину площі Горохівсь-

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

кого та Іваничівського районів (18,1 та 17,7 % відповідно).

Чорнозем опідзолений середньосуглинистий найчастіше трапляється в Луцькому, Іваничівському та Горохівському районах, де він покриває не менше 14,7 %. Чорнозем середньоглибокий легкосуглинистий найчастіше трапляється у Луцькому (22,9 %) та Локачинському (18,0 %) районах. Чорнозем глибокий середньосуглинистий є найбільш типовим для ґрунтового покриву Горохівського району (16,5 %). Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти найбільш поширені в Шацькому (33,2 %), Ратнівському (32,3 %) та Любешівському (30,0 %) районах. Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах найчастіше трапляються в Любешівському районі (14,0 %). Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах займають не більше 2,5–3,1 % площі Любешівського, Любомльського та Маневицького районів. Найчастіше лучні та чорноземно-лучні ґрунти трапляються в Ковельському (12,1 %) та Маневицькому (8,5 %) районах.

Оцінка просторового варіювання вмісту органічної речовини як найважливішого фактору протиерозійної стійкості ґрунтів може бути одержана на основі моделі SoilGrids250m [14, 16] (табл. 2).

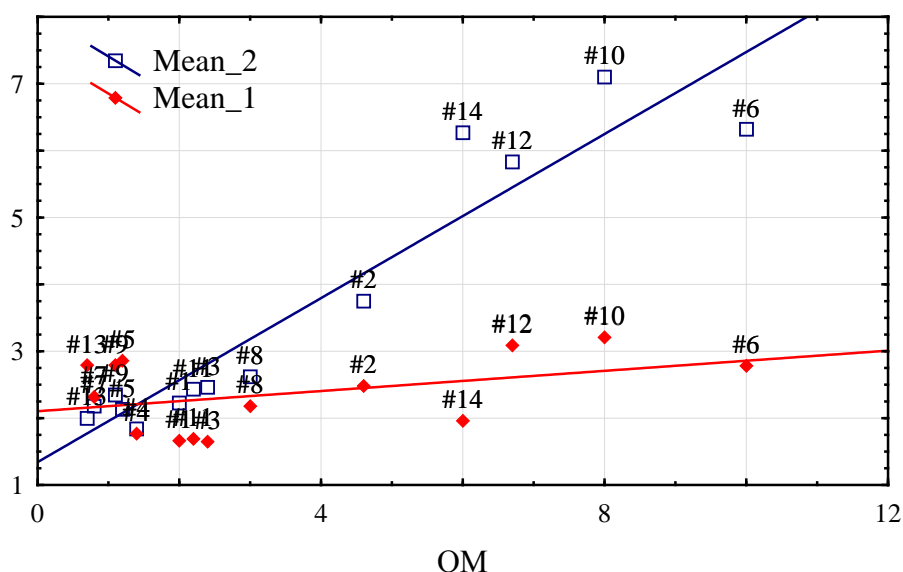
### 2. Структура ґрунтового покриву адміністративних районів Волинської області (у % від загальної площі району)

Район	Ґрунт													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Горохівський	18,1	–	5,9	25,8	–	8,8	7,5	16,5	–	2,2	14,7	–	–	0,4
Іваничівський	17,7	4,1	0,8	18,8	–	7,0	20,1	0,2	0,1	0,1	23,3	–	–	7,7
Камінь-Каширський	–	–	–	–	10,4	11,2	2,5	1,3	42,2	7,2	–	0,7	24,5	–
Ківерцівський	1,3	1,6	0,1	16,2	2,4	4,1	34,7	1,5	27,0	0,3	2,8	1,5	6,4	–
Ковельський	–	12,1	–	–	2,5	14,7	10,6	1,7	42,2	1,3	0,3	–	10,6	4,1
Любешівський	–	2,1	–	–	7,3	3	10,0	1,3	26,8	14,0	–	3,1	5,3	–
Любомльський	–	3,1	–	–	6,3	8,8	10,2	1,5	49,5	0,5	0,3	2,7	14,4	2,8
Локачинський	8,5	1,9	18,0	22,6	–	10,9	15,1	4,0	8,2	1,0	9,9	–	–	–
Луцький	5,9	0,6	22,9	25,6	–	14,5	2,9	1,5	1,5	0,8	23,7	–	0,1	–
Маневицький	–	8,5	–	–	2,6	19,3	4,4	0,7	37,8	4,1	0,2	2,5	19,9	–
Ратнівський	–	–	–	–	25,9	32,3	2,9	1,7	9,3	4,9	–	–	22,9	–
Рожищенський	0,8	3,5	–	9,3	2,0	21,0	38,5	0,9	11,9	0,9	0,4	–	10,1	0,6
Шацький	–	1,4	–	–	4,8	33,2	9,1	1,5	40,3	2,4	–	–	7,3	–
Старовижівський	–	0,3	–	–	12,6	19,2	3,4	2,1	46,0	1,1	–	–	15,4	–
Турійський	–	1,9	–	–	2,4	13,1	30,5	2,2	34,2	2,0	0,7	1,6	2,0	9,4
Володимир-Волинський	6,6	1,4	–	16,9	2,2	17,3	28,3	1,1	8,8	0,7	10,9	–	–	5,7

**Умовні позначки:** 1 – Темно-сірі опідзолені ґрунти, 2 – Лучні та чорноземно-лучні ґрунти, 3 – Чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, 4 – Ясно-сірі опідзолені ґрунти, 5 – Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 6 – Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти, 7 – Дерново-середньо-і слабопідзолисті суглинкові ґрунти, 8 – Чорноземи глибокі середньосуглинисті, 9 – Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти, 10 – Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, 11 – Чорнозем опідзолений середньосуглинистий, 12 – Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах, 13 – Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 14 – Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід

Порівняння типових значень вмісту органіки для різних типів ґрунтів з їхніми оцінками, одержаних у межах відповідних ґрунтових ареалів, вказує на суттєві розбіжності.

Оцінки для типів ґрунтів, які звичайно характеризуються низькими значеннями вмісту органічної речовини є завищеними, а для тих типів, які звичайно мають високі показники вмісту органіки, – заниженими (рис. 3).



**Рис. 3. Залежність оцінок вмісту органічної речовини в шарі ґрунту 0–5 см за моделлю SoilGrids250m (Mean\_1) та за прогнозом на основі дискримінантної моделі (Mean\_2) від типових для відповідних типів ґрунтів.**

**Умовні позначення:** 1 – Темно-сірі опідзолені ґрунти, 2 – Лучні та чорноземно-лучні ґрунти, 3 – Чорноземи середньоглибокі легкосуглинисті, 4 – Ясно-сірі опідзолені ґрунти, 5 – Дерново-слабопідзолисті глейові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 6 – Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти, 7 – Дерново-середньо- і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти, 8 – Чорноземи глибокі середньосуглинистий, 9 – Дерново-слабо- і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти, 10 – Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах, 11 – Чорнозем опідзолений середньосуглинистий, 12 – Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах, 13 – Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти, 14 – Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії щільних карбонатних порід

Причини таких невідповідностей можуть бути дві. Це – неточні просторові моделі ареалів ґрунтів, що призводять до ефекту усереднення, – помилковий перетин ареалів низькогумусних типів територій, які звичайно мають більший вміст гумусу, що буде надавати хибно високі оцінки вмісту гумусу. І навпаки – коли ареали типів з високим вмістом гумусу помилково заходять у межі бідних ґрунтів, тоді оцінки будуть заниженими. Другим джерелом помилок можуть бути неточні оцінки вмісту органіки за моделлю SoilGrids250m. Очевидно, що глобальна модель SoilGrids250m може мати різний рівень точності для різних типів ґрунтів. З одного боку, немає підстав повністю її ігнорувати як унікальне джерело інформації про просторове варіювання вмісту органіки у ґрунтах регіону, без чого неможливо моделювати ерозійні процеси. З іншого боку, потребують свого уточнення оцінки цього показника, оскільки оцінки вмісту органіки мають великий та систематичний характер. Для пошуку адекватної моделі просторового варіювання вмісту органіки у ґрунтах регіону запропонована така процедура.

На першому етапі ми за допомогою дискримінантного аналізу верифікували просторове розміщення ареалів головних типів ґрунтів. Для цього як навчальну вибірку застосовано відомості про розміщення типів ґрунтів за національною класифікацією. Як предиктори типів ми обрали показники, які в комплексі характеризують основні ґрунтоутворюючі фактори, просторове варіювання яких відоме з роздільною здатністю 250 м. Фактор ґрунтоутворюючої породи описаний за допомогою просторових моделей варіювання вмісту глини, мулу, піску та великих уламків за базою даних SoilGrids250m [14]. Також залучені для аналізу властивості, які пов'язані з особливостями ґрунтоутвірної породи, а саме рН водної витяжки та витяжки з розчину KCl, а також катіонообмінна ємність. До переліку показників включений показник густини складення ґрунту.

Загальний тренд варіювання кислотності рН та рН KCl є подібним з певними особливостями (рис. 4). Показник кислотності рН варіює у ґрунтах регіону в межах від 4,2 до 7,3. Нейтральні та слаболужні ґрунти є характерними для південної та центральної частини регіону, а кислі – для північної частини. Показник рН KCl варіює в межах від 3,8 до 6,8.

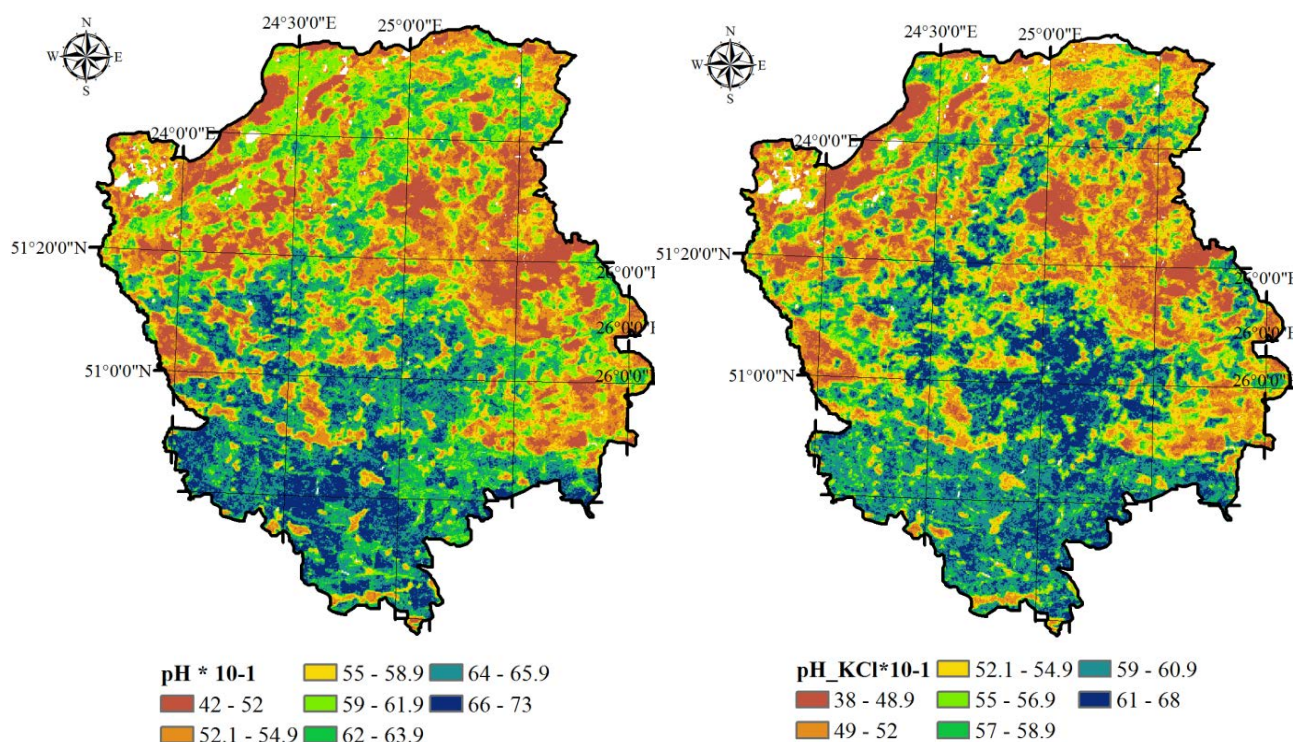


Рис. 4. Просторове варіювання кислотності ґрунтів (pH та pH KCl)

Відповідно до типізації ландшафтного покриття Leaf Area Index (LAI) (рис. 5), найбільшу площу трав'янистий рослинний покрив та зернові культури займають у межах Рожищенського (78,0 %), Локачинського (73,6 %) та Іваничівського (67,5 %) районів (табл. 4.8). У середньому цей тип покриття по області займає 40,3 % поверхні. Найменшу частку трав'янистий рослинний покрив та зернові культури займають у Шацькому (7,0 %) та Ратнівському (16,2 %) районах. Широколистяні сільськогосподарські культури понад 20 % займають площу Іваничівського, Луцького та Горохівського районів. У інших районах площа, яка зайнята цим типом рослинного покриття, не перевищує 10,7 % (у середньому – 3,2 %).

Для оцінки фактору чутливості ґрунту до впливу ерозії за основу були взяті дві властивості ґрунту – вміст органічної речовини та глини у гранулометричному складі ґрунту у верхньому шарі 0–5 см (рис. 6).

Вміст органічної речовини у ґрунтах області варіює в межах 6–444 г/кг. Найбільший вміст органічної речовини у ґрунтах спостерігається на півночі області, а найменший – на півдні. На фоні згаданої закономірності варто відзначити значну строкатість розподілу органіки у ґрунтах, що обумовлено впливом ґрунтоутворних факторів: материнською породою, кліматичними умовами, рельєфом, особливостями рослинного покриття, часом відступу льодовика та особливостями антропогенного впливу. Глиниста фракція варіює в межах 0,03–0,21. Найбільший вміст глинистої фракції властивий ґрунтам на півдні області, а найменший – на півночі.

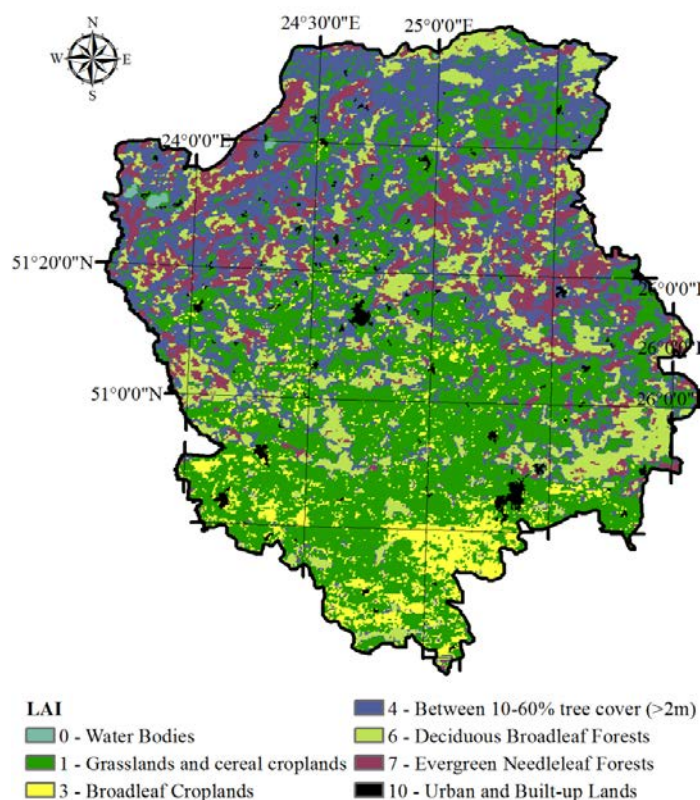
Фактор чутливості ґрунту до ерозійного впливу варіює в межах від 0 до 0,10 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>).

Найменш чутливі до впливу факторів ерозії ґрунти на півночі регіону в зоні Полісся, а найбільш чутливі – на півдні у Лісостеповій зоні. Отже, перерозподіл опадів протягом року навіть за умов константності їх середньорічного рівня, здатні призводити до суттєвих змін у показниках фактора зливної ерозії. Найбільш чутливими до ерозійного впливу є ґрунти Локачинського (0,074 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>)), Горохівського (0,073 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>)) та Луцького (0,072 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>)) районів, а найменш чутливими є ґрунти Любешівського (0,017 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>)), Ратнівського (0,035 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>)) та Шацького районів (0,035 (т·гм<sup>2</sup>·год)/(МДж·мм·год<sup>2</sup>)) (табл. 4.10).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Ерозійні умови в межах адміністративних районів значно нерівномірні. Найбільша нерівномірність, яка виражена за допомогою діапазон мінливості значень чутливості ґрунту до ерозії, характерна для Володимир-Волинського (діапазон становить  $0,103 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ), Іваничівського (діапазон –  $0,099 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ) та Рожищенського районів (діапазон –  $0,099 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ). Найбільш однорідні ерозійні умови характерні для Любешівського, Маневицького та Старовижівського районів (діапазон –  $0,076\text{--}0,086 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах району є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ( $r = -0,95, p < 0,001$ ).

Найбільшою чутливістю до ерозійного впливу характеризуються ясно-сірі опідзолені ґрунти ( $0,077 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ), темно-сірі опідзолені ґрунти ( $0,074 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ), чорноземи глибокі середньосуглинисті ( $0,071 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ) та чорнозем опідзолений середньосуглинистий ( $0,071 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ).



**Рис. 5. Просторове розміщення типів ландшафтного покриття Волинської області за типологією Leaf Area Index (LAI).**

**Умовні позначення:** 0 – водойми (Water Bodies – At least 60% of area is covered by permanent water bodies); 1 – трав'янистий рослинний покрив та зернові культури (Grasslands – dominated by herbaceous annuals (<2 m) including cereal croplands); 3 – широколистяні сільськогосподарські культури (Broadleaf Croplands – dominated by herbaceous annuals (<2 m) that are cultivated with broadleaf crops); 4 – рідколісся (Savannas – between 10-60% tree cover (>2 m)), 6 – широколистяні ліси (Deciduous Broadleaf Forests – dominated by deciduous broadleaf trees (>2 m). Tree cover >60%); 7 – хвойні ліси (Evergreen Needleleaf Forests – dominated by evergreen conifer trees (>2 m). Tree cover >60%); 10 – урбанізовані території (Urban and Built-up Lands – at least 30% impervious surface area including building materials, asphalt, and vehicles)

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

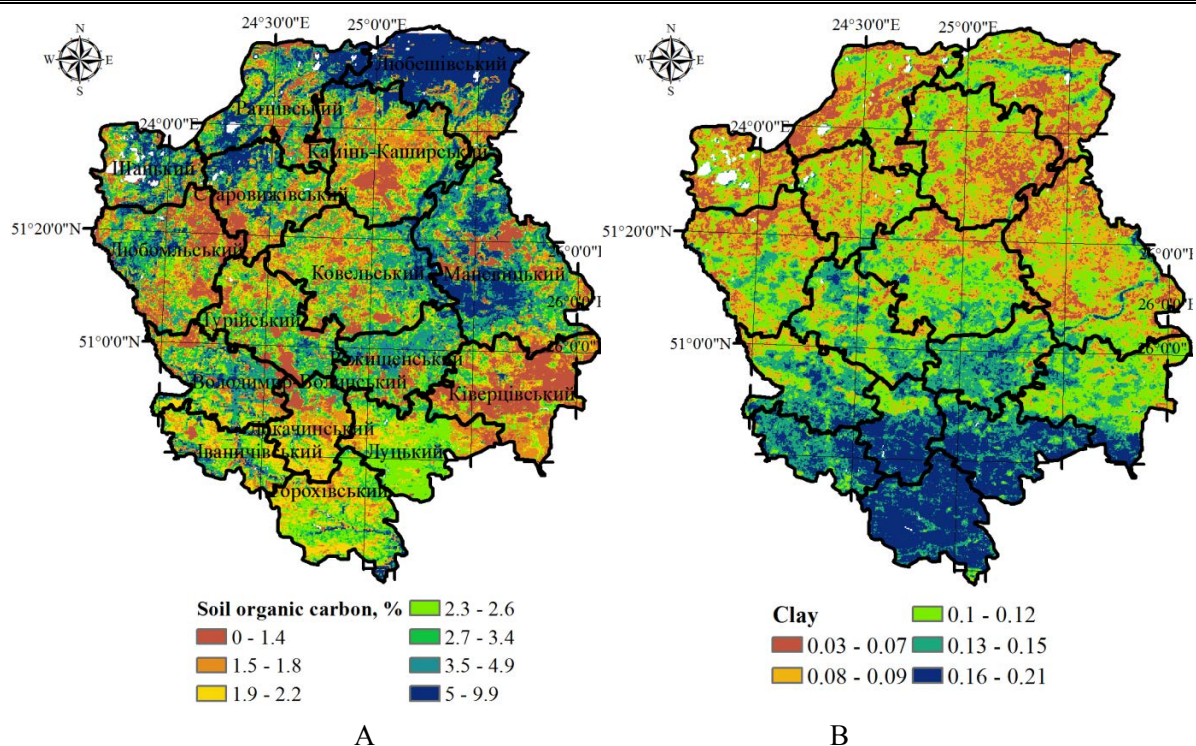


Рис. 6. Вміст органічної речовини (А, г/кг) та глини у гранулометричному складі (частка від загальної ваги) у верхньому шарі ґрунту (0–5 см).

Найбільш стійкі до ерозійного впливу є болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах ( $0,010 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ), лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах ( $0,013 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ) та торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти ( $0,014 \text{ (т}\cdot\text{гм}^2\cdot\text{год)} / (\text{МДж}\cdot\text{мм}\cdot\text{год}^2)$ ). Між середнім значенням фактора чутливості ґрунтів до водної ерозії та коефіцієнтом варіації цього показника в межах типів ґрунтів є статистично вірогідний від'ємний кореляційний зв'язок ( $r = -0,95, p < 0,001$ ).

Серед типів рослинного покриття найбільш чутливими до впливу водної ерозії є сільськогосподарські угіддя.

### Висновки

1. Транзитна матриця рівнів втрат ґрунту внаслідок водної ерозії кількісно характеризує динаміку інтенсивності ерозійних втрат ґрунту. Транзитну матрицю можна охарактеризувати за допомогою розподілу ймовірностей стаціонарного стану системи та рекурентного часу повернення до стаціонарного стану. Сучасний стан агроландшафтної системи не має механізмів збереження земель з практично відсутньою ерозією. Вірогідність існування такого стану з плином часу практично наближається до нуля, але час зникнення земель із практично відсутньою ерозією наближається до нескінченності. Тобто зникнення земель із практично відсутньою ерозією відбувається повільно, але невпинно.

2. У стаціонарному стані для усіх типів ґрунтів практично відсутня ерозія має вірогідність, яка наближається до нуля. Найбільш стійкі в ерозійному аспекті ґрунти з високим вмістом гумусу та ті, які розміщені в понижених елементах рельєфу. Найбільші ризики інтенсивного розвитку ерозійних процесів встановлені для чорноземних та темно-сірих ґрунтів. Для цих типів вірогідність помірного рівня ерозії у стаціонарному стані становить  $0,48\text{--}0,51$ , а вірогідність високого рівня ерозії –  $0,13\text{--}0,29$ . Вірогідність дуже високої ерозії у стаціонарному стані порівняно невисока ( $0,01\text{--}0,06$ ), але вище, ніж у поточному стані.

### References

1. Talchabhadel, R., Prajapati, R., Aryal, A., & Maharjan, M. (2020). Assessment of rainfall erosivity (R-factor) during 1986–2015 across Nepal: a step towards soil loss estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (5). doi: 10.1007/s10661-020-8239-9.

2. Ban, J. K., Yu, I., & Jeong, S. (2016). Estimation of Soil Erosion Using RUSLE Model and GIS Techniques for Conservation Planning from Kulekhani Reservoir Catchment, Nepal. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, 16 (3), 323–330. doi: 10.9798/kosham.2016.16.3.323.
3. Zhang, X., Yang, W., Xin, X., Zhu, A., & Ding, S. (2020). Poor physical structural components restrict soil fertility and crop productivity for wheat–maize cropping. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 117 (2), 169–184. doi: 10.1007/s10705-020-10063-z.
4. Rajmohan, K. S., Chandrasekaran, R., & Varjani, S. (2020). A Review on Occurrence of Pesticides in Environment and Current Technologies for Their Remediation and Management. *Indian Journal of Microbiology*, 60 (2), 125–138. doi: 10.1007/s12088-019-00841-x.
5. Podkovyrova, M., Kucherov, D., & Ivanenko, V. (2019) Development of a territorial model of agricultural land use on a landscape-ecological basis. *International Journal of Advanced Biotechnology Research*, 12, 407–410.
6. Gomiero, T. (2016). Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Reviewing a Complex Challenge. *Sustainability*, 8 (3), 281. doi: 10.3390/su8030281.
7. Zermelo-Hernández, I., Pingarroni, A., & Martínez-Ramos, M. (2016). Agricultural land-use diversity and forest regeneration potential in human- modified tropical landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 210–220. doi: 10.1016/j.agee.2016.06.007.
8. Renard, K. G., Meyer, L. D., & Foster, G. R. (1997) *Revised Soil Universal Soil Loss Equation*.
9. De Santos Loureiro, N., & de Azevedo Coutinho, M. (2001). A new procedure to estimate the RUSLE EI30 index, based on monthly rainfall data and applied to the Algarve region, Portugal. *Journal of Hydrology*, 250 (1-4), 12–18. doi: 10.1016/s0022-1694(01)00387-0.
10. Chamberlain S rnoaa: “NOAA” Weather Data from R. R package version 0.9.5.
11. Molchak, Ya. O., & Potapova, A. G. (2010) *Konstruktivno-geografichnij analiz ta ocinka prirodnogo agrosursnogo potencialu Volinskoyi oblasti*. Luck RVV: LNTU.
12. Panagos, P. (2006). The European soil database. *Geo: Connex*, 5, 32–33.
13. Ivanyuk, G. (2013). Korelyaciya nomenklaturi gruntiv Ivivskoyi oblasti ta WrB. *Visnik Lvivskogo Universitetu. Seriya Geografichna*, 41, 153–161 [In Ukrainian].
14. Hengl, T., Mendes de J. J., Heuvelink, G. B. M., Gonzalez, M. R., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M. N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., Guevara, M. A., Vargas, R., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Leenaars, J. G. B., Ribeiro, E., Wheeler, I., Mantel, S., & Kempen, B. (2017) SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLoS One*, 12:e0169748. doi: 10.1371/journal.pone.0169748.
15. Kim, H. (2006) Soil Erosion modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed. South Korea. *Master Thesis*. Colorado State University, Colorado. References - Scientific Research Publishing.
16. Iwahashi, J., & Pike, R. J. (2007) Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology*, 86, 409–440.
17. Littleboy, M., Silburn, D., Freebairn, D., Woodruff, D., Hammer, G., & Leslie, J. (1992). Impact of soil erosion on production in cropping systems .I. Development and validation of a simulation model. *Soil Research*, 30 (5), 757. doi: 10.1071/sr9920757.
18. Wiesmeier, M., Poepflau, C., Sierra, C. A., Maier, H., Frühauf, C., Hübner, R., Hübner, R., Kühnel, A., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Schilling, B., Lütow von M., & Kögel-Knabner, I. (2016). Projected loss of soil organic carbon in temperate agricultural soils in the 21st century: effects of climate change and carbon input trends. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: 10.1038/srep32525.
19. Golosov, V., & Belyaev, V. (2013). The history and assessment of effectiveness of soil erosion control measures deployed in Russia. *International Soil and Water Conservation Research*, 1 (2), 26–35. doi: 10.1016/s2095-6339(15)30037-x.
20. Zerihun, M., Mohammedyasin, M. S., Sewart, D., Adem, A. A., & Lakew, M. (2018). Assessment of soil erosion using RUSLE, GIS and remote sensing in NW Ethiopia. *Geoderma Regional*, 12, 83–90. doi: 10.1016/j.geodrs.2018.01.002.

Стаття надійшла до редакції 29.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г. Фактори чутливості ґрунтів Волинської області до ерозії. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 79–90.

© Матвійчук Богдан Володимирович, Матвійчук Наталя Григорівна, 2020


**original article** | UDC 631. 582:631.8:633.4 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.10

**ECONOMIC EFFICIENCY OF SHORT-ROTATION CROP SUCCESSION DEPENDING ON SUGAR BEET FERTILIZATION SYSTEM**
*M. V. Tyshchenko*<sup>1</sup>
*S. V. Filonenko*<sup>2\*</sup>
*I. V. Borovyk*<sup>2</sup>
*O. V. Koval*<sup>2</sup>
*Zh. V. Hudymenko*<sup>2</sup>

 ORCID [0000-0001-8360-8852](https://orcid.org/0000-0001-8360-8852)

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

<sup>2</sup> Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody, str., Poltava, 36003, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: [sergii.filonenko@pdaa.edu.ua](mailto:sergii.filonenko@pdaa.edu.ua)

## How to Cite

Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., Borovyk, I. V., Koval, O. V., & Hudymenko, Zh. V. (2020). Economic efficiency of short-rotation crop succession depending on sugar beet fertilization system. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 91–98. doi: 10.31210/visnyk2020.03.10

Applying mineral and organic fertilizers under sugar beet is one among important measures of raising the level of economic efficiency of grain and beetroot crop rotations. However, there are not enough experimental data concerning the effect of fertilization system of sugar beet and other crops cultivated in the zone of insufficient moistening on economic efficiency of short-term rotation crop succession. So, these are the topicality and practical importance of corresponding studies, the aim of which is to determine the effect of fertilizing sugar beet and other crops on economic efficiency of short-term rotation crop succession. The task of the research was to study the influence of various fertilization systems used during cultivating sugar beet and other crops in short-term rotation crop succession, on different economic indicators, characterizing the efficiency of agricultural production; to choose the best variant of fertilizing sugar beet and other crops concerning economic characteristics. Corresponding experiments were conducted in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, during long-term permanent experiment in the structural subdivision of the Institute of Bio-Energy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, at Veselyi Podil Experimental Selection Station (in Semenivka district, Poltava region) during 2015–2018. As a result of the studies, it has been established that in short-rotation crop succession, applying 6.25 t of manure +  $N_{56.2}P_{75.0}K_{56.2}$  and 12.5 t of manure +  $N_{33.8}P_{45.0}K_{33.8}$  per 1 ha of plow land during crop rotation resulted in the highest gross output value – 19,166 and 19,270 UAH, respectively. Applying 6.25 t of manure +  $N_{11.2}P_{15.0}K_{11.2}$  and 6.25 t of manure +  $N_{33.8}P_{45.0}K_{33.8}$  during crop rotation ensured obtaining the highest net operating profit per 1 ha of crop rotation area – 9,728 and 8,569 UAH, respectively. Among various fertilizers' doses, the best profitability was achieved at applying 6.25 t of manure +  $N_{11.2}P_{15.0}K_{11.2}$  and 6.25 t of manure +  $N_{33.8}P_{45.0}K_{33.8}$  – 108 and 82 %, respectively, per 1 ha of rotation area during crop succession.

**Key words:** economic efficiency, crop rotation (succession), sugar beet, fertilization system, gross output value, profitability, cost.

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ ПЛОДОЗМІННОЇ СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

*М. В. Тищенко<sup>1</sup>, С. В. Філоненко<sup>2</sup>, І. В. Боровик<sup>2</sup>, О. В. Коваль<sup>2</sup>, Ж. В. Гудименко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, с. Вереміївка, Полтавська область, Україна

<sup>2</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*Внесення мінеральних і органічних добрив під цукрові буряки є одним із важливих заходів підвищення рівня економічної ефективності зернобурякових сівозмін. Проте дослідних даних саме щодо зони недостатнього зволоження про вплив системи удобрення цукрових буряків та інших культур на економічну ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни вкрай не вистачає. В цьому і полягає актуальність та практичне значення відповідного дослідження, мета якого – визначення впливу удобрення цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур на економічну ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни. Завдання досліджень полягало у вивченні впливу різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур у короткоротаційній плодозмінній сівозміні, на її економічну ефективність. Відповідні дослідження проводили у тривалому стаціонарному досліді структурного підрозділу Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, яким є Веселоподільська дослідно-селекційна станція (Семенівський район, Полтавська область) упродовж 2015–2018 рр. У результаті проведених досліджень встановлено, що в короткоротаційній плодозмінній сівозміні з розрахунку на 1 га її площі найвищу вартість валової продукції одержано у разі внесення під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>56,2</sub>P<sub>75,0</sub>K<sub>56,2</sub> і 12,5 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> – 19166 і 19270 грн відповідно. Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> і 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> сприяло отриманню найбільшого умовно чистого прибутку з розрахунку на 1 га сівозмінної площі – 9728 і 8569 грн відповідно. З-поміж різних доз добрив у розрахунку на 1 га сівозмінної площі найвищу рентабельність отримано за умови застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> і 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> – 108 і 82 % відповідно.*

**Ключові слова:** економічна ефективність, плодозмінна сівозміна, цукрові буряки, система удобрення, вартість валової продукції, рентабельність, собівартість.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРОТКОРОТАЦИОННОГО ПЛОДОСМЕННОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

*Н. В. Тищенко<sup>1</sup>, С. В. Філоненко<sup>2</sup>, І. В. Боровик<sup>2</sup>, О. В. Коваль<sup>2</sup>, Ж. В. Гудименко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Веселоподолянская опытно-селекционная станция Института биоэнергетических культур и сахарной свёклы НААН Украины, с. Веремеевка, Полтавская область, Украина

<sup>2</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Изучение влияния минеральных и органических удобрений, которые вносятся под сахарную свёклу и другие культуры свекловичного севооборота, на экономическую эффективность короткоротационного плодосменного севооборота, особенно для условий зоны недостаточного увлажнения, считается вопросом очень важным и актуальным. Целью соответствующих полевых исследований, которые проводили на протяжении 2015–2018 гг. в стационарном опыте на Веселоподолянской опытно-селекционной станции Института биоэнергетических культур и сахарной свёклы НААН Украины (Семеновский район, Полтавская область), было выяснение влияния удобрення сахарной свёклы и других сельскохозяйственных культур на экономические характеристики короткоротационного плодосменного севооборота. В результате проведенных исследований установлено, что в короткоротационном плодосменном севообороте из расчета на 1 га его площади наибольшую стоимость валовой продукции получено после внесения под сахарную свёклу и другие культуры за ротацию севооборота в пересчёте на 1 га севооборотной площади 6,25 т навоза + N<sub>56,2</sub>P<sub>75,0</sub>K<sub>56,2</sub> и 12,5 т навоза + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> – 19166 и 19270 грн соответственно. Внесение за ротацию севооборота 6,25 т навоза + N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> и 6,25 т навоза + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> способствовало получению наибольшей*

*условно чистой прибыли из расчёта на 1 га севооборотной площади – 9728 і 8569 грн соответственно. Среди разных доз удобрений в перерасчете на 1 га площади севооборота наибольшую рентабельность получили после применения за ротацию севооборота 6,25 т навоза +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  и 6,25 т навоза +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  – 108 і 82 % соответственно.*

**Ключевые слова:** *экономическая эффективность, плодосменный севооборот, сахарная свёкла, система удобрений, стоимость валового продукта, рентабельность, себестоимость.*

### Вступ

Цукрові буряки у країнах так званого бурякового поясу планети відносять до інтенсивних сільськогосподарських технічних культур, тобто таких, що вимагають значних витрат матеріальних та трудових ресурсів [7]. Водночас буряківництво, як вважають численні науковці-аграрії, за певних умов є високоприбутковим і сприяє зміцненню економіки бурякозасадженого сільськогосподарського підприємства [12].

Донедавна в нашій країні цукрові буряки були однією з найпріоритетніших технічних культур, а прибуток від їхнього вирощування становив левову частку прибутку всієї галузі рослинництва [1]. Навіть станом на сьогодні рівень розвитку виробництва цієї культури значною мірою визначає стан економіки аграрно-промислового комплексу й активність формування вітчизняного ринку цукру [4]. Адже буряки є не тільки головним джерелом промислового виробництва цього продукту в Європі, але й провідною культурою з виробництва біогазу [20, 23]. За здатністю формувати значну кількість органічної речовини вони є рекордсменом, що впевнено випередили інші сільськогосподарські культури, зокрема кукурудзу, пшеницю та ін. [17, 21].

Вітчизняні аграрії впевнені, що цукрові буряки мають важливе значення не тільки для економіки всього господарства України загалом, але й для економіки кожного бурякозасадженого сільгоспідприємства [11]. Адже, по-перше, їхні коренеплоди є сировиною для виробництва продукту харчування – цукру; по-друге, від продажу цукрової сировини бурякозасадженого підприємства одержують до половини і більше грошових надходжень і до третини загальної суми чистого прибутку рослинництва; по-третє, цукрові буряки – значне джерело поповнення кормових ресурсів у вигляді гички, а також жому, патоки і комбікормів, які одержують господарства за продаж коренеплодів; по-четверте, цукрові буряки підвищують загальну продуктивність сівозміни [18, 25].

Загалом економічна ефективність виробництва цукрових буряків визначається цілою низкою показників, серед яких основними є врожайність, продуктивність праці, собівартість продукції, ціни, рентабельність і розмір прибутку з одиниці посівної площі [22].

У сівозмінах цукрові буряки є однією з найскладніших польових сільськогосподарських культур, які не терплять «халатного» відношення до своєї технології вирощування. Але ж за умови скрупульозного і прагматичного здійснення всіх технологічних операцій, що мають виконуватись досить якісно і в певній суворій виробничій послідовності, вони здатні сторицею віддячити сільгоспвиробнику зростанням у рази своєї продуктивності і суттєвим поліпшенням якості цукросировини [14].

Саме тому від продуктивного потенціалу цієї культури щонайбільше залежить економічна ефективність самої сівозміни загалом [19, 27]. Науковці вже давно визначились у тому, що в інтенсивному землеробстві врожайність культур залежить від природної родючості ґрунтів і погоди лише на 25 %. При цьому добрива забезпечують від 30 до 60 % врожаю, якісне насіння – від 5 до 20% і засоби захисту рослин – від 5 до 15 % [29]. Такий розподіл впливу на врожайність сформувався завдяки впровадженню нових технологій, внесення комплексних добрив, збалансованих за макро- й мікроелементним складом під потреби кожної рослини [16, 24].

Сьогодні цукрові буряки навіть за теперішнього стану економіки країни – високоприбуткова культура і за рентабельністю виробництва вони посідають провідне місце в економіці бурякозасаджених господарств. До того ж багато науковців переконані, що за будь-яких умов фінансового стану аграрного сектору вони є ефективною культурою [6, 26]. Адже за сучасних умов рівень економіки бурякоцукрового виробництва визначається комплексом заходів, серед яких важливе значення має ефективне використання оптимальних норм внесення мінеральних і органічних добрив під цю культуру [2, 30].

За результатами своїх досліджень науковці Інституту цукрових буряків, зокрема М. В. Роїк, та ін. (2007), зробили висновок, що економічно обґрунтованим і ефективним варіантом за виробничої перевірки виявився той, де вносили органічні та мінеральні добрива з розрахунку 300 кг/га. Саме на цьому варіанті найвищий прибуток і рентабельність від цукрових буряків отримано по гібриду Олександрія (прибуток – 7,5 тис. грн/га, рентабельність – 126 %), та Українському ЧС 72 (прибуток – 6,8 тис.

грн/га, рентабельність – 94 % [8].

Інші дослідники зауважують, що в сучасних економічних умовах, особливо за умови надмірного зволоження, найприйнятнішим варіантом є вирощування цукрових буряків після оранки зі внесенням  $(\text{NPK})_{90}$  на фоні 80 т/га гною, де чистий дохід склав 23922 грн/га, рентабельність – 123 % і собівартість готової продукції становила 6,7 грн/кг [9].

У результаті іншого польового експерименту, що проводили Я. П. Цвей, та ін. (2019), передбачалось встановити залежність продуктивності цукрових буряків та ячменю в короткоротаційних сівоzmінах від органо-мінеральної системи удобрення з використанням органічних добрив у вигляді гною і побічної продукції сільськогосподарських культур (солома зернових культур і гичка цукрових буряків) та способів обробітку ґрунту. В результаті проведених досліджень науковці встановили, що заорювання післяжнивних решток усіх культур сівоzmіни на фоні мінеральної системи удобрення по впливу на урожай цукрових буряків не поступалося використанню гною і мінеральної системи удобрення. За умови використання 25 т/га гною +  $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$  урожай цукрових буряків у плодозмінній сівоzmіні і збір цукру становили 37,6 і 6,56 т/га відповідно, у зернопаропросапній – 38,3 та 6,62 т/га відповідно. Після заорювання післяжнивних решток усіх культур сівоzmіни і внесенні  $\text{N}_{140}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$  + солома урожай цукрових буряків як у плодозмінній, так і у зернопаропросапній сівоzmіні був на рівні із застосуванням  $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$  + 25 т/га гною [13].

Отже, внесення мінеральних і органічних добрив під цукрові буряки є одним із важливих заходів підвищення рівня економічної ефективності зернобурякових сівоzmін [15, 28]. Проте дослідних даних саме щодо зони недостатнього зволоження про вплив системи удобрення цукрових буряків та інших культур на економічні характеристики короткоротаційної плодозмінної сівоzmіни – вкрай не вистачає.

*Мета* досліджень – визначення впливу удобрення цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур на економічну ефективність короткоротаційної плодозмінної сівоzmіни.

*Завдання* досліджень: 1. Вивчити вплив різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур у короткоротаційній плодозмінній сівоzmіні на її економічні характеристики. 2. Дослідити вплив органічних та мінеральних добрив, що вносяться під всі культури короткоротаційної плодозмінної сівоzmіни на різні економічні показники, які характеризують ефективність сільськогосподарського виробництва. 3. Визначити кращий варіант за системою удобрення цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур щодо економічних характеристик.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах південно-східного Лісостепу України у тривалому стаціонарному досліді структурного підрозділу Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, яким є Веселоподільська дослідно-селекційна станція (Семінівський район Полтавська область), упродовж 2015–2018 рр. Під час проведення експерименту передбачалося встановити в короткоротаційній плодозмінній сівоzmіні вплив різних доз внесення органічних і мінеральних добрив під цукрові буряки на економічну ефективність цієї сівоzmіни.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий слабкосолонцюватий малогумусний середньосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками орного шару: рН сольової витяжки – 7,2–7,7; сміність поглинання коливається в межах 37–39 мг-екв. на 100 г ґрунту; гумус за Тюрнімом – 4,5–4,7 %, забезпеченість рухомим фосфором та обмінним калієм (за Мачігіним) складає 50,9–64,5 і 143,2–153,2 мг/кг ґрунту відповідно. Територія станції знаходиться в зоні недостатнього зволоження південно-східної частини Лівобережного Лісостепу України, де середня багаторічна кількість опадів, за даними метеостанції Веселий Поділ, протягом року становить 511 мм, за вегетаційний період – 326 мм.

Клімат – помірно-континентальний з недостатнім зволоженням. Середньобагаторічна середньорічна температура повітря складає  $+7,7^{\circ}\text{C}$ , сума активних температур ( $>+5^{\circ}\text{C}$ ) –  $2030^{\circ}\text{C}$ , сума ефективних температур ( $>+10^{\circ}\text{C}$ ) –  $1275^{\circ}\text{C}$ . Агrometeorологічні умови за роки проведення досліджень характеризувалися деякими відхиленнями від середніх багаторічних показників. Проте загалом вони були сприятливими для вирощування цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур.

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

Схема стаціонарного досліду включала таку систему удобрення цукрових буряків: варіант 9 – без добрив (контроль); варіант 7 – 25 т/га гною; варіант 10–25 т/га гною +  $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ ; варіант 11–25 т/га

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

гною + N<sub>135</sub>P<sub>180</sub>K<sub>135</sub>; варіант 12–50 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub>; варіант 8–25 т/га гною + N<sub>180</sub>P<sub>240</sub>K<sub>180</sub>. Загалом система добрив у сівозміні забезпечувала на 1 га ріллі сівозміни 6,25 т гною (варіанти 7, 8, 10, 11) і 12,5 т гною (варіант 12). Окрім цього у відповідних варіантах ще вносили мінеральні добрива з такого розрахунку на 1 га ріллі сівозміни: у варіанті 7 – N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> кг; у варіанті 8 – N<sub>56,2</sub>P<sub>75,0</sub>K<sub>56,2</sub> кг; у варіанті 10 – N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> кг; у варіанті 11 – N<sub>45,0</sub>P<sub>60,0</sub>K<sub>45,0</sub> кг; у варіанті 12 – N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> кг, під озиму пшеницю застосовували N<sub>45,0</sub>P<sub>60,0</sub>K<sub>45,0</sub>. У варіанті 9 культури сівозміни вирощували без добрив, тому цей варіант слугував контролем.

Сівозміна стаціонарного дослідження розміщена на 4-х полях. Площа посівної ділянки – 182 м<sup>2</sup>, облікової – 61 м<sup>2</sup>. Повторення в досліді – чотириразове, розміщення ділянок – систематичне. Варто зазначити, що шість варіантів короткоротаційної плодозмінної сівозміни відрізнялися між собою лише різними дозами внесення органічних та мінеральних добрив під цукрові буряки, чергування культур та способи основного обробітку ґрунту в цих варіантах були однаковими.

Технологія вирощування культур у сівозміні дослідження – загальноприйнята для умов зони недостатнього зволоження. На дослідних ділянках вирощували гібрид цукрових буряків Іванівсько-Веселоподільський ЧС – 84. Дослідження проводили відповідно до методики польового дослідження [3] і згідно з методиками проведення досліджень у буряківництві [5].

### Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження свідчать, що в середньому за 2015–2018 рр., економічна ефективність (за цінами 2019 р.) короткоротаційної плодозмінної сівозміни змінювалась залежно від систем добрив під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни. Наприклад, вартість валової продукції з розрахунку на 1 га сівозмінної площі у варіанті без добрив (контроль) виявилася найнижчою і становила лише 15380 грн (табл. 1).

#### 1. Економічна ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни залежно від системи удобрення (у середньому за 2015–2018 рр.)

Економічні показники (з розрахунку на 1 га сівозмінної площі)	Варіанти дослідження					
	9	7	10	11	12	8
	Система добрив за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі					
	Без добрив	6,25 т гною + N <sub>11,2</sub> P <sub>15,0</sub> K <sub>11,2</sub>	6,25 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>45,0</sub> K <sub>33,8</sub>	6,25 т гною + N <sub>45,0</sub> P <sub>60,0</sub> K <sub>45,0</sub>	12,5 т гною + N <sub>33,8</sub> P <sub>45,0</sub> K <sub>33,8</sub>	6,25 т гною + N <sub>56,2</sub> P <sub>75,0</sub> K <sub>56,2</sub>
Вартість валової продукції, грн	15380	18713	19006	18776	19270	19166
Затрати всього, грн	7487	8985	10437	11084	10992	11753
Умовно чистий прибуток, грн	7893	9728	8569	7692	8278	7413
Рентабельність, %	105	108	82	69	75	63
Собівартість 1 т зерна, грн	1460	1560	1615	1718	1788	1757
Собівартість 1 т коренеплодів, грн	480	489	507	566	552	577

Застосування під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> (варіант 7) і 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> (варіант 10) сприяло значному збільшенню вартості продукції з 1 га сівозмінної площі до рівня 18713 і 19006 грн відповідно. За умови внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N<sub>56,2</sub>P<sub>75,0</sub>K<sub>56,2</sub> (варіант 8) і 12,5 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> (варіант 12) отримано найбільшу кількість валової продукції у вартісному відношенні – 19166 і 19270 грн відповідно. Отже, в розрахунку на 1 га сівозмінної площі найвищу вартість валової продукції одержано у разі застосування під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>56,2</sub>P<sub>75,0</sub>K<sub>56,2</sub> і 12,5 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub>.

Необхідно зазначити, що дуже високі ціни на мінеральні добрива негативно вплинули на економічні показники короткоротаційної плодозмінної сівозміни. Зокрема, внесення за ротацію сівозміни

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

найвищої дози мінеральних добрив (варіант 8) призвело до отримання максимальних затрат на вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні (з розрахунку на 1 га сівозмінної площі) – 11753 грн/га. Сумарні затрати на 1 га сівозмінної площі у разі застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  (варіант 7) і 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  (варіант 10) склали 8985 і 10437 грн відповідно. Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$  (варіант 11) і 12,5 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  (варіант 12) збільшило затрати з розрахунку на 1 га сівозмінної площі до величин 11084 і 10992 грн відповідно. На контролі, де не вносили жодних добрив під культури (варіант 9), мали найнижчі затрати за їх вирощування – всього 7487 грн/га з розрахунку на 1 га сівозмінної площі. Отже, застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$ , 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  і вирощування культур на фоні без добрив забезпечили отримання у розрахунку на 1 га сівозмінної площі найменших затрат за вирощування сільськогосподарських культур.

Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  (варіант 7) і 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  (варіант 10) сприяло одержанню найбільшого умовно чистого прибутку з 1 га сівозмінної площі – 9728 і 8569 грн відповідно (див. табл. 1). Застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$  (варіант 8), 6,25 т гною +  $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$  (варіант 11), а також вирощування культур на контролі без добрив (варіант 9), спричинили зменшення умовно чистого прибутку до величини майже одного рівня – 7413, 7692 і 7893 грн/га відповідно. Отже, внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  і 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  сприяло отриманню максимального за роки досліджень серед усіх варіантів умовно чистого прибутку з розрахунку на 1 га сівозмінної площі.

Щодо рентабельності вирощування культур на 1 га короткоротаційної плодозмінної сівозміни, то тут потрібно зазначити, що найвищим відповідний показник за роки дослідження виявився саме за умови застосування за ротацію 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  (варіант 7) і становив 108 %; на фоні без добрив (варіант 9) відповідний показник становив 105 %. Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  (варіант 10), 12,5 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  (варіант 12) і 6,25 т гною +  $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$  (варіант 11) спричинило зменшення рентабельності до рівнів 82; 75 і 69 % відповідно. Збільшення ж дози добрив за ротацію сівозміни до 6,25 т гною +  $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$  (варіант 8) призвело до одержання найнижчої рентабельності вирощування сільськогосподарських культур – 63 %. Отже, з-поміж різних доз добрив у розрахунку на 1 га сівозмінної площі найбільшу рентабельність отримали саме у разі застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  і 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ .

Варто відмітити, що застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  (варіант 7) забезпечило одержання найменшої собівартості 1 т коренеплодів серед усіх варіантів, де вносили органіко-мінеральні добрива, – 489 грн. На контролі, де не вносили добрив (варіант 9), собівартість 1 т коренеплодів виявилася найменшою за всі роки досліджень і склала в середньому 480 грн. У разі внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$  (варіант 10) собівартість 1 т коренеплодів підвищилася усього на 18 грн порівняно з дозою 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  (варіант 7). Вирощування цукрових буряків із застосуванням за ротацію сівозміни 6,25 т гною і найвищих доз мінеральних добрив у кількостях  $N_{45,0}P_{60,0}K_{45,0}$  (варіант 11) та  $N_{56,2}P_{75,0}K_{56,2}$  (варіант 8) призвело до формування найбільшої собівартості 1 т коренеплодів – 566 і 577 грн відповідно. Тобто, потрібно зазначити, що з-поміж різних доз добрив у розрахунку на 1 га сівозмінної площі найнижча собівартість 1 т коренеплодів одержана саме у разі застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною +  $N_{11,2}P_{15,0}K_{11,2}$  і 6,25 т гною +  $N_{33,8}P_{45,0}K_{33,8}$ .

Отже, проведені нами чотирирічні дослідження щодо визначення впливу удобрення цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур на економічну ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни вказують на те, що застосування різних доз органічних і мінеральних добрив під сільськогосподарські культури взагалі, й під цукрові буряки зокрема, має не рівнозначний вплив як на загальну продуктивність сівозміни, так і на її економічні характеристики. Щодо натуральної величини продуктивності сільськогосподарських культур плодозмінної сівозміни, то тут результати нашого експерименту певним чином узгоджуються із дослідженнями таких науковців, як Я. П. Цвей, М. С. Мирошніченко (2019), Я. П. Швець (2003), І. С. Шкаредний та М. О. Вакуленко (2000) [13, 17, 18]. Хоча варто зазначити, що дані досліджень одних науковців характеризують продуктивність лише деяких культур сівозміни залежно від системи їхнього удобрення. Інші ж дослідники вважають за необхідне висвітлити вплив системи удобрення й обробітку ґрунту виключно на продуктивність цукрових буряків. Дехто з науковців наводить ґрунтовну оцінку продуктивності культур усіх ланок короткоротаційної сівозміни, акцентуючи увагу на вплив саме способу обробітку ґрунту на відповідні

показники. Але саме результати наших дослідів, що були виконані в умовах зони недостатнього зволоження, дали можливість висвітлити економічну ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни залежно від системи удобрення цукрових буряків і сільськогосподарських культур, що входять до її складу.

### Висновки

У короткоротаційній плодозмінній сівозміні з розрахунку на 1 га її площі найвищу вартість валової продукції одержано у разі внесення під цукрові буряки та інші культури за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною + N<sub>56,2</sub>P<sub>75,0</sub>K<sub>56,2</sub> і 12,5 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> – 19166 і 19270 грн відповідно. Внесення за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> і 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> сприяло отриманню найбільшого умовно чистого прибутку з розрахунку на 1 га сівозмінної площі – 9728 і 8569 грн відповідно. З-поміж різних доз добрив у розрахунку на 1 га сівозмінної площі найвищу рентабельність отримано у разі застосування за ротацію сівозміни 6,25 т гною + N<sub>11,2</sub>P<sub>15,0</sub>K<sub>11,2</sub> і 6,25 т гною + N<sub>33,8</sub>P<sub>45,0</sub>K<sub>33,8</sub> – 108 і 82 % відповідно.

### References

1. Byelik, V. (2015). Stan ta problemy tsukrovoyi promyslovosti Ukrainy. *Tekhnika APK*, 9–10, 34–37 [In Ukrainian].
2. Bondar, V. S., Pyrkin, V. I., Fursa, A. V., & Pastukh, Yu. A. (2002). Stratehiya rozvytku buryakotsukrovoho vyrobnytstva u XXI stolitti. *Tsukrovi Buryaky*, 5, 14–15 [In Ukrainian].
3. Dospheov, B. A. (1979). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy: monografiya*. Moskva: Kolos [In Russian].
4. Ivanina, V., Strilets, O., & Zatserkovna, N. (2016). Tsukrovi buryaky – vysoki ta stabilni vrozhayi. *Propozytsiya*, 3–4, 32–36. Retrived from: <https://propozitsiya.com/ua/cukrovi-buryaky-vysoki-ta-stabilni-vrozhayi> [In Ukrainian].
5. Roik, M. V., Hizbullin, N. H., Sinchenko, V. M., & Prysiazhnyk, O. I., (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi*. M. V. Roika & N. H. Hizbullina (Ed.). Kyiv: FOP Korzun D. Iu. [In Ukrainian].
6. Pyrkin, V. I. (1999). Buryakotsukrovomu pidkompleksu APK – dokorinnu perebudovu. *Tsukrovi Buryaky*, 1, 4–6 [In Ukrainian].
7. Pyrkin, V. I., & Sinchenko, V. M. (2005). Efektyvnist buryakotsukrovoho vyrobnytstva i rehulyuvannya rynku. *Tsukrovi Buryaky*, 2, 4–5 [In Ukrainian].
8. Royik, M. V., Zaimenko, N. V., Borysyuk, V. O., Pyrkin, V. I., & Havrylov, V. O. (2007). Biolohizatsiya tekhnolohichnykh protsesiv na vyrobnytstvi tsukrovykh buryakiv. *Tsukrovi Buryaky*, 3, 15–17 [In Ukrainian].
9. Samykyn, V. N., & Solovychenko, V. D. (2010). Byoénerhetycheskaya otsenka ahropyemov vzdelyvanyya sakharnoy svekly. *Sakharnaya Svekla*, 3, 20–23 [In Russian].
10. Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2019). Vplyv systemy udobrennya tsukrovykh buryakiv na produktyvnist korotkorotatsiynoyi plodozminnoyi sivozminy. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 3, 11–17. doi: 10.31210/visnyk2019.03.01 [In Ukrainian].
11. Filonenko, S. V. (2015). Formuvannya produktyvnosti ta yakosti koreneplodiv tsukrovykh buryakiv za riznykh poperednykiv u sivozmini. *Innovatsiyni aspekty tekhnolohiy vyroshchuvannya, zberihannya i pererobky produktsiyi roslynnytstva: Zbirnyk tez dopovidei III Vseukrainskoi Naukovo-praktychnoi konferentsii m. Poltava 21–22 kvitnia 2015 r. Poltava* [In Ukrainian].
12. Filonenko, S. V. (2008). Tsukor i buryakotsukrove vyrobnytstvo: istoriya vynyknennya i stanovlennya. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 3, 53–59 [In Ukrainian].
13. Tsvey, Ya. P., Myroshnychenko, M. S., & Tyshchenko, M. V. (2019). Produktyvnist' tsukrovoho buryaku ta yachmenyu v korotkorotatsiynykh sivozminakh zalezno vid dobryv ta obrobittu gruntu. *Naukovi Pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buryakiv*, 27, 84–92 [In Ukrainian].
14. Tsvey, Ya. P., Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2018). Monitorynh zaburyanosti posiviv silskohospodarskykh kultur u lantsi zernoburyakovoyi sivozminy u vyrobnychkykh umovakh. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 23–30. doi: 10.31210/visnyk2018.01.03 [In Ukrainian].
15. Tsvey, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Lyashenko, V. V. (2018). Urazhennya tsukrovykh buryakiv tserkosporozom u korotkorotatsiyniy plodozminniy sivozmini za riznykh doz dobryv pid kulturu. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 2, 35–39. doi: 10.31210/visnyk2018.

02.05 [In Ukrainian].

16. Tsvey, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Lyashenko, V. V. (2018). Formuvannya pozhyvnoho rezhymu igrunt v poli tsukrovyykh buryakiv zalezno vid yikh udobrennya v korotkorotatsiyniy plodozminniy sivozmini. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 43–50. doi: 10.31210/visnyk2018.04.06 [In Ukrainian].

17. Shvets, Ya. P. (2003). Produktyvnyist tsukrovyykh buryakiv u korotkotryvalykh sivozminakh. *Tsukrovi Buryaky*, 6, 10–13 [In Ukrainian].

18. Shkarednyy, I. S., & Vakulenko, M. O. (2000). Rol sivozminy ta dobryv u formuvanni produktyvnyosti tsukrovyykh buryakiv. *Tsukrovi Buryaky*, 5, 6 [In Ukrainian].

19. Atkinson, D., & Walker, R. (2019). Crop Rotations. *The Science Beneath Organic Production*, 87–109. doi: 10.1002/9781119568988.ch6.

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

21. Ivanina, R. V. (2019). Energy efficiency of crop cultivation in crop rotation chains. *Taurian Scientific Herald*, 1, 82–87. doi: 10.32851/2226-0099.2019.110-1.11.

22. Jacobs, A., Koch, H. -J. f., Märlander, B. (2018). Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation. *Agronomy for Sustainable Development*, 38, 5. doi: 10.1007/s13593-017-0469-z.

23. Kvashin, A., Gorpinchenko, K., Neshhadim, N., & Barshadskaya, S. (2017). Economic efficiency and bionergetic estimation of longtime fertilizers' application in the crop rotation. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 1, 76–85. doi: 10.21515/1999-1703-68-76-85.

24. Martyniuk, A., & Novak, Yu. (2020). Sugar beet productivity under different doses of mineral and organic fertilizers and fertilizer systems in field crop rotation. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 1, 368–382. doi: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-368-382.

25. Martyniuk, A. (2020). Soil nutrient regime and sugar beet yield after long-term application of fertilizers in crop rotation. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 42–46. doi: 10.31395/2310-0478-2020-1-42-46.

26. Plotnikov, A., & Sozinov, A. (2019). Economic efficiency of mineral fertilizers use in grain and steam crop rotation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 341, 012210. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012210.

27. Saidov, M., Rasulova, M., Panfilov, A., Popov, V., & Belyaeva, E. (2019). *Estimating ecological and economic efficiency of crop rotation and pasture rotation*. doi: 10.2991/icoeme-19.2019.25.

28. Torlina, O. (2016). Influence of short crop rotations and fertilizer system on weed infestation of crops of sugar beet. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94, 68–71. doi: 10.31073/agrovisnyk201606-14.

29. Tsvei, Ya. P. (2019). Technological qualities of sugar beet root crops depending on fertilization and crop rotation. *Plant Varieties Studying and Protection*, 1(15 (1)), 99–104. doi: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162492.

30. Tsvej, Ja., Torlina, O., & Voroniuk, N. (2016). Agrochemical indexes of black earth depending on fertilizer system of sugar beet and links of crop rotations. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94, 23–26. doi: 10.31073/agrovisnyk201601-04.

Стаття надійшла до редакції 01.08.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Тищенко М. В., Філоненко С. В., Боровик І. В., Коваль О. В., Гудименко Ж. В. Економічна ефективність короткоротаційної плодозмінної сівозміни залежно від системи удобрення цукрових буряків. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 91–98.

© Тищенко Микола Володимирович, Філоненко Сергій Васильович, Боровик Іван Володимирович, Коваль Олена Вікторівна, Гудименко Жанна Володимирівна, 2020



original article | UDC 633.31/.37:631.527 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.11

## CHOOSING PARENT MATERIAL OF GRASS PEAVINE (*LATHIRUS SATIVUS* L.) FOR CREATING DROUGHT RESISTANT VARIETIES

S. I. Sylenko<sup>1</sup> ORCID [ID 0000-0001-7248-5463](https://orcid.org/0000-0001-7248-5463)  
 L. S. Yeremko<sup>2</sup> ORCID [ID 0000-0001-5641-7436](https://orcid.org/0000-0001-5641-7436)  
 O. S. Sylenko<sup>1</sup> ORCID [ID 0000-0001-8879-3663](https://orcid.org/0000-0001-8879-3663)  
 O. Yu. Rohovyi<sup>1</sup> ORCID [ID 0000-0003-3358-4295](https://orcid.org/0000-0003-3358-4295)  
 O. V. Andrushchenko<sup>1</sup> ORCID [ID 0000-0002-0267-0097](https://orcid.org/0000-0002-0267-0097)  
 V. V. Hanhur<sup>2</sup> ORCID [ID 0000-0002-5619-492X](https://orcid.org/0000-0002-5619-492X)

<sup>1</sup> Ustymivka Experimental Station of Plant Growing of the Institute of Plant Growing named after V. Ya. Yuriev of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 25, Akademika Vavylova str., v. Ustymivka, Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine

<sup>2</sup> Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36000, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: yeremkol@ukr.net

### How to Cite

Sylenko, S. I., Yeremko, L. S., Sylenko, O. S., Rohovyi, O. Yu., Andrushchenko, O. V., & Hanhur, V. V. (2020). Choosing parent material of grass peavine (*Lathirus sativus* L.) for creating drought resistant varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 99–108. doi: 10.31210/visnyk2020.03.11

*One of the ways for stabilization of plant origin protein production under the conditions of global warming is expanding sown areas of leguminous crops, which are characterized by a high adaptive ability to the effect of unfavorable abiotic environmental factors. Grass peavine (*Lathirus sativus* L.) occupies one of the leading places among these crops and it is characterized by such biological peculiarities as symbiotic relationships with *Rhizobium* bacteria, the ability to fix molecular nitrogen of the atmosphere, extremely high tolerance to periodic flooding and lack of soil moisture, its salinity, and also resistance to pests and diseases. Among grain leguminous crops grass peavine occupies the second position after chickpeas in terms of drought tolerance. In the initial stages of plant growth and development and during the formation of the vegetative mass, grass peavine had a weak response to moisture deficiency in the soil. The effect of drought was more pronounced during periods of flowering, bean formation and grain filling. The influence of unfavorable abiotic factors was reflected in all periods of the plant productivity formation. In this regard, an important task of the selection process was a comprehensive evaluation of samples, in order to select the most stable ones for the effects of arid conditions at all stages of growth and development. The aim of the research was the evaluation of collection grass peavine samples as to their drought resistance and identification of valuable sources in order to involve them in the selection process. To study the genetic diversity of grass peavine collection, the samples were studied according to the following indicators: drought susceptibility index, tolerance index, average yield, yield stability index, yield index, stress tolerance index and geometric average yield; seed germination method in sucrose solution was also studied. According to results of the conducted evaluation, four grass peavine samples were identified, which confirmed their drought resistance in field and laboratory studies. These samples can be involved in breeding programs to create highly adaptive varieties (UD0400060 from Afghanistan; UD0400078, UD0400080 from Ethiopia, and UD0400719 from Tunisia).*

**Key words:** drought resistance, grass peavine (*Lathirus sativus* L.), collection sample, index, laboratory research method, parent material, standard.

### ДОБІР ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ЧИНИ ПОСІВНОЇ (*LATHIRUS SATIVUS* L.) ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПОСУХОСТІЙКИХ СОРТІВ

С. І. Силенко<sup>1</sup>, Л. С. Єремко<sup>2</sup>, О. С. Силенко<sup>1</sup>, О. Ю. Роговий<sup>1</sup>, О. В. Андрущенко<sup>1</sup>, В. В. Гангур<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Устимівська дослідна станція рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Полтавська обл., Україна

<sup>2</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Одним зі шляхів стабілізації виробництва білка рослинного походження за умов глобального потепління є розширення посівних площ зернобобових культур, що характеризуються високою адаптаційною здатністю до дії несприятливих абіотичних факторів навколишнього середовища, серед яких чина посівна (*Lathirus sativus* L.), яка займає одне із провідних місць. Ця культура за біологічними особливостями характеризується здатністю вступати в симбіотичні взаємовідносини з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* та фіксувати молекулярний азот атмосфери, надзвичайно високою толерантністю як до періодичних затоплень, так і до нестачі вологи у ґрунті та його засолення, стійкістю до шкідників і хвороб. Вплив несприятливих абіотичних чинників відображається на усіх складниках процесу формування продуктивності рослин. У цьому відношенні важливим завданням селекційного процесу є усебічна оцінка зразків з метою відбору найбільш стійких щодо впливу посушливих умов на всіх етапах розвитку. Метою досліджень була оцінка колекційних зразків чини посівної за ознакою посухостійкості та виділення цінних джерел з метою залучення їх у селекційний процес. Для вивчення генетичного різноманіття колекційних зразків чини посівної за реакцією на посуху були використані індекс сприйнятливості до посухи, індекс толерантності, середня урожайність, індекс стабільності урожаю, індекс урожайності, індекс толерантності до стресу та середнє геометричне урожайності, та метод пророщування насіння в розчині цукрози. За результатами проведеної оцінки виділено чотири зразки чини посівної, що підтвердили свою посухостійкість у польових і лабораторних дослідженнях. Ці зразки можуть бути залучені до селекційних програм зі створення високо адаптивних сортів (UD0400060 з Афганістану; UD0400078, UD0400080 з Ефіопії та UD0400719 з Тунісу).

**Ключові слова:** посухостійкість, чина посівна (*Lathirus sativus* L.), колекційний зразок, індекс, лабораторний метод досліджень, вихідний матеріал, еталон.

### ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ (*LATHIRUS SATIVUS* L.) ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ

С. И. Силенко<sup>1</sup>, Л. С. Еремко<sup>2</sup>, А. С. Силенко<sup>1</sup>, А. Ю. Роговой<sup>1</sup>, А. В. Андрущенко<sup>1</sup>, В. В. Гангур<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Устимовская опытная станция растениеводства имени В. Я. Юрьева НААН, с. Устимовка, Полтавская обл., Украина

<sup>2</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Одним из путей стабилизации производства растительного белка в условиях глобального потепления является расширение посевных площадей зернобобовых культур с высокой адаптивной способностью к действию неблагоприятных абіотических факторов. По результатам исследований выделены четыре образца чины посевной (*Lathirus sativus* L), подтвердивших свою засухоустойчивость в полевых и лабораторных исследованиях. Данные образцы могут быть привлечены в селекционные программы по созданию высоко адаптивных сортов (UD0400060 из Афганистана; UD0400078, UD0400080 из Эфиопии и UD0400719 из Туниса).

**Ключевые слова:** засухоустойчивость, чина посевная (*Lathirus sativus* L.), коллекционный образец, индекс, лабораторный метод исследований, исходный материал, эталон.

### Вступ

У розв'язанні проблеми забезпеченості населення продовольством, а галузі тваринництва високопоживними кормами вагому роль відіграють зернобобові культури [1]. За умов глобального потепління значна увага приділяється впровадженню більш посухостійких культур цієї родини [2], серед яких чина посівна (*Lathyrus sativus* L.) займає одне із провідних місць. Вона є однією з пріоритетних культур Насінневого банку тисячоліття, що виконує функцію страхового полісу для планети та проєкту «Адаптація сільського господарства до зміни клімату», який координується незалежною міжнародною організацією «Глобальний фонд зі світового різноманіття культурних рослин». Його основною метою є збирання, збереження та захист генетичного різноманіття асортименту рослин з рисами, необхідними для адаптації світових харчових культур до кліматичних змін, що на випадок природних катастроф і катаклізмів у майбутньому дасть змогу забезпечити світове виробництво продуктів харчування [3, 4].

Чина посівна є однією з найбільш стародавніх культурних рослин, яку здавна вирощують у Південно-Східній Азії і Північній Африці [5]. Вважається, що найвірогіднішим центром її походження є східне Середземномор'я, де зосереджені найбільш крупнонасінні форми [6]. В Україні посівні площі культури зосереджено переважно в зоні Лісостепу [5].

Формування продуктивності рослин є складним і включає процеси симбіотичної фіксації молекулярного азоту повітря, засвоєння поживних речовин та їх мобілізацію до вегетативних та репродуктивних органів, накопичення резервів асимілятів, гаметогенез, запліднення, ембріогенез, формування та наливу насіння, що обумовлює величину врожаю та його якість [7, 8].

Рослини реагують на стрес, спричинений водним дефіцитом та підвищеною температурою повітря, збільшенням концентрації амінокислот, зокрема і небілкової водорозчинної  $\beta$ -N-оксаліл-L- $\alpha$ ,  $\beta$ -діамінопропіонової кислоти ( $\beta$ -ODAP). Це є нейротоксином і у разі споживання людиною чи тваринами зерна виключно як первинного джерела білка, тобто як єдиного компоненту раціону впродовж тривалого часу, призводить до параліча нижньої частини тіла, відомого як нейроратіризм [9, 10].

Результати численних досліджень свідчать, що вміст  $\beta$ -ODAP у насінні визначається як генотиповими особливостями, так і дією факторів навколишнього середовища. Натепер створені й успішно культивуються у низці країн сорти, у тканинах рослин яких концентрація  $\beta$ -L-ODAP зменшена на 80–90% порівняно зі звичайними [11].

Для визначення впливу дефіциту вологи у ґрунті та підвищених значень температури повітря вчені використовують велику кількість індексів посухостійкості. Ніл Кер Тернер спільно зі своїми австралійськими колегами опрацювали модель адаптації зернобобових культур до умов недостатнього зволоження, яка спирається на зниження рівня урожайності і є персоніфікацією моделі реакції культури на дію посухи [12].

Основна мета селекціонерів – це створення сортів з високим рівнем потенційної урожайності. Селекція на посухостійкість ускладнена можливістю створення однакових умов недостатнього зволоження (водного дефіциту) ґрунту для аналізу великої кількості зразків [13]. Ця проблема може бути розв'язана шляхом застосування генетичних методів [14].

З метою відбору генотипів, стійких до дії водного дефіциту та підвищених значень температури повітря, використовуються індекси посухостійкості, що враховують рівень втрати врожаю під дією посухи порівняно з оптимальними умовами зволоження. Ці індекси базуються як на стійкості, так і на чутливості зразків до нестачі вологи у ґрунті [15]. Учені з Міжнародного центру CIMMYT розширили поняття А. Е. Hall про посухостійкість, як відношення різних генотипів до дії рівнозначних посушливих умов і висунули пропозицію розглядати його на генетичному рівні [16].

Для визначенні рівня стійкості зернових культур до дії посухи Fischer R. A. та Maurer R. запропонували застосовувати індекс сприйнятливості до стресу (SSI, або DSI), що характеризує чутливість генотипу до різних стресових факторів [17]. Fernandez G. C. J. запровадив новий індекс (STI = індекс толерантності до стресу), що може бути використаний для ідентифікації високопродуктивних генотипів як за стресових, так і за оптимальних умов. Також для оцінки посухостійкості зразків він використовував середнє геометричне величини урожайності зразків (GMP) [15]. Індекс стабільності врожаю (YSI) було запропоновано M. Bouslama і W. T. Schapaugh для оцінки посухостійкості зразків сої [19]. Gavuzzi P. зі співавторами для аналізу зернових культур, окрім вже відомих індексів, запровадили новий – індекс урожайності у стресових умовах (YI), що визначається як відношення величини урожайності генотипу під впливом стресового фактору до показників середньої урожайності вивче-

них зразків за тих же умов [20]. Використання індексів оцінки посухостійкості значно спрощує та прискорює роботу з виділення посухостійких зразків.

Мета досліджень – оцінка колекційних зразків чини посівної за ознакою посухостійкості та виділення цінних джерел з метою залучення їх до селекційного процесу.

Завдання дослідження: виділити найбільш посухостійкі генотипи чини посівної.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в польових та лабораторних умовах за загальноприйнятими методиками [21].

Польовий дослід був закладений на дослідному полі Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. Агротехнологічний процес вирощування культури був загальноприйнятим для зони південного Лісостепу.

Розмір дослідної ділянки становив 1 м<sup>2</sup>, повторність триразова, схема посіву – 20 × 5 см. Стандарт (Степна 21) висівали через 10 номерів.

Для визначення рівня посухостійкості вивчали 60 зразків чини посівної різних еколого-географічних груп (Середньоевропейська, Середньоземноморська, Кіпрська, Середньоазіатська або Іранська, Індійська, Антолійська, Абіссінська або Ефіопська), що походили з колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України. Сівбу проводили в оптимальні для культури строки.

Для виявлення генотипів з високою стійкістю до посухи було використано лабораторний метод визначення за показником «відсоток пророслого насіння в розчині цукрози» [21, 22]. У чашки Петрі викладали насіння чини, заливали його 15 мл розчином цукрози і пророщували упродовж 7 діб у термостаті за температури 20–21 °С, після чого визначали відсоток пророслого насіння за формулою:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

де,  $P$  – відсоток пророслого насіння,  $a$  – середня кількість пророслого насіння в розчині цукрози,  $b$  – середня кількість пророслого насіння в контролі (у воді).

Для визначення достовірності відмінності при оцінці посухостійкості зразків чини посівної різних еколого-географічних груп використовували метод обробки даних за альтернативною мінливістю. Цей метод обробки даних складається з декількох етапів. Спочатку визначали довірчий інтервал значення ознаки за формулою:

$$P \pm t Sp$$

де,  $P$  – середній відсоток пророслих насінин,

$t$  – критерій Ст'юдента (для рівня значимості 0,05 дорівнює 1,98),

$Sp$  – квадратична помилка частки, що визначається за формулою:

$$Sp = \pm \sqrt{\frac{P(100-P)}{n}}$$

де,  $n$  – кількість закладених на пророщування насіння.

Для кожного зразка визначали межі довірчих інтервалів за відсотком проростання насіння в розчині цукрози. Розподіл зразків за ступенем стійкості до посухи проводили по нижній межі довірчих інтервалів. Величину групового інтервалу визначали за формулою:

$$k = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{r}$$

де,  $X_{\max}$  – максимальне значення відсотка проростання за нижнім довірчим інтервалом,

$X_{\min}$  – мінімальне значення відсотка проростання,

$r$  – кількість груп.

Оцінку посухостійкості зразків чини посівної різних еколого-географічних груп в умовах південного Лісостепу України проводили з використанням таких індексів:

Індекс сприйнятливості до посухи:

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

---

$$DSI = \left(1 - \frac{Y}{Y_p}\right) / D$$

де,  $Y$  – урожайність за посушливих умов,  $Y_p$  – урожайність за оптимальних умов,  $D$  – інтенсивність посухи.

Інтенсивність посухи:

$$D = 1 - \frac{X}{X_p}$$

де,  $X$  та  $X_p$  – урожайність зразків за умов посухи та за умов оптимального зволоження ґрунту, відповідно.

$D$  – коливається в межах від 0 до 1.

Індекс толерантності:

$$TOL = Y_p - Y_s$$

де,  $Y_p$  – урожайність за оптимальних умов,  $Y_s$  – урожайність за умов посухи.

Середня урожайність:

$$MP = \frac{Y_p - Y_s}{2}$$

де,  $Y_p$  – урожайність за оптимальних умов,  $Y_s$  – урожайність за умов посухи.

Індекс стабільності урожаю:

$$YSI = \frac{Y_s}{Y_p}$$

де,  $Y_p$  – урожайність за оптимальних умов,  $Y_s$  – урожайність за умов посухи.

Індекс урожайності:

$$YI = \frac{Y_s}{Y_p} \times 100\%$$

де,  $Y_s$  – урожайність за умов посухи.  $\overline{Y_s}$  – середня урожайність всіх вивчених зразків за умов посухи.

Індекс толерантності до стресу:

$$STI = \frac{(Y_s \times \overline{Y_s})}{(Y_p)^2} \times 100\%$$

де,  $\overline{Y_p}$  – середня урожайність за оптимальних умов,  $Y_s$  – урожайність за умов посухи.

Середнє геометричне (середнє пропорційне) урожайності:

$$GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s}$$

де,  $Y_p$  – урожайність в оптимальних умовах,  $Y_s$  – урожайність в умовах посухи.

Серед досліджених років було вибрано два роки для порівняння 2014 рік – посушливий (сума опадів за вегетаційний період (квітень – серпень) склала 242,6 мм, ГТК=0,79) і 2015 рік – оптимальний (сума опадів – 276,3 мм, а ГТК=0,95).

### Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих даних вказує на те, що рівень продуктивності зразків чини посівної еколого-географічних груп, що вивчалися, за посушливих умов знижувався (табл. 1).

Втрати врожаю за умови водного дефіциту ґрунту становили в середньому по групах 20,3 %. Найменшими вони були у зразків чини посівної Абісінської та Індійської групи і становили відповідно 4,82 та 7,61 %.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Суттєве зниження зернової продуктивності (більше 25 %) спостерігалось у зразків Кіпрської, Середньоазійської та Середньоевропейської групи.

### *1. Втрати врожаю чини посівної різних еколого-географічних груп 2014 та 2015 років, що характеризувалися різним гідротермічним режимом*

Еколого-географічна група	Урожайність, г/м <sup>2</sup>		Втрати урожаю	
	2014 р.	2015 р.	г	%
Середньоевропейська	335,0	460,5	125,5	27,25
Середньоземноморська	382,0	458,4	76,4	16,67
Кіпрська	292,0	450,3	158,3	35,15
Середньоазійська або Іранська	334,3	473,2	138,9	29,35
Індійська	337,4	365,2	27,8	7,61
Антолійська	351,7	424,3	72,6	17,11
Абіссінська або Ефіопська	399,2	419,4	20,2	4,82
<b>По всіх групах</b>	<b>347,4</b>	<b>435,9</b>	<b>88,5</b>	<b>20,30</b>

Рівень інтенсивності посухи за формулою Фішера та Маурера між 2014 та 2015 р., становив  $D=0,19$ .

За умов недостатньої вологозабезпеченості ґрунту найбільш продуктивними виявилися зразки місцевої форми з Алжиру (UD0400712), що відносяться до Антолійської групи, де маса зерна з 1 м<sup>2</sup> становила 694 г. Значення цього показника було найменшим (152 г/м<sup>2</sup>) у місцевої форма з Індії (UD0400575), що відноситься до Індійської групи.

Рівень втрати урожайності в посушливий рік був найвищим (66,1 %) у місцевої форми з Сирії (UD0400337) із Середньоазійської або Іранської групи, найнижчим (57,3 %) – у місцевої форми з Індії (UD0400744) з Індійської групи.

За показниками урожайності було проаналізовано низку індексів, що характеризують посухостійкість зразків: DSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, MP – середня урожайність, YSI – індекс стабільності урожаю, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, GMP – середнє геометричне урожайності.

Для порівняння рівня прояву індексу серед досліджених зразків було обчислено медіанний показник, що характеризує середній рівень індексу. Медіанні показники індексів дали змогу порівняти зразки різних еколого-географічних груп за посухостійкістю (табл. 2).

Індекс сприйнятливості до посухи характеризує чутливість зразка до посухи (дефіциту вологи у ґрунті та підвищених значень температури повітря). Чим менше значення показника цього індексу, тим вищою є посухостійкість зразка. У зразків Середньоевропейської, Кіпрської та Середньоазійської або Іранської груп рівень сприйнятливості до посухи коливався в більшому діапазоні (від 0,16 до 3,43), ніж у зразків Середньоземноморської, Індійської, Антолійської та Абіссінської або Ефіопської груп (від мінус 4,19 до 2,93), що і підтверджує більшу пристосованість останніх до посухи. Медіанний рівень у зразків коливався в межах від 0,40 до 1,40. За значеннями меншого медіанного рівня індексу сприйнятливості до посухи виділено 14 зразків.

Індекс толерантності до посухи показує втрати урожайності за дії посушливих умов в абсолютних одиницях. Посухостійкість збільшується у разі низьких його значень. Значення індексу толерантності у зразків, що вивчалися, варіювали в межах від мінус 228 до 461. Медіанний рівень перебував у межах від 31 до 118,5. За цим індексом виділено 22 зразки, що характеризуються високою посухостійкістю.

Середня урожайність зразка в роки з недостатньою та оптимальною вологозабезпеченістю характеризує його потенційну урожайність незалежно від погодних умов. Діапазон коливання індексу середньої урожайності зразків чини посівної, що вивчалися, перебував у межах від 178 до 699,5. Медіана середньої урожайності змінювалась від 335 до 436. Максимальні значення індексу середньої урожайності обчислено у 20 зразків. Відповідно вони формують високу урожайність у різних погодних умовах.

Індекс стабільності урожаю визначає відношення урожайності у стресових умовах до урожайності в оптимальних умовах. Його коливання у зразків становило 0,32–1,83. Медіана зразків була в межах від 0,7 до 0,9. Виділено 20 зразків з найвищим рівнем стабільності урожайності.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Індекс урожайності характеризує відсоток урожайності конкретного зразка в посушливих умовах до середньої урожайності досліджених зразків у період посухи. Розмах варіювання цього індексу у зразків був у межах від 43,51 до 198,65. Медіана зразків перебувала в межах від 72,7 до 109,30. За цією ознакою виділено 17 зразків.

### 2. Варіювання індексів посухостійкості у зразків чини посівної різного еколого-географічного походження

Значення	DSI	TOL	MP	YSI	YI	STI	GMP
<b>Середньоевропейська</b>							
Мінімум	0,18	8,00	183,00	0,32	45,80	0,17	181,55
Максимум	3,43	344,00	575,00	0,97	154,57	1,79	573,92
Медіана	1,40	118,50	397,50	0,72	85,73	0,79	392,72
<b>Середньоземноморська</b>							
Мінімум	-1,31	-118,00	317,00	0,54	81,00	0,53	315,76
Максимум	2,34	310,00	515,00	1,26	163,70	1,37	509,60
Медіана	0,90	73,00	436,00	0,80	103,00	1,00	425,20
<b>Кіпрська</b>							
Мінімум	0,06	5,00	263,50	0,38	60,68	0,35	258,42
Максимум	3,15	419,00	462,50	0,99	115,07	1,08	452,79
Медіана	1,40	105,50	388,80	0,70	72,70	0,70	374,60
<b>Середньоазіатська або Іранська</b>							
Мінімум	-0,16	-19,00	265,00	0,34	54,39	0,34	254,17
Максимум	3,35	461,00	599,50	1,03	174,32	1,90	599,42
Медіана	1,30	113,00	397,00	0,70	79,00	0,70	372,20
<b>Індійська</b>							
Мінімум	-2,90	-228,00	178,50	0,42	43,51	0,16	176,52
Максимум	2,93	221,00	512,00	1,57	179,19	1,31	499,15
Медіана	0,70	31,00	335,00	0,90	90,00	0,60	326,60
<b>Антолійська</b>							
Мінімум	0,08	11,00	182,50	0,59	47,23	0,17	181,66
Максимум	2,06	255,00	699,50	0,98	198,65	2,58	699,48
Медіана	0,60	33,00	370,80	0,90	90,20	0,70	368,90
<b>Абіссінська або Ефіопська</b>							
Мінімум	-4,19	-173,00	295,50	0,66	79,58	0,42	282,56
Максимум	1,73	211,00	566,50	1,83	155,15	1,66	560,16
Медіана	0,40	37,0	381,50	0,90	109,30	0,80	381,40

**Примітки:** DSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, MP – середня урожайність, YSI – індекс стабільності урожаю, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, GMP – середнє геометричне урожайності

Індекс толерантності до стресу визначає здатність зразка утримувати стабільний рівень урожайності незалежно від дії стресових факторів. Діапазон коливання цього індексу у зразків становив 0,16–2,58. Медіана зразків коливалась у межах від 0,6 до 1,0. Максимальний прояв толерантності до стресу визначено у 21 зразка.

Діапазон мінливості середнього геометричного (середнього пропорційного) урожайності в посушливому та оптимальному за умовами вологозабезпеченості роках змінювався в межах від 176,5 до 698,49. Медіана зразків становила 326,6–425,2. За цим показником виділено 20 зразків. Зразки, що значно перевищили медіанне значення понад п'ять індексів, визначено як джерела посухостійкості (табл. 3).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 3. Джерела посухостійкості чини посівної, за індексами посухостійкості

№ Національного каталогу України	Назва зразка	Походження	DSI	TOL	MP	YSI	YI	STI	GMP
<b>Середньоевропейська</b>									
<b>UD0400267</b>	<b>Степная 21, st</b>	<b>RUS</b>	<b>-0,01</b>	<b>-1</b>	<b>487,5</b>	<b>1,00</b>	<b>139,69</b>	<b>1,25</b>	<b>487,50</b>
UD0400688	-	CZE	0,23	22	481,0	0,96	134,54	1,22	480,87
UD0400732	-	POL	0,18	17	465,5	0,96	130,81	1,14	465,42
<b>Середньоземноморська</b>									
UD0400719	-	TUN	-0,21	-21	509,5	1,04	148,85	1,37	509,39
UD0400890	-	FRA	-1,31	-118	513,0	1,26	163,73	1,37	509,60
UD0401099	-	FRA	2,34	310	515,0	0,54	103,05	1,27	491,12
<b>Середньоазіатська або Іранська</b>									
UD0400060	-	AFG	1,19	134	501,0	0,76	124,23	1,30	496,50
UD0400075	-	TJK	-0,16	-19	599,5	1,03	174,32	1,90	599,42
UD0400701	-	IRN	0,38	34	439,0	0,93	120,80	1,01	438,67
<b>Індійська</b>									
UD0400744	-	IND	-2,90	-228	512,0	1,57	179,19	1,31	499,15
UD0400749	-	IND	-1,94	-144	448,0	1,38	148,85	1,03	442,18
UD0400750	-	IND	-0,60	-50	445,0	1,12	134,54	1,04	444,30
<b>Антолійська</b>									
UD0400146	-	TUR	2,06	255	497,5	0,59	105,91	1,22	480,88
UD0400712	-	DZA	0,08	11	699,5	0,98	198,65	2,58	699,48
<b>Абіссінська або Ефіопська</b>									
UD0400049	-	ETH	-0,44	-39	468,5	1,09	139,69	1,16	468,09
UD0400078	-	ETH	-2,08	-158	463,0	1,41	155,15	1,10	456,21
UD0400080	-	ETH	1,73	211	512,5	0,66	116,50	1,33	501,52
UD0400111	-	GNQ	1,31	169	566,5	0,74	137,97	1,66	560,16

У результаті вивчення посухостійкості у зразків чини посівної різного географічного походження в розчині цукрози за ступенем стійкості до посухи зразки було розподілено на 5 груп: 1. Нестійкі < 19%. 2. Низькостійкі 19–38%. 3. Середньостійкі 39–57%. 4. Стійкі 58–76%. 5. Дуже стійкі > 76%.

Результати досліджень, проведених у 2014–2016 рр., показали істотну відмінність зразків чини посівної за ступенем проростання насіння у розчині цукрози, що перебував у межах від 0 до 99%.

Досліджені зразки суттєво різнилися за амплітудою коливання посухостійкості. Найбільші коливання посухостійкості (коефіцієнт варіації  $V \geq 20\%$ ) мали UD0400232 ( $V = 20,5\%$ ), UD0401098 ( $V = 21,3\%$ ), UD0400136 ( $V = 21,5\%$ ), UD0400708 ( $V = 21,8\%$ ), Степная 21 ( $V = 22,0\%$ ), UD0401094 ( $V = 22,9\%$ ), UD0400130 ( $V = 23,6\%$ ), UD0400111 ( $V = 27,7\%$ ) та UD0400729 ( $V = 42,0\%$ ).

Зважаючи на показник стабільності, зразки досліджуваних груп мали середній розмір варіювання (11,8–15,3%), за виключенням зразків Індійської, характеризувалися слабким розмахом варіювання – 8,9%. У цій групі коефіцієнт варіації був у межах 2,9–13,2%.

Дуже стійкими до посухи виявилися місцеві зразки, що походили з Тунісу (UD0400719), схожість насіння яких у розчині цукрози становила 95,7%; Індії (UD0400575) – 94,5%; Афганістану (UD0400060) – 93,2%; Туреччини (UD0400707) – 93,2%; Ефіопії (UD0400080) – 92,7%; Афганістану (UD0400147) – 91,3% та Ефіопії (UD0400078) – 90,7% (табл. 4).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИНИЦТВО

### 4. Кращі зразки чини посівної за ступенем проростання насіння в розчині цукрози, середнє за 2014–2016 рр.

№ Національного каталога	Назва зразка	Походження	Роки вивчення			X*	S*	V*
			2014	2015	2016			
<b>UD0400267</b>	<b>Степная 21, st</b>	<b>RUS</b>	<b>94</b>	<b>60</b>	<b>78</b>	<b>77,3</b>	<b>17,0</b>	<b>22,0</b>
UD0400060	-	AFG	98	92	90	93,2	3,9	4,2
UD0400078	-	ETH	90	88	94	90,7	3,1	3,4
UD0400080	-	ETH	92	90	96	92,7	3,1	3,3
UD0400147	-	AFG	92	90	92	91,3	1,2	1,3
UD0400575	-	IND	98	92	94	94,5	2,8	2,9
UD0400707	-	TUR	96	94	90	93,2	2,8	3,1
UD0400719	-	TUN	99	94	94	95,7	2,9	3,0

**Примітки:** X\* – середнє, S\* – середньоквадратичне відхилення, V\* – коефіцієнт варіації

Реакцію різних генотипів на дію посухи вивчали Dalila Boukecha, Meriem Laouar, leila Mekliche-Hanifi and Derradj Narek. Результати їхніх досліджень показали, що сукупна дія дефіциту ґрунтової вологи та підвищених значень температури повітря є більш вираженою в період генеративного розвитку рослин. Редукція продуктивності чини посівної у стресових умовах за рахунок зменшення кількості бобів на рослинах, їх ваги, кількості насінин у бобах, ваги 1000 насінин може сягати 26 % [8].

М. М. Донской, В. П. Наумкін визначили, що в середньому за роки досліджень урожайність зразків чини посівної середньоєвропейської групи становила – 4,4 т/га, середземноморської – 4,1 т/га, іранської – 3,2 т/га, анатолійської – 4,8 т/га. За посушливих умов значення цього показника зменшувалися [23].

#### Висновок

За результатами вивчення виділено 17 місцевих зразків різного еколого-географічного за індексом посухостійкості. За проростанням насіння в розчині цукрози з дуже високою посухостійкістю досліджено сім зразків. Виділено чотири еталони (з Афганістану UD0400060; Ефіопії UD0400078, UD0400080 та Тунісу UD0400719), що підтвердили свою посухостійкість як в лабораторних, так і в польових умовах.

*Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі.* Перспектива подальшої роботи в цьому напрямі полягає в залученні цих зразків до селекційного процесу створення стійких до дії несприятливих абіотичних факторів, конкурентоспроможних сортів чини посівної.

#### References

- Daryanto, S., Wang, L., & Jacinthe, P-A. (2015). Global Synthesis of Drought Effects on Food Legume Production. *PlosOne*, 10 (6), 127–136. doi: 10.1371/journal.pone.0127401/
- Babych, A. O. (1984). *Zernobobovi kultury*. Kyiv: Urozhai. [In Ukrainian].
- Dempewolf, H., Eastwood, R., Guarino, L., Khoury, C., Müller, J., & Toll, J. (2014). Adapting agriculture to climate change: a global initiative to collect, conserve, and use crop wild relatives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38, 369–377.
- Vaz Patto, M., & Rubiales, D. (2014). Lathyrus diversity: available resources with relevance to crop improvement—L. sativus and L. cicera as case studies. *Annals of Botany*, 113, 895–908.
- Marchenko, V., & Huz, M. (2009). Ahrotekhnika ta mekhanizatsiia vyroshchuvannia ta zbyrannia chyny. *Propozytsiia*, 12, 82–84. [In Ukrainian].
- Almeida, N. F., Rubiales, D., & Vaz Patto, M. C. (2015). *Grass Pea. Handbook of Plant Breeding*, 251–265. doi: 10.1007/978-1-4939-2797-5\_8.
- Prasad, P. V. V., Bheemanahalli, R., & Jagadish, S. V. K. (2017). Field crops and the fear of heat stress—Opportunities, challenges and future directions. *Field Crops Research*, 200, 114–121. doi: 10.1016/j.fcr.2016.09.024.
- Boukecha, D., Laouar, M., -Hanifi, L. M., & Harek, D. (2017). Drought tolerance in some populations of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Legume Research - an International Journal*, 41, 12–19. doi: 10.18805/lr-346.

9. Singh, S. S., & Rao, S. L. N. (2013). Lessons from neurolathyris: a disease of the past and the future of *Lathyrus sativus*. *Indian Journal of Medical Research*, 138, 32–37.
10. Van Wyk, S. G., Kunert, K. J., Cullis, C. A., Pillay, P., Makgopa, M. E., Schlüter, U., & Vorster, B. J. (2016). Review: The future of cystatin engineering. *Plant Science*, 246, 119–127. doi: 10.1016/j.plantsci.2016.02.016.
11. Peter, Martin Ferdinand Emmrich. (2017). Genetic improvement of grass pea (*Lathyrus sativus*) for low  $\beta$ -L-ODAP content. *Candidate's thesis*. John Innes Centre.
12. Turner, N. C. (2001). Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 71, 193–231. doi: 10.1016/S0065-2113(01)71015-2
13. Ramirez-Vallejo, P. (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, 99 (2), 127–136.
14. Richards, R. A., Rebetzke, G. J., Condon, A. G., & Herwaarden, A. F. (2002). Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Science*, 42 (1), 111–121. doi: 10.2135/cropsci2002.1110.
15. Yücel, D., & Mart, D. (2014). Drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1, 1299–1303.
16. Ribaut, J.-M., & Poland, D. (1999). Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited environments. *A Strategic Planning Workshop, El Batan, Mexico, 21-25 June*. Mexico D.F.: CIMMYT.
17. Rosielle, A. A., & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21 (6), 943–946.
18. Fisher, R. A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29 (5), 897–912.
19. Bouslama, M., & Schapaugh, W. T. (1984). Stress Tolerance in Soybeans. I. Evaluation of Three Screening Techniques for Heat and Drought Tolerance. *Crop Science*, 24 (5), 933–937. doi: 10.2135/cropsci1984.0011183x002400050026x.
20. Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campanile, R. G., Ricciardi, G. L., & Borghi, B. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science*, 77 (4), 523–531. doi: 10.4141/p96-130.
21. Kobzyieva, L. N., Bezuhla, O. M., & Sylenko, S. I. (2016). *Metodychni rekomendatsii z vvychennia henetychnykh resursiv zernobovovykh kultur*. Kharkiv [In Ukrainian].
22. Udovenko, G. V. (Ed.). (1988). *Diagnostika ustoychivosti rasteniy k stressovym vozdeystviyam. Metodicheskoe rukovodstvo*. Leningrad [In Russian].
23. Donskoj, M. M., & Naumkin, V. P. (2014). Czvetenie i urozhajnost sortoobrazczov chiny posevnoj razlichnykh ekologo-geogrฟicheskich grupp. *Zernobovoye i Krupyanye Kultury*, 1 (9), 45–52 [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 05.08.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Силенко С. І., Єремко Л. С., Силенко О. С., Роговий О. Ю., Андрущенко О. В., Гангур В. В. Добір вихідного матеріалу чини посівної (*Lathyrus sativus* L.) для створення посухостійких сортів. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 99–108.

© Силенко Сергій Іванович, Єремко Людмила Сергіївна, Силенко Олена Сергіївна, Роговий Олександр Юрійович, Андрущенко Олена Володимирівна, Гангур Володимир Васильович, 2020




original article | 632.913:632.93 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.12

## ECO-BALANCING OF ARABLE FARMING AS A FIRST STEP TO ORGANIC MANUFACTURING OF PLANT GROWING PRODUCTS


V. M. Pysarenko

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


N. P. Kovalenko\*

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


G. D. Pospielova

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


M. A. Pischalenko

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

V. V. Melnychuk

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

E. L. Sherstiuk

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

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

\*Corresponding author

E-mail: [ninel.kovalenko2016@gmail.com](mailto:ninel.kovalenko2016@gmail.com)

### How to Cite

Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospielova, G. D., Pischalenko, M. A., Melnychuk, V. V., & Sherstiuk, E. L. (2020). Eco-balancing of arable farming as a first step to organic manufacturing of plant growing products. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 109–117. doi: 10.31210/visnyk2020.03.12

*Preservation of land resources under their active management and mass manifestation of land degradation processes, upsetting soil cover integrity, is now an extremely topical problem, which requires solving. The world practice shows that the prospects of using organic farming in its “pure state” turn out rather limited because of different reasons. At the same time, it is necessary to create certain economic, social and cultural preconditions, and also a rather high level of scientific and technical basis and theoretical knowledge, which are the most important parts in this process, on the territory of different countries of the world and Ukraine. In this connection, the purpose of the article is describing some agro-technical measures, which ensure eco-balancing of arable farming while manufacturing plant growing products. Data have been presented in the paper concerning methods and agro-technical techniques based on many-year observations of crop cultivation (2012–2019) in organic crop rotation at private enterprise “Agroecology” in Shyshaky district, Poltava region. These data can be used in modern farming conditions with the aim of obtaining ecologically safe plant growing products and eco-balancing of arable farming on the whole. Measures aimed at eco-balancing of crop farming while cultivating certain crops, such as: winter wheat, spring barley, corn grain, soybean, pea, sugar beet, rape, sunflower, millet, and buckwheat have been elucidated. Different techniques and measures for each separate crop have been described, and they are connected with: choosing proceeding crops; peculiarities of sowing material treatment with different preparations ensuring better germination, increasing yield or protecting against diseases of different etiology; peculiarities of sowing and further agro-technological cultivation and finally, harvesting. At the same time, different variants have been suggested in the paper as to decreasing or eliminating weed infestation on sown areas and also helping to fight mouse-like rodents and insects – grain crops’ pests. Thus, the presented data have both theoretical and practical value for specialists introducing eco-balancing of arable farming, as these data help solve important problems.*

**Key words:** eco-balancing of arable farming, crop diseases and pests, weeds, soil cultivation, proceeding crops.

### ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЗЕМЛЕРОБСТВА ЯК ПЕРШИЙ КРОК ДО ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

*В. М. Писаренко, Н. П. Коваленко, Г. Д. Поспелова, М. А. Пищаленко, В. В. Мельничук, О. Л. Шерстюк*

Полтавська державна аграрна академія м. Полтава, Україна

*Збереження земельних ресурсів в умовах їхньої активної експлуатації та масового прояву земельно-деградаційних процесів, що порушують цілісність ґрунтового покриву нині залишається надзвичайно актуальним питанням, що потребує розв'язання. Досвід світової практики свідчить, що перспективи застосування органічного землеробства в «чистому вигляді» виявляються вельми обмеженими, зважаючи на ті чи ті причини. Водночас для розвитку екологізації землеробства на території різних країн світу, зокрема й України необхідно створити певні передумови, а саме, економічні, соціальні та культурні, а також досить високий рівень науково-технічної бази та теоретичних знань, що своєю чергою є надважливою складовою частиною в цьому процесі. Зважаючи на це, метою статті стало розкриття окремих агротехнічних заходів, що сприяють екологізації землеробства при виробництві продукції рослинництва. У роботі наведено дані відносно засобів та агротехнічних прийомів на прикладі багаторічних спостережень при вирощуванні сільськогосподарських культур (2012–2019 рр.) в органічній сівозміні на базі ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області, які можуть застосовуватися в сучасних умовах ведення галузі сільського господарства з метою отримання екологічно чистої продукції рослинництва та екологізації землеробства загалом. Висвітлено заходи з екологізації землеробства при вирощуванні окремих культур, а саме: пшениці озимої, ячменю ярого, кукурудзи на зерно, сої, гороху, буряку цукрового, ріпаку, соняшнику, проса та гречки. Для кожної з культур описані різні прийоми та заходи, що пов'язані з: вибором культур попередників; особливостями обробки посівного матеріалу засобами, що сприяють кращій схожості, підвищенню їхньої врожайності або захищають від хвороб різної етіології; особливостями їх сівби й подальшого агротехнологічного обробітку аж до збору врожаю. Одночасно в роботі запропоновано різні варіанти проведення заходів, пов'язаних зі зменшенням чи знищенням забур'яненості посівних площ, а також такі, що допомагають у боротьбі з мишовидними гризунами та комахами – шкідниками зернових культур. Отже, висвітлені дані мають як теоретичну, так і практичну цінність для спеціалістів, що впроваджують екологізацію землеробства, оскільки розкривають важливі питання.*

**Ключові слова:** екологізація землеробства, хвороби і шкідники сільськогосподарських культур, бур'яни, обробіток ґрунту, попередники.

### ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ПЕРВЫЙ ШАГ К ОРГАНИЧЕСКОМУ ПРОИЗВОДСТВУ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

*В. М. Писаренко, Н. П. Коваленко, А. Д. Поспелова, М. А. Пищаленко, В. В. Мельничук, Е. Л. Шерстюк*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Сохранение земельных ресурсов в условиях их активной эксплуатации и массового проявления земельно-деградационных процессов, нарушающих целостность почвенного покрова сейчас остается чрезвычайно актуальным вопросом, требующим решения. В связи с этим, целью статьи стало раскрытие отдельных агротехнических мероприятий, способствующих экологизации земледелия при производстве продукции растениеводства. В работе приведены данные относительно средств и агротехнических приемов на примере многолетних наблюдений при выращивании сельскохозяйственных культур (2012–2019 гг.) в органическом севообороте на базе ЧП «Агроэкология» Шишацкого района Полтавской области, которые могут применяться в современных условиях ведения отрасли сельского хозяйства с целью получения экологически чистой продукции растениеводства и экологизации земледелия в целом. Освещены меры по экологизации земледелия при выращивании отдельных культур, а именно: пшеницы озимой, ячменя ярого, кукурузы на зерно, сои, гороха, свеклы сахарной, рапса, подсолнечника, проса и гречихи.*

**Ключевые слова:** экологизация земледелия, болезни и вредители сельскохозяйственных культур, сорняки, обработка почвы, предшественники.

### Вступ

Екологізація землеробства є вихідною позицією на шляху до моделі сталого розвитку сільського господарства. Коли системи землеробства розглядаються як інструмент конструювання агроландшафтів, важливо конкретизувати вимоги до її елементів. Розробка агрономічних питань у сучасному землеробстві неможлива без урахування екологічних позицій рослинницької галузі. Це обумовлено тим, що об'єктом землеробства є живі організми, об'єднані в агробіоценози. Для створення теоретичних основ управління продукційним процесом в сільськогосподарському виробництві необхідно розробити прийоми ефективного використання властивостей ґрунту, клімату, мінерального живлення та інших показників агроєкосистеми [8, 9, 14, 15].

Метою досліджень стало окреслення основних шляхів екологізації виробництва продукції рослинництва.

Завдання дослідження. Дослідити вплив агротехнічних прийомів на екологізацію вирощування польових культур.

### Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження з вивчення впливу агротехнічних прийомів при вирощуванні сільськогосподарських культур проводили впродовж 2012–2019 рр. в органічній сівозміні на базі ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області згідно із загальноприйнятими методиками [30, 31]. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень істотно різнилися за температурним режимом і вологозабезпеченістю.

### Результати досліджень та їх обговорення

У рільництві екологізація землеробства базується насамперед на комплексі організаційно-господарських та агротехнічних прийомів, які входять у технології вирощування сільськогосподарських культур. Це структура посівних площ, мілкий обробіток ґрунту, використання органічних добрив та сидеральних культур, підготовка насіння, оптимальні строки проведення робіт, застосування економічних порогів шкідливості шкідників, хвороб і бур'янів та мікробіологічних препаратів, механічні, фізичні методи захисту рослин та карантин [7, 18, 22, 24, 26].

Екологічне землеробство – це технологія виробництва сільськогосподарської продукції, яка забороняє або значно обмежує використання мінеральних добрив – отрутохімікатів для захисту рослин [23, 28].

Технологія базується на використанні сівозмін, застосуванні як добрив рослинних решток, перегною і компостів, бобових рослин, органічних відходів виробництва, а також мікробіологічних препаратів [1, 17, 20, 29].

Важливим чинником екологізації землеробства є структура посівних площ. Через те, що органічне землеробство потребує одночасного розвитку рослинництва і тваринництва з метою забезпечення останнього кормовою базою, чимала частка угідь повинна бути відведена під трави, кормові культури та культурні пасовища, що стабілізує агробіоценоз і зменшує загрозу розвитку шкідливих організмів.

Якщо в господарстві є хоч невелике поголів'я корів, отримати екологічно безпечну продукцію можна вже в поточному році, впровадивши ґрунтозахисну, органічну сівозміну короткої ротації. Схема її така: ячмінь з підсівом еспарцету, еспарцет, пшениця озима, просо або гречка [1, 2, 21].

У сучасних умовах удосконалення сівозмін відбувається через посів сидеральних культур як з осені (жито на сидерат, жито + тифон на сидерат), так і з ранньої весни, поукісно або поживно [3].

Застосування зелених добрив є одним зі шляхів біологізації та екологізації процесу інтенсифікації землеробства. Використання сидератів дає змогу збільшити надходження органічних речовин у ґрунт, сприяє скороченню водної ерозії, покращенню агрофізичних властивостей ґрунту, підвищенню вмісту в них азоту [10].

У перехідний період можуть бути ефективними сидерати, посіяні з осені (жито, жито + тифон, суріпиця озима). Гарними післяякісними та післяживними сидератами є редька олійна, гірчиця біла, гречка, пелюшка, ріпак ярий, фацелія, овес + вика яра. Важливою умовою отримання дружніх сходів є необхідність прямого посіву сидератів паралельно зі збиранням основної культури (розрив між збиранням основної культури і посівом сидерату не повинен перевищувати трьох годин). На сидерат можуть бути використані сходи падалиці ранніх зернових і зернобобових культур, при проведенні лушення відразу після збирання основної культури. Більшого ефекту можна досягти підсівом цих площ однією з вищезазначених культур.

Значного зменшення шкідників, які розвиваються усередині насіння (горохова зернівка, люцернова товстонижка та ін.), а також ряду збудників хвороб (біла гниль сояшнику, хвороби насіння кукурудзи тощо) досягають очисткою і сортуванням насіння [27].

### **Заходи з екологізації землеробства при вирощуванні окремих культур.**

*Пшениця озима.* Добрими попередниками для неї є культури, що забезпечують задовільний фітосанітарний стан, рано звільняють поле і дозволяють вчасно провести обробіток ґрунту і сівбу. У сучасних умовах для Лісостепу це – зайняті та сидеральні пари, соя, віко-овес на зерно. Сходи падалиці після збирання цієї сумішки є ефективним сидератом. Заходом збільшення продуктивності пшениці озимої є обробка її насіння біологічними стимуляторами росту (емістимом, агростимуліном та ін.), що забезпечує приріст урожайності на 3–5 ц/га.

При загрозі епіфітотії кореневих гнилей доцільно використовувати для інкрустації насіння триходермін або фітобактеріюміцин [12].

Восени для захисту від мишоподібних гризунів за необхідності застосовують бактероденцид зерновий (2 кг/га), або при заморозках заливають колонії нірок водою.

Зменшенню втрат від хлібних жуків, клопів черепашок сприяє обсів поля пшеницею ярою (один прохід сівалки). В подальшому зерно з цієї смуги використовують на фураж.

*Ячмінь ярий.* Доцільною є обробка насіння ячменю сірчанокислим марганцем (0,7–0,9 кг/т) у суміші з гуматом натрію (1 кг/т).

*Кукурудза на зерно.* За умови екологізації землеробства при вирощуванні кукурудзи необхідно розв'язати такі питання: забезпечити чистоту посівів, сформувати задану густоту рослин до збирання, зменшити вилягання рослин у період збирання врожаю.

Важливо, щоб розрив між передпосівною культивуацією і посівом був не більше доби, оскільки цей захід особливо ефективний у боротьбі з бур'янами. У перехідний період особливо важливо знати ступінь забур'яненості полів. З цією метою використовують метод пророщування середнього зразка ґрунту. Поле можна вважати чистим, якщо у ґрунті, відібраному з шару 0–10 см, за 25–30 днів проростає менше 10 шт./м<sup>2</sup> сходів малорічних бур'янів. При цьому агротехнічні прийоми боротьби з бур'янами цілком ефективні.

Насіння кукурудзи готують до сівби на спеціальних калібрувальних заводах, де його доводять до високих посівних кондицій. До того ж у господарствах доцільно перевіряти польову схожість. Використовують метод пророщування середнього зразка певної партії насіння: відраховують 300 насінин і за 15–20 днів до посіву висівають у ящики із землею на глибину заробки насіння (6 см). Через 10 діб підраховують кількість рослин, які зійшли, визначають процент польової схожості. Цей показник потрібен для точного визначення норм висіву кукурудзи.

Розраховуючи норми висіву, необхідно передбачити страхову надбавку для компенсації зменшення польової схожості, природної загибелі рослин, зрідження посівів під час догляду. Методом пророщування середнього зразка ґрунту визначають процент компенсації зменшення польової схожості. Природна загибель рослин у середньому становить 2 %. Технологічний відхід рослин при післясходовому боронуванні (у стадії шилець) – 7 %; при кожному наступному міжрядному обробітку – 5 %.

Якщо рекомендована густота рослин до збирання ранньостиглих гібридів становить 75–80 тис. шт./га, при цьому польова схожість насіння кукурудзи – 90 %, заплановано провести два боронування після сходів і два міжрядних обробітки, сівалку необхідно налагодити на висів 94,6 тис. шт./га [11].

Сівбу кукурудзи розпочинають за умови стійкого прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 10–12 °С. Насамперед висівають холодостійкі та ранньостиглі гібриди на відносно чистих полях. В умовах загрози пошкодження посівів дротяниками кукурудзу варто сіяти наприкінці оптимальних строків. Зміщення строків посіву до більш пізніх дає змогу також провести вичісування паростків бур'янів зубовими боронами з навареними сегментами (краще з кукурудзяних комбайнів) або лапчастими боронами.

Боротьба з бур'янами ведеться агротехнічними методами. Після сівби поле прикочують кільчастощпоровими котками, що провокує проростання бур'янів і дозволяє звести до мінімуму втрату рослин через післясходове боронування, а також сприяє зменшенню ураженості насіння і сходів фітопатогенною мікрофлорою [27].

Бур'яни знищують під час проведення досходових та післясходових боронувань, міжрядних культивуацій. Досходове боронування проводять посівними або середніми боронами на 4–5-й день після

сівби, коли основна частина бур'янів не досягла поверхні ґрунту і перебуває у фазі «білої ниточки». Глибина обробітку – не більше 3–4 см.

У фазі 2–3-х справжніх листків проводять перше післясходове боронування впоперек посіву. Якщо використовуються пружинні борони, боронування сходів проводиться вздовж рядків. Вдруге боронують у фазі 4–5-ти листків зі швидкістю руху агрегату 5–6 км/год. відповідним типом борін – їх зубці повинні бути спрямовані скосом уперед. При цьому сходи менше травмуються й уражуються збудниками пухирчастої сажки. Також рослини менше ушкоджуються, якщо боронування проводити у другій половині дня, коли спадає тургор. При боронуваннях гине до 85 % бур'янів, знижується на 33–44 % пошкодження кукурудзи личинками шведської мухи.

За умови боронування посівів кукурудзи кількість бур'янів (фаза «білої нитки») зменшується на 90–95 %, у фазі одного листка 65–75 %, а у фазі 3–5 листків і більше – лише 15–20 %.

Міжрядні культивачі проводять культиваторами, починаючи з фази 6–7-ми листків, а в подальшому – з появою бур'янів та з метою розпушення верхнього шару ґрунту, запобігання втрати вологи та поліпшення аерації.

Перший міжрядний обробіток здійснюють знаряддями зі стрілчастими лапами та прополювальними борінками на глибину 6–8 см. Другий обробіток – через 12–15 днів культиваторами з лапами-відвальниками для присипання бур'янів у рядках на глибину 4–6 см. За необхідності проводять третій міжрядний обробіток культиваторами, укомплектованими стрілчастими лапами та підгортачами. Підгортання стимулює утворення додаткових коренів, знищує бур'яни в захисній смузі рядка.

Якщо виникає загроза пошкодження кукурудзи лучним метеликом, використовують трихограму, яку випускають у період масового льоту та яйцекладки метеликів із розрахунку 100 тис. особин на 1 га, випуск повторюють через 5–7 днів. Проти гусені, що відродилася, можна застосувати мікробіологічний інсектицидний препарат лепідоцид (1,5 кг/га) [6].

Суттєву фітосанітарну роль для посівів батьківських форм та товарних гібридів кукурудзи, особливо ранніх строків посіву, відіграє просторова ізоляція від полів пшениці озимої. Ураження шведською мухою сходів кукурудзи на полі, розташованому поруч із пшеницею озимою, може досягти 80 %, а на відстані 1,5–2,0 км – 17–22 %.

Щоб уникнути істотних втрат урожаю внаслідок вилягання рослин, пошкоджених кукурудзяним метеликом або стебловими і кореневими гнилями, термін збирання одного гібриду не повинен перевищувати 5–7 днів. Своєчасне збирання кукурудзи на низькому зрізі (8–10 см) з подрібненням рослинних решток сприяє зменшенню щільності зимуючих гусениць кукурудзяного метелика: з поля видаляється до 80 % шкідників, які потім знищуються дискуванням пожнивних решток.

Горох у сівозміні посідає важливе місце, через його здатність до симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, що сприяє збагаченню ґрунту азотом, але повертати його на попереднє місце рекомендовано через 5–6 років. Це позитивно впливає на фітосанітарний стан культури. З агротехнічних прийомів захисту гороху обов'язковою є просторова ізоляція (не менше 0,5–1,0 км).

За посушливих умов доцільним заходом догляду є прикочування посівів гладкими або кільчасто-шпоровими котками. Такий прийом забезпечує формування дружних ранніх сходів. Для контролю за бур'янами у фазі «білої ниточки» здійснюють боронування середніми зубовими боронами на 4–5-й день після сівби. В результаті кількість однорічних бур'янів зменшується на 60–80 %.

Наступне боронування проводять у фазу 3–5 листків упоперек рядків легкими, середніми зубовими або сітчастими боронами (швидкість руху агрегату 4–5 км/год.). Боронування рекомендовано проводити у другій половині дня, коли паростки втрачають тургор, що зменшує травмування рослин.

Для захисту від горохової попелиці й горохової зернівки посіви обсівають фацелією смугами шириною 40–50 см (норма висіву 4 кг/га). У разі якщо поля гороху і люцерни межують, скошування останньої у фазі стеблуння сприяє загибелі ще не окрилених самиць бобової попелиці. Це перешкоджає переселенню шкідника на посіви гороху [4, 5].

З метою зменшення ураженості насіння гороху гороховою зернівкою перед збиранням рекомендовано обкошувати крайові смуги шириною 15–20 м. Зібране зерно може бути використане на фураж.

Соя чутлива до забур'яненості полів. Саме тому кращими попередниками для неї є озимі і ярі колосові культури, які рано звільняють поля для проведення основного обробітку ґрунту. У сівозміні сою рекомендовано повертати на попереднє місце через 3–4 роки. Як попередник не доцільно використовувати бобові культури, оскільки вони мають спільних шкідників і збудників хвороб.

Навесні, у разі досягнення фізичної стиглості ґрунту варто провести ранньовесняне боронування

та вирівнювання поля. З появою бур'янів культивують на глибину 10–12 см з одночасним боронуванням. У день сівби проводять передпосівний обробіток (бажано комбінованими агрегатами) на глибину загортання насіння.

Як культура пізнього посіву соя вимагає особливого контролю за поширенням бур'янів. З цією метою рекомендовано проводити вичісування бур'янів (2–3 обробки) зубовими боронами з навареними сегментами від ріжучих ножів жниварок, або лапчастими боронами на глибину 3–4 см.

Після появи сходів при широкорядних посівах першу міжрядну культивуацію проводять через 8–12 днів (у разі чіткого позначенні рядків) на глибину 5–6 см з шириною захисної зони 8–10 см. Рекомендують використовувати культиватори, обладнані однобічними лапами-бритвами. Через 8–10 днів після першої обробки міжряддя розпушують вдруге на глибину 6–8 см, але не пізніше утворення 2–3-ої пари справжніх листків. Захисну зону залишають шириною 10–12 см. Для цього використовують культиватори зі стрілчастими лапами. Третій, а можливо і четвертий, раз обробку проводять, зважаючи на рівень засміченості посівів та ущільнення ґрунту. Культивуація міжрядь крім знищення бур'янів покращує умови для утворення бульбочок на коренях рослин.

*Буряк цукровий.* Найсприятливіші умови для буряка цукрового створюються у разі розміщення їх після пшениці озимої, яку висівали після зайнятого або сидерального пару.

У сівозміні буряк цукровий можна вирощувати на тому ж полі не раніше як на 4-й рік. Одним із прийомів, що зменшує загрозу заселення посівів культури буряковою кореневою попелицею, буряковою блішкою та довгоносіком, є просторова ізоляція від старих бурячищ.

Передпосівну культивуацію проводять у день сівби за допомогою комбінованих агрегатів, які за один прохід розпушують і вирівнюють поверхню поля та ущільнюють посівне ложе.

Сівбу буряка цукрового розпочинають, коли ґрунт прогріється до 5–6 °С на глибині 8–10 см і містить достатню кількість вологи. Запізнення із сівбою на 5–6 днів проти оптимальних строків призводить до недобору коренеплодів, а ранні посіви вражаються коренеїдом, блішками і заморозками [25].

Оптимальна густина рослин на період збирання для зони нестійкого зволоження становить 95–100 тис./га, недостатнього – 90–95 тис./га.

Система догляду за посівами включає досходове боронування та розпушування ґрунту в міжряддях. Досходове боронування проводять на 4–5-й день після початку сівби за умови появи в поверхньому шарі ґрунту проростків бур'янів у вигляді «білих ниточок». Якщо густина посівів понад 12–14 рослин на 1 м рядка, в період появи першої пари справжніх листочків проводять суцільне післясходове боронування легкими посівними боронами після полудня коли рослини підв'януть. Агрегати повинні рухатися впоперек посівів зі швидкістю 3–4 км/год.

Перше розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 2,5–3,5 см (шаровку) проводять одразу після позначення рядків сходів культури (фаза вилочки). Ширина захисної зони – 5–7 см. Швидкість руху агрегату – не більше 4 км/год. Наступні обробки до змикання листків у міжряддях рекомендується проводити на глибину 8–10 см. У суху погоду глибина розпушувань не повинна перевищувати 8 см. Для обробки ґрунту на глибину 6–8 см застосовують лапи-бритви, а на більшу – долота і стрілчасті лапи.

Як спосіб боротьби з буряковим довгоносіком застосовується ущільнення ґрунту котками після сівби – шкідник відкладає яйця переважно в розпушений ґрунт; облаштування ловильних канавок навколо посівів буряка і старих бурячищ; використання принадних посівів культури на старих бурячищах (краї полів, на яких торік вирощувався буряк цукровий, обсівають буряками у два проходи сівалки). Допускається висів інкрустованого насіння комбінованими препаратами.

У разі загрози пошкодження рослин лучним метеликом застосовують мікробіологічні препарати – ентобактерин, дендробацилін, бітоксисабацилін з нормою витрати – 2 кг/га, або лепідоцид, новодор, турингін, діпел (0,5 кг/га) [16].

Для *ріпаку* ярого небажаними попередниками є буряк цукровий (спільні шкідники – хрестоцвіті блішки) і капуста культури, кращими – зернові культури. Повернення ріпаку на попереднє поле можливе лише через 3–4 роки.

У полях сівозміни посіви ріпаку нинішнього року ізолюють від торішніх на відстань не менше 1 км, що стримує поширення спеціалізованих шкідників і збудників хвороб.

Важливим прийомом покращення фітосанітарного стану посівів є впровадження у виробництво стійких до хвороб (особливо до несправжньої борошнистої роси, фомозу, бурої плямистості і бактеріозу коренів) сортів ріпаку озимого і ярого [13].

Перед сівбою і одразу після сівби необхідно проводити коткування важкими кільчастими котками.

Цей захід гарантує формування дружніх сходів, що, натомість, сприяє зменшенню пошкодження хрестоцвітими блішками.

Для контролю за бур'янами та з метою обмеження розвитку чорної ніжки і фомозу в широкорядних посівах проводять мілке розпушування міжрядь, а на суцільних за умови утворення чотирьох листків – боронування впоперек рядків.

З метою обмеження чисельності капустяної совки та біланів проводять випуск трихограми в період масового відкладання яєць у два строки через 5–7 днів по 50–100 тис. особин на 1 га [19].

*Соняшник* рекомендовано розмішувати в сівозміні після озимих (пшениця, жито, тритікале) та ярих зернових культур (ячмінь, пшениця, овес), що не висушують глибоких шарів ґрунту.

На попереднє місце його можна повертати не раніше, як через 6–8 років, оскільки коротка ротація сприяє створенню умови для масової появи оліготрофних шкідників та специфічних хвороб. Через це у структурі посівних площ соняшнику повинно відводитися не більше 10–12 %.

За посушливих умов догляд за посівами починається з їх прикочування. На 5–6-й день після сівби, коли бур'яни перебувають у фазі «білої ниточки», проводять досходове боронування легкими або середніми зубовими боронами. У разі затримки сходів соняшнику в холодну погоду за 3–4 дні до появи сходів проводять друге боронування. У фазі 1–3 пари справжніх листків проводять післясходове боронування легкими або середніми боронами.

Варто відмітити, що на полях з великою кількістю пожнивних решток боронування по сходах не проводять.

Для знищення вегетуючих бур'янів, поліпшення повітряного і режиму живлення проводять 1–3 міжрядні культивування. Кількість міжрядних обробок залежить від забур'яненості посівів і стану ґрунту. На чистих від бур'янів полях доцільно провести одну культивування міжрядь (глибина 6–8 або 8–10 см). На засмічених посівах проводять 2–3 міжрядні культивування: перша – у фазі 3–4 справжні листки, наступні – через 10–12 днів у разі появи бур'янів. Міжрядний обробіток закінчують, коли висота рослин досягне 60–70 см.

Важливим резервом збільшення врожаю насіння соняшнику є забезпечення запилення рослин. Цьому сприяє створення оптимального навантаження бджіл у період його цвітіння. При навантаженні двох сімей бджіл на гектар урожай насіння може збільшуватися на 6,0–7,5 ц/га [16].

*Просо* добре росте на родючих ґрунтах з достатнім запасом легкодоступних поживних речовин. Відразу після сівби потрібно проводити прикочування кільцево-шпоровими котками, що значно збільшує польову схожість насіння та сприяє появі дружніх сходів. На 3–5-й день після сівби проводять досходове боронування посіву. За необхідності на початку куціння проводять післясходове боронування посівними боронами.

На широкорядних посівах у подальшому проводять розпушування міжрядь: перший міжрядний обробіток – у фазі 3–5 справжніх листків культиваторами на глибину 3–4 см; вдруге міжряддя розпушують та проводять легке підгортання стрічастими лапами на глибину 5–6 см на початку стеблування.

*Гречка*. Забороняється розмішувати посіви гречки вздовж шосейних доріг з інтенсивним рухом автотранспорту. Відстань від посіву до траси повинна бути не менше 0,5 км. Посіви вздовж доріг з менш інтенсивним рухом рекомендується обкошувати (2–3 прокоси).

Посіви гречки краще розмішувати в сівозміні після озимих, зернобобових культур, буряка цукрового та кукурудзи. Встановлено, що за умови посіву гречки після зернобобових і просапних культур її урожай підвищується на 15–30 % порівняно із сівою після вівса та ячменю.

Як фітосанітарна культура гречка сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту, а при мілкому обробітку ґрунту значно зменшує його щільність.

Зважаючи на те, що гречка є культурою пізнього посіву, є можливість провести дві-три обробки зубовими боронами з навареними сегментами від ріжучих ножів жниварок, кукурудзяно-збиральних комбайнів або лапчастими боронами на глибину 3–4 см для вичісування паростків бур'янів.

Передпосівний обробіток проводять у день сівби на глибину загортання насіння культиваторами або комбінованими агрегатами.

Для боротьби з бур'янами, а також для знищення ґрунтової кірки до появи сходів проводять боронування посівів середніми боронами. На посівах гречки звичайним рядковим способом для знищення бур'янів проводять післясходове боронування у фазі першого справжнього листка легкими або середніми боронами впоперек рядків. Найкраще боронувати вдень, коли рослини втрачають тургор і менше ламаються зубцями борін. Швидкість руху агрегату становить 4–5 км/год.

На ширококорядних посівах проводять дво-триразове розпушення міжрядь для поліпшення водного режиму і знищення бур'янів. При чіткому прояві рядків розпушують міжряддя: перший раз культиваторами з лапами-бритвами на глибину 4–5 см; другий – через 7–10 днів на глибину 6–5 см з одночасним підгортанням рослин у рядку; третій (за необхідності) – з повторним підгортанням перед змиканням рядків.

Гречка – цінна медоносна культура. За сприятливих погодних умов 1 га посіву гречки забезпечує збір 90–100 кг високоякісного лікувального меду. Запилення бджолами сприяє також значному приросту врожаю гречки (3–5 ц/га). Пасіку (5–6 бджолосімей на га) вивозять до початку масового цвітіння. Розміщують вулики безпосередньо біля посіву гречки.

Гречка також може використовуватися як культура для сидерального добрива та як меліорант.

### Висновки

Екологізація виробництва продукції рослинництва передбачає результативне використання природних умов і базується на раціональному застосуванні систем обробітку ґрунту, удобренні, захисті рослин та інших агротехнічних заходів, що забезпечують виробництво продукції рослинництва з мінімальним антропогенним навантаженням на довкілля.

### References

1. Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti. Praktychni rekomendatsii*. Poltava RVV PDAA [In Ukrainian].
2. Pysarenko, V. M., & Antonets, A. S. (2015). *Antonets S. S.: Bibliohrafichnyi pokazhchyk naukovykh prats za 1956–2015 roky*. Kyiv: «Zerno» [In Ukrainian].
3. Berzhyvoi, S., & Yrzhy, U. (2010). *Orhanycheskoe selskoe khaziastvo*. Olomouc [In Russian].
4. Bilyk, M. O. (2016). *Dovidnyk z biolohichnoho zakhystu roslyn*. Kharkiv, [In Ukrainian].
5. Bilyk, M. O., Yevtushenko, M. D., & Mariutin, F. P. (2003). *Zakhyst ovochevykh kultur vid khvorob i shkidnykiv u zakrytomu hruntі*. Kharkiv: Espada [In Ukrainian].
6. Dolia, M. M., Pokazii, I. T., Mamchur, A. M. (2004). *Fitosanitarnyi monitorynh*. Kyiv: NMTsIAE [In Ukrainian].
7. Diadechko, M. P., Padii, M. M., & Shelestova, V. S. (2001). *Biolohichnyi zakhyst roslyn*. Bila tserkva [In Ukrainian].
8. Shpara, D. (2003). *Zashchyta rastenyi v ustoichevykh systemakh zemlepolzovanyia (v 4-kh knykh)*. Torzhok [In Ukrainian].
9. Ivanyuk, V. G., Banadyev, S. A., & Zhurolesnij, G. K. (2005). *Zashita kartofelya ot boleznej vreditelej i sornyakov*. Minsk: Belprint [In Russian].
10. Kamenskyi, V. F., Hadzalo, Ya. M., Saiko, V. F., & Korniichuk, M. S. (2015). *Zemlerobstvo XXI stolittia – problemy ta shliakhy vyrishennia*. Kyiv: VP «Edelveis» [In Ukrainian].
11. Kysil, V. I. (2003). Formuvannia ekolohichno bezpechnoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 2, 10–12 [In Ukrainian].
12. Kutsenko, A. M., & Pysarenko, V. N. (1992). *Vyrashchyvanye ekolohycheskyskoj produktsyy v malykh krestianskykh y fermerskykh khoziazistvakh*. Kyev: UMKVO [In Russian].
13. Lapa, O. M., Drozda, V. F., Melnychuk, S. D. (2006). *Tekhnolohiia vyroshchuvannia ta zakhyst sadu*. Kyiv [In Ukrainian].
14. Lapa, O. M., Drozda, V. F., & Pshets, N. V. (2006). *Ekolohichno bezpechni intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia ta zakhystu ovochevykh kultur*. Kyiv [In Ukrainian].
15. Furdychka, O. I. (2012). *Naukovi osnovy staloho rozvytku ahrosystem Ukrainy. Naukovo-metodychni osnovy zbalansovanoho pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi. Tom 2: Monohrafiia*. Kyiv: DIA [In Ukrainian].
16. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., & Pysarenko, V. V. (2008). *Ahroekolohiia*. Poltava.: FOP «Hovorov S. V.» [In Ukrainian].
17. Pysarenko, V. M., & Pysarenko, P. V. (2007). *Zakhyst roslyn: Fitosanitarnyi monitorynh. Metody zakhystu roslyn. Intehrovanyi zakhyst roslyn*. Poltava [In Ukrainian].
18. Pysarenko, V. M. & Pysarenko, P. V. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora*. Poltava [In Ukrainian].

19. Pysarenko, V. N., & Pysarenko, P. V. (2015). Ekolohycheskye uslovyia formyrovanyia fyto-sanytarnoho sostoianyia posevov selskokhoziaistvennukh kultur pry orhanycheskom zemledelyi. *Zerno*, 2 (107), 158–162 [In Russian].
20. Pysarenko, V. M., & Antonets, A. S. (2017). *Systema orhanichnoho zemlerobstva ahroekoloha Semena Antontsia*. Poltava [In Ukrainian].
21. Pokozij, I. T., Pysarenko, V. M., & Dovhal, S. V. (2010). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur. Pidruchnyk*. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
22. Pryimak, I. D., Manko, Yu. P., & Ridei, N. M. (2010). *Ekolohichni problemy zemlerobstva*. Kyiv: «Tsentr uchbovoi literatury» [In Ukrainian].
23. Pokozii, I. H., Yatsenko, V. H., & Murza, V. I. (1992). *Sad i horod bez khimii*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
24. Sabluk, V. T. (2002). *Shkidnyky shkodiv tsukrovykh buriakiv*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].
25. Lytvynov, B. M., & Yevtushenko, M. D. (2005). *Silskohospodarska entomolohiia*. Kyiv: «Vyshcha osvita» [In Ukrainian].
26. Sekun, M. P. (2002). Problemy kompleksnoho vykorystannia pestytsydiv u zakhysti roslyn. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 24–26 [In Ukrainian].
27. Stetsyshyn, P. O., Rekunenko, V. V., & Pandus, V. V. (2008). *Osnovy orhanichnoho vyrobnytstva: Navchalnyi posibnyk*. Vinnytsia: Nova knyha [In Ukrainian].
28. Fedorov, M. M., Khodanivska, O. V., & Kefchynska, S. T. (2011). *Rozvytok orhanichnoho vyrobnytstva*. Kyiv: NMTsIAE [In Ukrainian].
29. Fokin, A. V. (2008). *Hruntovi fitofahy: enerhetychna kontseptsiiia vyznachennia rivniv ta porohiv shkidlyvosti*. Kyiv: Vydavnytstvo «Kolobih» [In Ukrainian].
30. Ovcharuk, O. V., Ovcharuk, V. I., Ovcharuk, O. V., Khomina, V. Ya., Mostipan, M. I., & Kulyk, H. A. (2019) *Metody analizu v ahronomii ta ahroekolohii: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: FOP Ozerov H. V. [In Ukrainian].
31. Ermantraut, E. R., Karpuk, L. M., Vakhnii, S. P., Kozak, L. A., Pavlichenko, A. A. & Filipova, L. M. (2018) *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navchalnyi posibnyk*. Bila Tserkva: BNAU [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 05.08.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Піщаленко М. А., Мельничук В. В., Шерстюк О. Л. Екологізація землеробства як перший крок до органічного виробництва рослинницької продукції. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 109–117.

© Писаренко Віктор Микитович, Коваленко Нінель Павлівна, Поспелова Ганна Дмитрівна, Піщаленко Марина Анатоліївна, Мельничук Віталій Васильович, Шерстюк Олена Леонідівна, 2020



original article | UDC 606:633.854.793 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.13


## PECULIARITIES OF CALLUSOGENESIS AND MORPHOGENESIS OF PRIMARY EXPLANTS *IN VITRO* OF DIFFERENT RAPE GENOTYPES (*BRASSICA NAPUS L.*)


O. L. Klyachenko<sup>1\*</sup>

N. V. Shofolova<sup>1</sup>

S. O. Chernii<sup>2</sup>

ORCID  [0000-0002-4087-4082](https://orcid.org/0000-0002-4087-4082)

ORCID  [0000-0003-3207-0110](https://orcid.org/0000-0003-3207-0110)

ORCID  [0000-0002-8369-6415](https://orcid.org/0000-0002-8369-6415)

<sup>1</sup> National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroyiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

<sup>2</sup> Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15, Henerala Rodymtseva str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: [klyachenko@ukr.net](mailto:klyachenko@ukr.net)

### How to Cite

Klyachenko, O. L., Shofolova, N. V., & Chernii, S. O. (2020). Peculiarities of callusogenesis and morphogenesis of primary explants *in vitro* of different rape genotypes (*Brassica napus L.*). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 118–124. doi: 10.31210/visnyk2020.03.13

Currently there is important the creation of new genotypes of rape, combining high productivity, technological qualities, as well as resistance to various environmental stressors, based on the use of the new practical developments to improve breeding materials of this crop. One of the effective biotechnological methods which allows to expedite the reproduction of valuable breeding material and obtain a new one is the use of morphogenesis of callus biomass. The study was conducted in the training laboratory of plant biotechnology of the Department of Ecobiotechnology and Biodiversity of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. There were studied 9 varieties and hybrids of winter and spring rapeseed: Danhal, Chorny veleten, Nelson, Aliot, NK Petrol, NK Technic, Cliff, Geros. Callus tissue was planted on 3 variants of Murasige-Skoog medium with different growth regulators 6-BAP, IOC, NOC, 2,4-D. As a result of study it was found that the formation of callus on the K1 medium was observed on the 7th day of cultivation, on the 12th day 72–100% of the explosives formed the calluses. On the second nutrient medium K2 compared to medium K1 a slight decrease in the growth index of rapeseed was found. The formation of callus tissue was observed, which differed in morphological features and a slight increase in biomass, the minimum weight was 122,0 mg and the maximum – 187,9 mg. On K3 medium, a low callus growth index with the lowest mass was observed, with the exception of the Nelson winter rapeseed variety, in which the index increased 1.7 times. The formation of callus tissue of dense consistency of varieties and hybrids of winter and spring rapeseed was observed for 21 days on medias K1 and K2. The medium with the addition of 6-BAP, where later leaf and stem structures were found from the morphogenetic callus, was used for the regeneration of explants of different rapeseed genotypes. Thus, according to the results of the study, it was found that the optimal medium for the growth of morpho- and callusogenesis is the medium containing 6-BAP, on which the formation of a dense callus was observed in almost all rapeseed genotypes.

**Key words:** selection, genotype, callus tissue, morphogenesis, medium, *in vitro*.

**ОСОБЛИВОСТІ КАЛЮСОГЕНЕЗУ І МОРФОГЕНЕЗУ ПЕРВИННИХ ЕКСПЛАНТАТІВ  
IN VITRO РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ РІПАКА (*BRASSICA NAPUS L.*)**

**О. Л. Кляченко<sup>1</sup>, Н. В. Шофолова<sup>1</sup>, С. О. Черній<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Український інститут експертизи сортів рослин, м. Київ, Україна

Нині велику увагу приділено створенню нових генотипів ріпаку (*Brassica napus L.*), які поєднують високу продуктивність, технологічні якості, а також стійкість до різних стресових чинників довкілля, що ґрунтується на використанні новітніх практичних розробок для покращення селекційних матеріалів цієї культури. Одним з ефективних біотехнологічних методів, що дає змогу прискорити розмноження цінного селекційного матеріалу та отримання нового є використання морфогенезу калюсної біомаси. Дослідження проводили на базі навчальної лабораторії біотехнології рослин кафедри екобіотехнології та біорізноманіття НУБіП України. Досліджували 9 сортів і гібридів озимого та ярого ріпаку: Дангал, Чорний велетень, Сенатор Люкс, Нельсон, Аліот, NK Petrol, NK Technic, Кліфф, Герос. Калюсну тканину висаджували на 3 варіанти живильного середовища Мурасіге-Скуга з різними регуляторами росту: 6-БАП, ІОК, НОК, 2,4-Д. У результаті досліджень виявлено, що на середовищі К1 спостерігалось утворення калюсу на 7-у добу культивування, на 12-у добу – калюси утворили 72–100 % експлантатів. На другому живильному середовищі К2 порівняно із середовищем К1 було виявлено незначне зниження ростового індексу ріпаку. Водночас спостерігали утворення калюсної тканини, яка відрізнялась за морфологічними ознаками та малим приростом біомаси, мінімальна маса становила 122,0 мг, а максимальна – 187,9 мг. На середовищі К3 спостерігали низький ростовий індекс калюсу з найменшою масою, за винятком сорту озимого ріпаку Нельсон, у якого індекс зріс в 1,7 раза. Утворення калюсної тканини щільної консистенції сортів і гібридів озимого та ярого ріпаку спостерігали на 21-у добу на живильних середовищах К1 і К2. Для проведення регенерації експлантатів різних генотипів ріпаку використовували ЖС з додаванням БАП, де згодом з морфогенетичного калюсу було виявлено листкові і стеблові структури. Отже, за одержаними результатами проведених досліджень встановлено, що оптимальним для розвитку морфо- і калюсогенезу є живильне середовище із вмістом 6-БАП, на якому спостерігали утворення щільного калюсу майже в усіх генотипів ріпаку.

**Ключові слова:** селекція, генотип, калюсна тканина, морфогенез, живильне середовище, *in vitro*.

**ОСОБЕННОСТИ КАЛЛЮСОГЕНЕЗА И МОРФОГЕНЕЗА ПЕРВИЧНЫХ ЕКСПЛАНТАТОВ  
IN VITRO РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ РАПСА (*BRASSICA NAPUS L.*)**

**О. Л. Кляченко<sup>1</sup>, Н. В. Шофолова<sup>1</sup>, С. А. Черній<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

<sup>2</sup> Украинский институт экспертизы сортов растений, г. Киев, Украина

На сегодняшний день большое внимание уделено созданию новых генотипов рапса (*Brassica napus L.*), сочетающие высокую производительность, технологические качества, а также устойчивость к различным стрессовым факторам окружающей среды, основанной на использовании новейших практических разработок для улучшения селекционных материалов культуры. Исследования проводились на базе учебной лаборатории биотехнологии растений кафедры экобиотехнологии и биоразнообразия НУБіП Украины. Исследовали 9 сортов и гибридов озимого и ярого рапса: Дангал, Черный великан, Сенатор Люкс, Нельсон, Аліот, NK Petrol, NK Technic, Клифф, Герос. Калюсную ткань высаживали на 3 варианта питательной среды Мурасіге-Скуга с различными регуляторами роста: 6-БАП, ИУК, НУК, 2,4-Д. По полученным результатам проведенных исследований установлено, что оптимальным для развития морфо- и каллюсогенеза есть питательная среда с содержанием 6-БАП, на котором наблюдали образование плотного каллуса почти во всех генотипах рапса.

**Ключевые слова:** селекция, генотип, калюсная ткань, морфогенез, питательная среда, *in vitro*.

### Вступ

Ріпак (*Brassica napus* L.) як олійна та кормова культура становить значну частку продукції аграрного сектора України, перспективного для експорту на міжнародні ринки, а також для виробництва дизельного палива та забезпечення ним внутрішніх ринків [11]. Нинішні селекційні програми озимого та ярого ріпака спрямовані на створення високоврожайних, крупнонасінних сортів гібридів різних типів за вмістом і складом олії з широкою пластичністю до метеорологічних й агроекологічних чинників [5, 6]. Одним зі способів підвищення ефективності селекційного процесу є використання сучасних біотехнологічних методів, які уможливають розширення спектру генетичної різноманітності та скорочення терміну проведення селекції [1, 8]

Аналіз літературних джерел показав, що далеко не всі описані схеми отримання рослин-регенерантів ріпака шляхом прямого і непрямого морфогенезу [4, 12] *in vitro* можуть бути відтворені й успішно застосовані в роботі з досліджуваними генотипами.

Метою роботи було вивчення особливостей процесів калюсогенезу і морфогенезу рослин ріпака озимого та ярого в умовах *in vitro*. Серед завдань досліджень – підібрати оптимальні умови та живильне середовище для росту калюсної тканини; дослідити вплив регуляторів росту на регенерацію калюсу різних генотипів ріпаку.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. на базі навчальної лабораторії біотехнології рослин кафедри екобіотехнології та біорізноманіття Національного університету біоресурсів і природокористування України. Об'єктом досліджень слугували сорти ріпака озимого Дангал, Чорний велетень, Сенатор Люкс, Нельсон, Аліот, гібриди NK Petrol, NK Technic та ярого Кліфф, Герос. Насіння ріпака стерилізували 0,9 % гіпохлоритом натрію у експозиції 15 хв. з подальшим триразовим промиванням стерильною дистильованою водою. Калюсну тканину отримували із сім'ядольних листків, стебел асептичних проростків на живильних середовищах, модифікованих Мурасіге-Скуга (МС) [18], які різнилися вмістом регуляторів росту.

K1: МС 6-БАП (1 мг/мл) + ІОК (0,1 мг/мл) + НОК (0,5 мг/мл);

K2: МС + 2,4-Д (1 мг/мл) + ІОК (0,2 мг/мл);

K3: МС + 6-БАП (0,02 мг/мл) + ІОК (0,1 мг/мл) + НОК (2,5 мг/мл);

Калюс вирощували в термостаті за температури 25–26 °С, відносної вологості повітря 70–80 %, без освітлення, з подальшим пасажуванням утвореного первинного калюсу на середовище такого ж складу через кожну 21 добу. Водночас визначали кількісні і якісні показники: приріст калюсної маси [11], консистенцію, забарвлення [2]. Для отримання рослин-регенерантів калюсну тканину пересаджували на модифіковане регенераційне середовище МС з додаванням 2 мг/л БАП.

Експеримент проведено у 20-кратній повторюваності для кожного генотипу і живильного середовища. Середньомісячний приріст сирової маси калюсу визначали як статистичну обробку між кінцевою і початковою масою [7]. Результати оброблено статистично [1].

### Результати досліджень та їх обговорення

**Калюсогенез ріпака озимого і ярого.** Проведені дослідження свідчать, що всі досліджені генотипи здатні утворювати калюс при культивуванні в умовах *in vitro*. При експлантації на живильні середовища сім'ядольних листків та стебел на перший тиждень культивування ріпака озимого та ярого в темряві спостерігали збільшення їх розмірів удвічі та часткове знебарвлення. На 7-у добу культивування у 15–60 % первинних експлантатів (залежно від генотипу та варіанту живильного середовища) було започатковано утворення калюсу, тоді як на 12-у – процес калюсоутворення відбувався у 72–100 % експлантатів. Практично у всіх генотипів спостерігали утворення щільного калюсу на середовищі K1 (табл. 1).

На живильному середовищі K2 з додаванням 2,4-Д (1 мг/мл) та ІОК (0,2 мг/мл) відмічали незначне порівняно із середовищем K1 зниження ростового індексу в усіх досліджених сортах і гібридів ріпаку та утворення невеликої маси калюсної тканини. За такої умови утворений калюс суттєво відрізнявся за морфологічними характеристиками (табл. 2). На поверхні зрізів експлантатів утворювався щільний дрібнозернистий калюс, при подальшому культивуванні якого не відбувалася регенерація рослин. Необхідно відмітити, що мінімальна маса калюсів у середньому формувалася в сортах як ярого, так і озимого ріпака – 122,0 мг, максимальна – на рівні 187,9 мг.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 1. Частота калюсоутворення та морфологічна характеристика калюсу в рослин ріпака озимого та ярого на середовищі K1

Сорт, гібрид	Ростовий індекс (PI)	Середня маса калюсу, мг	Характеристика калюсу
Дангал	8,8±0,6	231,8±20,5	Щільний, білий, матовий
Чорний велетень	7,5±0,5	220,5±35,8	Дуже щільний, білий, матовий
Сенатор Люкс	9,1±0,3	336,1±18,9	Щільний, білий, матовий
NK Technic	9,2±0,4	314,0±16,9	Щільний, білий, матовий
Нельсон	7,2±0,7	196,3±15,8	Рихлий сірий, блискучий або середньої густини, білий, матовий
NK Petrol	8,2±0,4	175,3±32,5	Щільний, білий, матовий
Аліот	11,0±0,4	175,7±36,9	Дуже щільний, білий, матовий
Кліфф	11,6±0,3	450,0±18,6	Дуже щільний, білий, матовий
Герос	9,9±0,7	358,0±15,9	Дуже щільний, білий, матовий

### 2. Частота калюсоутворення та морфологічна характеристика калюсу в рослин ріпака озимого та ярого на середовищі K2

Сорт, гібрид	Ростовий індекс (PI)	Середня маса калюсу, мг	Характеристика калюсу
Дангал	6,8±0,9	176,5±15,9	Щільний, білий, матовий
Чорний велетень	5,4±1,3	150,5±20,8	Дуже щільний, білий, матовий
Сенатор Люкс	6,8±0,5	245,8±18,9	Щільний, білий, матовий
NK Technic	7,2±0,6	126,4±10,2	Щільний, білий, матовий
Нельсон	3,5±0,2	110,0±12,9	Рихлий сірий, блискучий або середньої густини, білий, матовий
NK Petrol	6,1±0,4	98,6±12,3	Щільний, білий, матовий
Аліот	7,0±0,4	123,4±34,6	Дуже щільний, білий, матовий
Кліфф	5,3±0,4	128,4±20,8	Щільний, білий, матовий
Герос	7,4±1,1	245,7±18,7	Дуже щільний, білий, матовий

### 3. Частота калюсоутворення та морфологічна характеристика калюсу в рослин ріпака озимого та ярого на середовищі K3

Сорт, гібрид	Ростовий індекс (PI)	Середня маса калюсу, мг	Характеристика калюсу
Дангал	5,4±0,4	185,6±20,1	Щільний, білий, матовий
Чорний велетень	5,3±1,1	168,2±19,5	Дуже щільний, білий, матовий
Сенатор Люкс	6,2±0,8	250,9±17,3	Щільний, білий, матовий
NK Technic	6,7±0,6	140,1±19,7	Щільний, білий, матовий
Нельсон	5,8±0,7	250,3±15,6	Рихлий сірий, блискучий або середньої густини, білий, матовий
NK Petrol	5,9±0,5	120,4±18,7	Щільний, білий, матовий
Аліот	6,4±1,7	148,6±28,4	Дуже щільний, білий, матовий
Кліфф	5,0±0,8	134,6±16,8	Щільний, білий, матовий
Герос	6,4±0,7	250,6±21,1	Дуже щільний, білий, матовий

При культивуванні експлантатів досліджених генотипів на концентрованому живильному середовищі K3, доповненому 6-БАП (0,02 мг/мл), ІОК (0,1 мг/мл) та НОК (2,5 мг/мл) спостерігалось незначне зниження ростового індексу в усіх досліджених генотипів за винятком сорту озимого ріпака сорту Нельсон, у якого ростовий індекс зріс майже в 1,7 раза. Також у решти сортів та гібридів спостерігалось незначне зростання маси калюсної тканини (табл. 3). З представлених даних видно, що на сере-

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

довищі К3 мінімальна маса калюсу формувалася в озимого ріпака NK Petrol та ярого Кліфф.

Установлено, що на 21-у добу культивування калюсоутворення спостерігалось на всіх досліджених середовищах. Проте більш інтенсивно цей процес відбувався на перших двох варіантах середовищ (К1 і К2), де формувалася калюс щільної консистенції із зеленими осередками, який досягав максимальної маси на середовищі К1 з додаванням 6-БАП (1 мг/мл), ІОК (0,1 мг/мл) та НОК (0,5 мг/мл). На середовищі третього типу (К3) утворювався калюс рихлої консистенції світлого кольору з найменшою масою.

Низка дослідників вважає, що морфогенез починається із формування в калюсі груп меристематичних клітин, так званих осередків морфогенезу, які формуються на поверхні калюсу [7, 15, 16]. На думку інших, морфогенез починається у групах меристематичних клітин з інтенсивним поділом, розміщених у товщі калюсу, має вигляд аморфної маси і складається головню із тонкостінних вакуолізованих паренхіматозних клітин [18, 19]. Кожна з таких клітин може сформувати цілу рослину-регенерант, тому калюсні культури використовують для швидкого розмноження рослин за умови генетичної стабільності тканин [9, 14].

**Регенераційна здатність експлантатів ріпака озимого та ярого.** При вивченні процесу регенерації ріпака озимого та ярого як експлантат використовували морфогенні калюсні тканини з великою кількістю меристематичних зон, які поміщали на модифіковане живильне середовище МС доповнене БАП у концентрації 2 мг/л. У подальшому в калюсній тканині формувалась брунька, з якої розвивався пагін, а згодом біля його основи утворювались додаткові корені. Спостерігали також виникнення у морфогенному калюсі листковидних та стеблевидних структур, частина яких розвивалась у нормальні пагони, а інша призупиняла ріст. Утворені пагони культивували на живильному середовищі МС з додаванням БАП у концентрації 2 мг/л. Остання, як відомо, індукуює розвиток пазушних бруньок і стимулює ріст органів, що перебувають у стані спокою [3]. Отримані маточні рослини ріпаку живцювали через 3–4 тижні після закладання досліду. В таблиці 4 представлено результати регенераційної здатності досліджених сортів ріпаку.

#### 4. Регенераційна здатність генотипів ріпака озимого та ярого

Сорт, гібрид	Висаджено експлантатів, шт.	Морфогенні калюси, %	Кількість утворених пагонів, шт.	Частота регенерації пагонів із калюсу, %	Довжина пагонів, мм
Дангал	95	54	59	61	14
Чорний велетень	76	56	60	64	12
Сенатор Люкс	79	42	40	49	8
NK Technic	75	40	53	57	14
Нельсон	90	36	45	55	10
NK Petrol	80	38	47	50	13
Аліот	73	54	59	63	12
Кліфф	94	49	58	62	12
Герос	99	53	59	64	14
НІР <sub>05</sub>		2,3	2,7	2,9	0,5

Із даних, наведених в табл. 4, видно, що на протестованому живильному середовищі спостерігались висока інтенсивність утворення морфогенних калюсів і частота регенерації пагонів (від 45 до 64 %). Найбільшою регенераційною здатністю калюсів характеризувався сорт Чорний велетень, у якого кількість отриманих рослин-регенерантів становила 60 шт., а частота регенерації рослин з морфогенних калюсів – 64 %. Низька здатність до регенерації спостерігалась у гібридів Сенатор Люкс та Нельсон, у яких кількість отриманих рослин-регенерантів не перевищувала 40 %, а частота регенерації була на рівні 49–50 %.

При перепасируванні окремих пагонів або груп по 2–3 штуки на середовище того ж складу можна за короткий термін одержати велику кількість нових пагонів (30–40 за 9–11 тижнів), які є вегетативним потомством одного експлантату і зберігають генетичну ідентичність.

#### Висновок

Встановлено, що всі досліджені генотипи ріпака озимого та ярого здатні до формування калюсу,

та існує залежність між генотипом рослини і її здатністю до калюсо-, морфо- та органогенезу. Досліджено, що найкращі регенераційні та ростові характеристики мають щільні білі калюси з матовою поверхнею. Вивчено вплив БАП на процеси морфо- та органогенезу досліджених генотипів. Згідно з нашими результатами основна роль в індукції непрямого морфогенезу обумовлюється складом живильного середовища. Установлені особливості непрямого морфогенезу ріпаку озимого та ярого в культурі *in vitro*, що ми використали в дослідженнях із клітинної селекції.

Перспективи подальших досліджень полягають у впровадженні цієї методики калюсоутворення для створення генотипів ріпаку, які зберігатимуть генетичну ідентичність та свої якості.

### References

1. Atramentova, L. O., & Utevska, O. M. (2007) *Statystychni metody v biologii*. Kharkiv: Vydavnytstvo Kharkiv instytutu imeni V.N. Karazina [In Ukrainian].
2. Butenko, R. G. (1999). *Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotehnologii na ih osnove*. Moskva: FBK-PRESS [In Russian].
3. Vedenycheva, N. P., & Kosakivska, I. V. (2017). *Tsytokininy yak rehuliatory ontogenezu roslyn za riznykh umov zrostannia*. Kyiv: [In Ukrainian].
4. Zhang, H. T., Raldugina, G. N., & Kalashnikova, E. A. (2010). Izuchenie pervykh stadij regeneracii pobegov na semyadolnykh eksplantah rapsa (*Brassica napus L.*) pri ispolzovanii geneticheskikh konstrukcij, sodержashih gen GUS s intronom ili gen GFP. *Izvestiya Timiryazevskoj Selskohozyajstvennoj Akademii*, 5, 96–102. [In Russian].
5. Kalenska, S. M., Nidzelskyi, V. A., Pylypenko, V. S., Taran, N. Yu., & Storozhenko, V. O. (2016). Poverkhnevi lipidy ta stiikist roslyn zernobobovykh kultur do stresovykh chynnykiv v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 3. [In Ukrainian].
6. Karpachev, V. V. (2008). *Raps yarovoj. Osnovy selekcii. Monografiya*. Lipeck: GNU VNIPTI rapsa [In Russian].
7. Kovaleva, O. N. (1992). Citologicheskij analiz klonov, poluchennykh ot nezrelykh zarodyshej yachmenya sorta Bruce. *Nauchno-Tekhnicheskij Byulleten Vserossijskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Rastenievodstva imeni N. I. Vavilova*, 218, 66–71 [In Russian].
8. Kliachenko, O. L., Sytnik, I. D., & Halchynska, O. K. (2012). *Ozymyi ta yaryi ripak. Biologhiia. Seleksiia. Biotekhnolohiia: monohrafiia*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [In Ukrainian].
9. Kosulina, L. G. (1995). Osobennosti processa regeneracii v kallyusnoj kulture zrelykh zarodyshej pshenicy (*Triticum aestivum L.*). *Selskohozyajstvennaya biologiya. Seriya: Biologiya rastenij*, 1, 78–84 [In Russian].
10. Kucherenko, L. A., Madumache, O. P., & Guzhov, Yu. L. (1991). K metodike opredeleniya massy kallusnykh tkanej v processe kultivirovaniya. *Selskohozyajstvennaya Biologiya. Seriya: Biologiya Rastenij*, 3, 84–86. [In Russian].
11. Kliachenko, O. L., & Sytnik, I. D. (2002). *Brassica napus L. in culture in vitro*. *Ahrarna nauka i Osvita*, 3 (3–4), 15–18 [In Ukrainian].
12. Morhun, V. V., Dubrovna, O. V., & Morhun, B. V. (2016). Suchasni biotekhnolohii otrymannia stiikykh do stresiv roslyn pshenytsi. *Fyzyolohiya Rastenyi y Henetyka*, 48 (3), 196–214 [In Ukrainian].
13. Nesterenko, O. H., & Rashydov, N. M. (2018). Reaktsiia roslyn horokhu na diuu solovoho i termichnoho stresovykh faktoriv zalezno vid poperednoho ionizuiuchoho oprominennia. *Biologichni Studii*, 12 (1), 65–72. doi: 10.30970/sbi.1201.547 [In Ukrainian].
14. Chernobrovkina, M. A., Hvatkiv, P. A., Leonteva, A. V., & Dolgov, S. A. (2017). Izuchenie morfologicheskogo potentsiala ozimogo rapsa otechestvennoj selekcii. *Mezhdunarodnyj Zhurnurnal Prikladnyh I Fundamentalnyh Issledovanij*, 11 (2), 260–264. [In Russian].
15. Chaturvedi, R., Razdan, M. K., & Bhojwani, S. S. (2003). Production of haploids of neem (*Azadirachta indica A. Juss.*) by another culture. *Plant Cell Reports*, 21 (6), 531–537. doi: 10.1007/s00299-002-0565-6
16. Klyachenko, O. L., Likhanov, A. F., & Krylovskaya, S. A. (2020). Morphogenetic modules formation in sugar beet callus tissues *in vitro*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9 (6), 1396–1408.
17. Konieczny, R., Bohdanowicz, J., Czaplicki, A. Z., & Przywara, L. (2005). Extracellular matrix sur-

face network during plant regeneration in wheat anther culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 83 (2), 201–208. doi: 10.1007/s11240-005-5771-9

18. Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15 (3), 473–497.

19. Peixe, A., Barroso, J., Potes, A., & Pais, M. S. (2004). Induction of haploid morphogenic calluses from in vitro cultured anthers of *Prunus armeniaca* cv. 'Harcot'. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 77 (1), 35–41.

20. Steinmacher, D. A., Krohn, N. G., Dantas, A. C. M., Stefenon, V. M., Clement, C. R., & Guerra, M. P. (2007). Somatic embryogenesis in peach palm using the thin cell layer technique: induction, morpho-histological aspects and AFLP analysis of somaclonal variation. *Annals of Botany*, 100 (4), 699–709. doi: 10.1093/aob/mcm153.

Стаття надійшла до редакції 05.08.2020 р.


**Бібліографічний опис для цитування:**


Кляченко О. Л., Шофолова Н. В., Черній С. О. Особливості калюсогенезу і морфогенезу первинних експлантатів *in vitro* різних генотипів ріпака (*Brassica napus* L.). *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 118–124.

© Кляченко Оксана Леонідівна, Черній Сніжана Олександрівна,  
Шофолова Наталя Володимирівна, 2020


**original article** | 504.06 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.14

**THE SYSTEM OF COMPLEX GOVERNING SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE  
CONTEXT OF SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT**
*P. V. Pysarenko*

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

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

 ORCID  [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998)
*O. M. Rudenko\**

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

\*Corresponding author

 E-mail: [ukrpoltavaolga@gmail.com](mailto:ukrpoltavaolga@gmail.com),

## How to Cite

Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., & Rudenko, O. M. (2020). The system of complex governing solid waste management in the context of sustainable regional development. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 125–134. doi: 10.31210/visnyk2020.03.14

*The problem of solid waste management is one of the most important environmental, economic, and social problems of the regional development. Yearly, about 480 thousand tons (1.6 million m<sup>3</sup>) of solid domestic waste products are generated in Poltava region, and they are disposed in 377 authorized solid domestic waste landfills and dumps; also 4.5 million tons of industrial wastes are formed (200 thousand tons of which are dangerous waste products). The tendency is observed as to yearly increasing the formation of both industrial, including dangerous and domestic wastes. Moreover, the questions directed at obtaining desirable effect of using the potential in the area of waste management as a part of gross economic potential of the regional economy taking into account environmental factors and as a result of mutual activity of the participants in the area of solid waste management, have not yet received corresponding study. Taking into account all the above mentioned problems, theoretical and conceptual model of controlling the system of solid waste management at the regional level has been developed and scientifically substantiated. Based on this model, the algorithm of decision making in the area of waste management has been formulated, optimal managerial strategies in this area and mechanisms of their implementation have been determined. The developed algorithm enables to solve the questions of optimizing the development of the sphere of solid waste management having the given plurality of variables and parameters of the system's condition for specific type of waste life cycle. The algorithm also enables to work out optimal system of waste management, having the given system parameters in the region. Target functions of governing the area of waste management, directed at optimizing economic, ecological, and social criteria of regional development have been determined. Recommendations have also been given as to improving the mechanisms of complex regional governing the sphere of solid waste management at all stages of its life cycle. Such recommendations help achieve extreme significance of target functions in governing this sphere. The obtained research results are directed at creating the basis for the development of target programs for environmental protection and also waste management in the context of the region's synergic development.*

**Key words:** solid waste, region, optimization model, solid waste management system, secondary resources.

---

**СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛІННЯ СФЕРОЮ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ ЗБАЛАНСОВАНОГО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ**

*П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, О. М. Руденко*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*Проблема поводження з твердими відходами є однією з найбільш важливих еколого-економічних і соціальних проблем регіонального розвитку. Щорічно в Полтавській області утворюється близько 480 тис. т (1,6 млн м<sup>3</sup>) твердих побутових відходів, які видаляються на 377 санкціонованих полігонах та звалищах твердих побутових відходів та 4,5 млн т промислових відходів (з них 200 тис. т – небезпечні відходи). Спостерігається тенденція до щорічного збільшення утворення як промислових, у тому числі і небезпечних, так і побутових відходів. При цьому питання, орієнтовані на отримання бажаного ефекту використання потенціалу сфери поводження з відходами, як частини сукупного потенціалу економіки регіону з урахуванням екологічних факторів та як результату сукупної дії учасників сфери поводження з твердими відходами, до сих пір не отримали відповідного вивчення. Враховуючи це, у статті розроблено та науково обґрунтовано теоретико-концептуальну модель управління системою поводження з твердими відходами на регіональному рівні, на основі якої сформульовано алгоритм прийняття рішень у сфері поводження з відходами, визначені оптимальні управлінські стратегії у даній сфері і механізми їх реалізації. Розроблений алгоритм дозволяє вирішувати поставлені задачі оптимізації розвитку сфери поводження з твердими відходами при заданій множині змінних і параметрів стану системи для конкретного типу життєвого циклу відходів або розробити оптимальну систему поводження з ними виходячи із заданих параметрів системи у регіоні. Визначені цільові функції управління сферою поводження з відходами, які направлені на оптимізацію економічних, екологічних та соціальних критеріїв розвитку регіону. Також надані рекомендації щодо удосконалення механізмів комплексного регіонального управління сферою поводження з твердими відходами по всіх етапах їх життєвого циклу, які сприяють досягненню екстремальних значень цільових функцій управління даної сфери. Отримані результати дослідження спрямовані на створення основ для розробки цільових програм охорони навколишнього природного середовища, управління відходами в контексті синергічного розвитку регіону.*

**Ключові слова:** *тверді відходи, регіон, оптимізаційна модель, система поводження з твердими відходами, вторинні ресурси.*

**СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛІННЯ СФЕРОЮ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ В КОНТЕКСТЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

*П. В. Писаренко, М. С. Самойлик, О. Ю. Дыченко, О. Н. Руденко*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Разработано и научно обоснованно теоретико-концептуальную модель управления системой обращения с твердыми отходами на региональном уровне на основе которой сформулировано алгоритм принятия решений в сфере обращения с отходами, определены оптимальные управленческие стратегии в сфере данной и механизмы их реализации. Разработанный алгоритм позволяет решать поставленные задачи оптимизации развития сферы обращения с твердыми отходами при заданном множестве переменных и параметров состояния системы для конкретного типа жизненного цикла отходов или разработать оптимальную систему обращения с ними, выходя из заданных параметров системы в регионе.*

**Ключевые слова:** *твердые отходы, регион, оптимизационная модель, система обращения с твердыми отходами, вторичные ресурсы.*

**Вступ**

Потреби зростаючого людства і можливості збіднівшої планети лежать в основі кризи сучасної економічної теорії. Ці факти охоплюють всю проблему сучасної економіки, у якій знаходить свої відображення еколого-економічний критерій оптимальності – максимально можливе задоволення потреб людства при обмеженості ресурсів і лімітованості середовища існування. Економічні теорії, в основу яких покладено нереаль-

ні умови Землі з її необмеженими можливостями, втрачають буд-який зміст [1–5].

На практиці це означає переведення природоохоронної сфери з другорядної в низькі національних проблем в пріоритетні. З позиції головного принципу сталого розвитку – гармонізації інтересів економіки, екології та суспільства – сфера поводження з відходами є однією з найбільш перспективних. У той же час проблеми утворення відходів і поводження з ними є надзвичайно гострими для України та її регіонів. З одного боку, природні ресурси використовують за екстенсивним принципом, що не відповідає принципам сталого розвитку і призводить до нераціонального використання мінеральних і сировинних запасів. З іншого боку, нераціональне використання ресурсів, застарілі технології й відсутність розвинутої сфери вторинної переробки сприяють утворенню великих обсягів відходів, зберігання яких потребує вилучення значних земельних ділянок, а також спричиняє негативний вплив на стан здоров'я людей і якість навколишнього природного середовища. У цьому аспекті актуалізується проблема формування нових підходів до управління системою поводження з твердими відходами (ТВ), основаної на розробці інноваційної методології і концепції управління нею, як складною економіко-екологічною системою, визначенні оптимізаційних моделей і механізмів підтримання прийняття управлінських рішень з використанням методології системного аналізу з урахуванням екологічних, технологічних і соціально-економічних умов функціонування даної системи на регіональному рівні [6–11].

Загалом, проблеми соціально-економічного, збалансованого розвитку регіонів досліджуються науковими установами держави та провідними вітчизняними та зарубіжними вченими, але питання, орієнтовані на отримання бажаного ефекту використання потенціалу сфери поводження з відходами, як частини сукупного потенціалу економіки регіону з урахуванням екологічних факторів та як результату сукупної дії учасників сфери поводження з ТВ, до сих пір не отримали відповідного вивчення [10–14].

*Мета* проведення досліджень – розробка системи комплексного управління сферою поводження з відходами. Головним завданням досліджень було розробити та науково обґрунтувати оптимізаційну модель управління системою поводження з твердими відходами на регіональному рівні, на основі якої сформулювати алгоритм прийняття рішень у сфері поводження з ТВ у регіоні та визначити напрями удосконалення економічного механізму управління даною сферою.

### Матеріали і методи досліджень

Об'єктом дослідження є сфера поводження з твердими відходами регіону. Теоретичним та методологічним підґрунтям дослідження є результати фундаментальних і прикладних досліджень у галузі екологічної безпеки та регіоналістики, положення концепції сталого розвитку, наукові розробки вітчизняних і зарубіжних учених з питань управління сферою поводження з твердими побутовими відходами. Методичною базою дослідження стали загальнонаукові еколого-економічні методи, зокрема монографічний, порівняльний аналіз, абстрактно-логічний метод, картографічний та інші [15–16].

### Результати досліджень та їх обговорення

У Полтавській області щорічно утворюється близько 480 тис. т (1,6 млн. м<sup>3</sup>) твердих побутових відходів, з яких 97–98 % вивозяться на 377 санкціоновані полігони та звалища ТВ (площею 460,2 га), та 4,5 млн. т. промислових відходів (з яких 200 тис. т – небезпечні відходи). Спостерігається тенденція до щорічного утворення як промислових, у тому числі і небезпечних, так і побутових відходів. Так, якщо у 2000 р. відходи, що утворюються в Полтавській області, становили 1,5 % від загального обсягу, який утворюється в Україні, то у 2018 р. – 8,5 % відповідно. Зростає обсяг накопичених відходів у місцях організованого та неорганізованого складування, так станом на 1.01.2018 р. в області накопичено понад 18 млн. т промислових відходів та 22 млн. т побутових ТВ [17–23]. Загальна площа несанкціоновано видалених відходів у 2018 р. склала 80,2 га (411 одиниць). Значно зменшився обсяг утворення вторинної сировини (на 32 % у 2018 р. у порівнянні з 2010 р.) та її використання, що вказує на неефективність функціонування даної сфери у регіоні [23].

До головних проблем у сфері поводження з відходами Полтавської області можна віднести: постійне збільшення обсягу утворення відходів у регіоні; низький рівень утилізації ресурсоцінних відходів; збільшення кількості та площ звалищ ТПВ та невідповідність більшості із них екологічним та санітарно-гігієнічним нормам; залишається незадовільною ситуації щодо видалення відходів у місця неорганізованого складування. Перераховані недоліки висувають задачу створення нової, більш ефективної системи поводження з ТВ, яка б дозволила знизити антропогенне навантаження на навколи-

шне середовище, оптимально вирішити проблему знешкодження відходів, раціонально використовувати вторсировину. Вирішення існуючих проблем повинно базуватися на наступних принципах: запропонована система поводження з ТВ повинна бути економічно доцільною, здійснювати мінімальний вплив на навколишнє середовище, мати високі технологічні показники, забезпечувати максимально корисне використання всіх складових відходів, ґрунтуватися на логістичних засадах; відповідати основним підцілям системи управління сферою поводження з ТВ: мінімізація утворення, максимальна утилізація та безпечне видалення залишків ТВ; вирішення проблеми повинно базуватися на комплексному підході і безперервності розвитку галузі.

Система поводження з ТВ (СПТВ) у регіоні є складовою частиною економіки регіону, тому модель СПТВ у регіоні повинна описувати як економічні зв'язки всередині життєвого циклу ТВ, так і їх взаємозв'язок з економікою регіону. При цьому ідея раціонального управління відходами полягає в тому, що всі ці аспекти повинні розглядатися в комплексі. Виходячи з цього, імітаційну модель життєвого циклу ТВ у регіоні можна представити;

$$X = \Phi(X, Y), \text{ при умові } X \leq X^m, Y \leq Y^m,$$

де  $X = X^S \cup X^3 \cup \dots \cup X^{PB} \cup \dots \cup X^{\Pi}$  - множина змінних стану системи поводження з ТВ у регіоні;  $Y = \{\alpha_s, \beta_p, \dots, \tau^T\}$  - множина параметрів стану даної системи у регіоні;  $X^m, Y^m$  - множина обмежень на змінні і параметри стану даної системи у регіоні;  $\Phi$  - лінійний функціонал, який пов'язує значення змінних стану між собою при заданих параметрах стану системи.

Так як множина  $X$  ширша ніж множина зв'язків у функціоналі  $\Phi$ , то дана система має множину допустимих рішень і, відповідно, пропонує вибір найкращого з них. Задача вибору найкращого рішення системи і є задачею управління системою поводження з ТВ, і вирішується вона за допомогою цільових функцій.

1. Мінімізація утворення відходів:

$$F_1(X) = \sum_{s=1}^{n_y} X_s^y - X_s^{yB\Pi} \rightarrow \min; S = \overline{1, n_y}$$

Ефективність критерію мінімізації утворення ТВ визначається як різниця між загальним обсягом утворення ТВ ( $X_s^y$ ) та відібраними ресурсоцінними компонентами ТВ ( $X_s^{yB\Pi}$ ), і в основному залежить від розумінням  $s$ -го власника відходів еколого-соціально-економічного значення системи поводження з ТВ у регіоні і його економічними можливостями організації рециркуляції ТВ.

2. Мінімізація сумарних екологічних ризиків, які рівні добутку величини економічного збитку за забруднення від даної сфери ( $D$ ) на значення ризику як вірогідної характеристики - ризик здоров'ю людини ( $R_m$ ):

$$F_3(X) = \sum_{m=1}^{n_H} R_m D = \left( \sum_{n=1}^N 1 - \exp \left\{ \ln(0.84) \left[ \frac{C}{\Gamma_{DK} K_E} \right]^b \right\} \right) \cdot \left( \gamma \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^J \delta_j \cdot \sum_{k=1}^K V_k M_k e^{-ht} \right] \cdot C_i a_i \right) + \varphi \sum_{i=1}^I a_i b_i (1 - E - \mu W) \cdot C_i + (BP + PP) \rightarrow \min$$

$$, m = \overline{1, n_H}$$

де  $Y_n$  - економічний збиток за забруднення навколишнього середовища від поводження з ТВ, грн.;  $R_n$  - ризик здоров'ю населення від сфери поводження з ТВ;  $n$  - кількість об'єктів навколишнього середовища (рівне трьом: атмосфера, водне середовище, ґрунти);  $C$  - середня концентрація речовини, що надходить в організм людини протягом його життя;  $K_e$  - коефіцієнт небезпеки, який визначається залежно від класу небезпеки речовини;  $b$  - коефіцієнт ізоефективності;  $\gamma, \varphi$  - константи, чисельне значення якої встановлюється з урахуванням інфляції;  $\delta_j$  - коефіцієнт відносної небезпеки забруднення атмосферного повітря над територіями різного типу  $j$ ;  $V_k$  - теоретичний потенціал утворення метану з органічної складової ТВ, м<sup>3</sup>/рік;  $M_k$  - маса органічної складової у загальному обсягу відходів, т/т за рік;  $h$  - константа утворення метану з органічних відходів;  $t$  - час з моменту відкриття полігону, років;  $C_i$  - масова доля  $i$ -ї шкідливої речовини у загальному обсязі біогазу (фільтраті);  $a_i$  -

показник відносної агресивності  $i$ -ї шкідливої речовини;  $b_i$  – показник відносної екологічної небезпеки скиду шкідливих речовин у водойми;  $l$  – загальний об’єм притоку води, м<sup>3</sup>/рік;  $E$  – об’єм випаровування та транспірації води, м<sup>3</sup>/рік;  $\mu$  – поглинаюча здатність відходів;  $W$  – щорічна маса відходів, що видаляються, м<sup>3</sup>/рік;  $BP$  – недоотриманий прибуток регіону від вилучення земель під об’єкти поводження з ТВ із господарського обігу, грн.;  $PP$  – втрати від забруднення земель у результаті функціонування даної технології поводження з ТВ, грн.

3. Максимальне вилучення вторинних ресурсів. Критерій максимального вилучення  $BP$  буде прагнути до максимуму, якщо максимально забезпечити заходи по мінімізації утворення ТВ у  $s$ -го власника та збільшити долю ТВ, які направляються на заводи по переробці ТВ, а також коефіцієнти вилучення вторресурсів на цих заводах.

4. Максимізація прибутку від реалізації вторресурсів:

$$F_4(X) = (D^B - T^{PB} - T^{MB} - T^{KB}) \rightarrow \max,$$

де  $D^B$  – доходи регіону від продажу вторресурсів;  $T^{PB}, T^{MB}, T^{KB}$  тарифіковані транспортні витрати на перевезення ТВ з пунктів збору, заводів по переробці (сортуванню) та компостуванню. Даний критерій забезпечується виконанням всіх заходів по максимальному вилученню вторинних ресурсів, що забезпечить ріст доходів від продажу вторресурсів. При цьому важлива якість відібраних компонентів, адже від цього залежить ціна на дані ресурси.

5. Мінімізація сумарних витрат.

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

де  $i$  – ставка дисконтування;  $t$  – періоди функціонування сфери поводження з ТВ, рік;  $A$  – витрати на переробку, за вирахуванням прибутку від продажу ресурсоцінних фракцій, грн./т;  $B$  – витрати на збір і транспортування ТВ, грн./т;  $C$  – витрати на захоронення ТВ, грн./т;  $X$  – маса ТВ, що надходить на переробку, т;  $Y$  – маса ТВ, яка транспортується на полігон, т;  $Z$  – загальний обсяг ТВ, що видаляється, та залишок від переробки, т;  $E, F$  – витрати на відкриття переробного заводу (станції), полігону, грн. При цьому мінімізація транспортних витрат регіону у сфері поводження з ТВ можлива за рахунок оптимального розміщення елементів даної системи і оптимізації структури транспортних потоків між ними [3].

6. Максимізація прибутку, отриманого від функціонування системи поводження з ТВ у регіоні, визначається як різниця між прибутком від функціонування сфери поводження з ТВ регіону та витратами на дану сферу:

$$\Pi^P = D^P - B^P,$$

Якщо  $\Pi^P \geq 0$  –  $F_7(X) = \Pi^P \rightarrow \max$ , якщо  $\Pi^P \leq 0$  –  $F_7(X) = \Pi^P \rightarrow \min$ . При  $\Pi^P \geq 0$  – система поводження з ТВ у регіоні сама себе забезпечує фінансовими ресурсами, тобто прибуткова. Якщо  $\Pi^P \leq 0$ , то дана система у регіоні дотаційна, тобто збиткова.

У контексті ефективної структури управління системи поводження з ТВ на регіональному рівні, при умові створення цілісного інформаційного простору як невід’ємної частини, актуалізується необхідність розробки стратегій підтримання прийняття управлінських рішень. Система підтримання прийняття рішень повинна формувати інформаційну множину  $I^T = (X)_{opt}^T \cup (Y)_{opt}^T$ , тобто визначати теоретично оптимальні значення параметрів і змінних стану системи. У загальному вигляді задача оптимального управління сфери поводження з ТВ на регіональному рівні представляє собою детерміновану задачу повної оптимізації: знайти множину змінних ( $X$ ) і параметрів ( $Y$ ) стану оптимуму системи ( $X=X_{opt}^1, Y=Y_{opt}^1$ ), при яких:  $X_{opt}^1 = \Phi(X_{opt}^1, Y_{opt}^1), 0 \leq X_{opt}^1 \leq X^{m1}, 0 \leq Y_{opt}^1 \leq Y^{m1}$ , а критерії оптимізації досягають своїх екстремумів:  $F_1(X, Y) \rightarrow \min; F_2(X, Y) \rightarrow \min; F_3(X, Y) \rightarrow \max; F_4(X, Y) \rightarrow \max; F_5(X, Y) \rightarrow \min; F_6(X, Y) \rightarrow \max$  при  $X=X_{opt}^1, Y=Y_{opt}^1$ .

При умові вже існування певної системи поведження з ТВ у регіоні, тобто коли параметри задані ( $Y=Y_{const}$ ) і постійні протягом певного проміжку часу, оптимізаційна задача зводиться до необхідності знайти  $X=X_{opt}^2$  при умові,  $Y=Y_{const}^2$ , а множина критеріїв досягає своїх екстремальних значень. Рішення, які отримуються в кінці, надають інформацію про найбільш оптимальне управління матеріальними і фінансовими потоками при існуючій уже схемі поведження з ТВ. Дана задача не залежить від часу, але вона дозволяє отримувати динамічну інформацію при кожній зміні параметрів системи за рахунок багатокритеріального її рішення, при чому вираховуються безпосередні значення змінних стану системи  $X_{opt}^2$ , які забезпечують найкраще досягнення цілей управління.

Якщо  $X=X_{const}^3$ , та необхідно визначити оптимальні значення параметрів системи  $Y=Y_{opt}^3$ , а множина критеріїв досягає своїх екстремальних значень. Даний тип задачі дозволяє отримати інформацію про економічно оптимальні рішення для випадку зміни технологічних параметрів сфери поведження з ТВ. Як правило, ця задача пов'язана із оптимізацією інвестування коштів у будівництво чи механічне переоснащення даної системи. Якщо необхідно визначити оптимальні значення частини змінних і частини параметрів стану при заданих значення інших змінних і параметрів стану, тобто  $X = X_K \cup X_L$  та  $Y = Y_K \cup Y_L$ , де  $X_K, Y_K$  – змінні і параметри оптимізації системи, а  $X_L, Y_L$  – константи, тоді:  $X^4 \in X_K$ , то  $X^4 = X_{opt}^4$ ,  $X^4 \in X_L$ , то  $X^4 = constX_L$ ;  $Y^4 \in Y_K$ , то  $Y^4 = Y_{opt}^4$ ,  $Y^4 \in Y_L$ , то  $Y^4 = constY_L$ . Даний тип задач використовується, як правило, для вирішення задач з метою оптимального включення в існуючу систему поведження з ТВ додаткових ланок або циклів і, у результаті її вирішення, визначаються змінні і параметри цієї ланки чи циклу, які дозволяють найкращим еколого-соціально-економічним способом включити дану ланку чи цикл в існуючу систему.

Очевидно, що при вибраних лінійних критеріях оптимізації і лінійній системі зв'язку змінних у розрахунковій схемі, ми отримаємо класичну задачу лінійного програмування (для однокритеріальних задач) і класичну задачу квадратичного програмування (для багатокритеріальних задач). При цьому, в якості єдиного інтегрального критерію при вирішенні задач оптимізації управління СПТВ у регіоні, можна використовувати суму квадратів відхилень нормованих цільових функцій ( $F_j$ ,  $j=1,6$ ) від своїх максимальних і мінімальних значень ( $K_{ij}$  і  $W_{ij}$  – найкращі і найгірші значення  $j$ -го критерію в  $i$ -й задачі оптимізації процесу поведження з ТВ у регіоні):

$$G_{ij}(X, Y) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\alpha_j - \varphi_j^{(i)})^2}, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,6},$$

$$\text{де } \varphi_j^{(i)} = \frac{F_j(X, Y) - \min(K_{ij}; W_{ij})}{\max(K_{ij}; W_{ij}) - \min(K_{ij}; W_{ij})} \quad i = \overline{1,4}, j = \overline{1,6},$$

$$\alpha_j = \begin{cases} 0, & \text{якщо } j - \text{критерій прагне до мінімуму,} \\ 1 & \text{якщо } j - \text{критерій прагне до максимуму.} \end{cases}$$

Використовуючи вище приведені закономірності і властивості задач оптимізації управління СПТВ, можна сформулювати алгоритм прийняття рішень у сфері поведження з ТВ у регіоні. Особа, яка приймає рішення, визначає реальну задачу управління СПТВ, тобто визначає тип оптимізаційної задачі, формує багатокритеріальну цільову функцію та задає обмеження для СПТВ (рис. 1).

У залежності від особливостей і специфіки функціонування СПТВ у тих чи інших регіонах України виявляються не лише прийнятними, але і дієвими лише ті економічні механізми комплексного управління СПТВ по всіх етапах життєвого циклу ТВ, які сприяють досягненню екстремальних значень цільових функцій управління даної сфери. При цьому слід особливо відзначити, що ці функції не є чисто фіскальними, тобто засоби, отримані в ході їх здійснення, мають цільовий характер використання для всієї СПТВ.

Для мінімізації утворення ТВ у процесі виробництва і споживання ( $F_1(X) \rightarrow \min$ ) необхідним є розвиток існуючої системи платежів за розміщення відходів у частині розповсюдження її на всі категорії утворювачів відходів. Тут мається на увазі, по-перше, заміна платежів за збір, транспортування і захоронення ТВ на платежі за розміщення ТВ, що буде забезпечувати єдину тарифікацію витрат у регіонах України, підвищення собівартості даних платежів і ефективний контроль даних фінансових потоків. Зокрема, у Законі України «Про відходи» необхідно записати «Плата за розміщення відходів стягується з індивідуальних підприємців, юридичних осіб та населення у відповідності до законодавства України». Виходячи з цього доцільним є створення відокремленого фонду управління відхода-

ми, що забезпечить цільове надходження коштів у дану сферу.

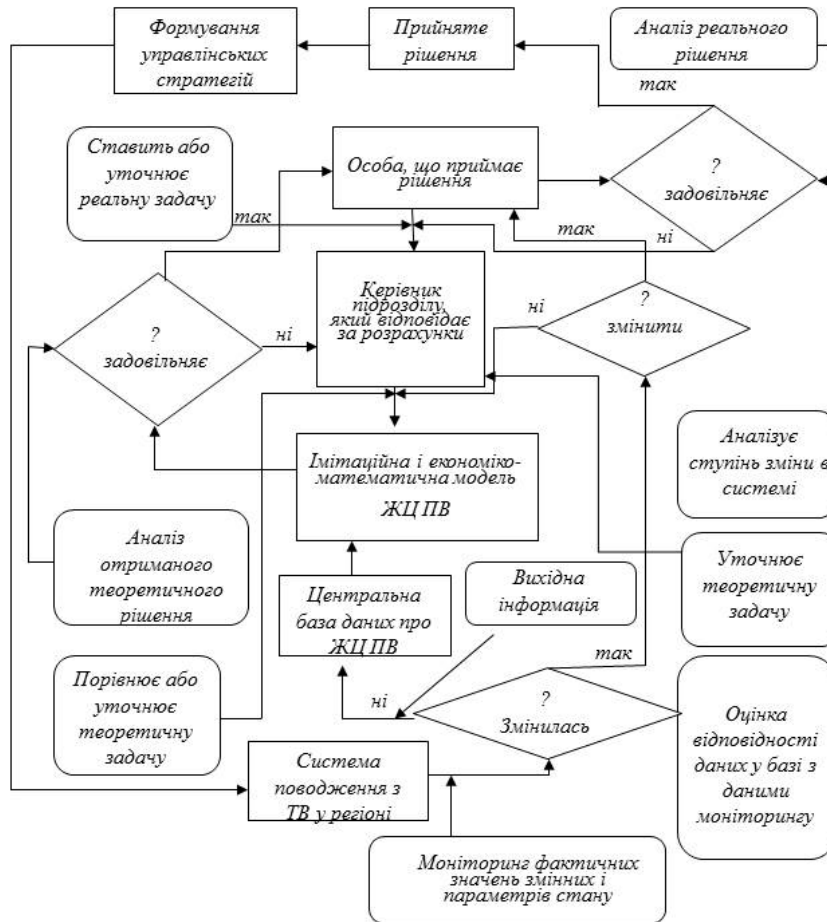


Рис. 1 Алгоритм формалізації системи підтримки прийняття рішень для реалізації оптимального управління СПТВ (складено авторами)

По-друге, доцільним є включення до Бюджетного кодексу України економічного податку за неекологічність продукції, що виробляється. Можливі різні варіації даного економічного інструменту, але даний податок повинен стягуватися із виробників у залежності від можливостей рециркуляції й утилізації матеріалів, що використовуються і виробу, що виробляється. Ставки даного податку повинні визначатися виходячи із необхідного обсягу фінансових коштів, які будуть використовуватися у якості субсидій (державних інвестицій) на розробку нових екологічно чистих матеріалів, технічних засобів і технологій по утилізації матеріалів (коли вони переходять у відходи виробництва і споживання). Для створення однакових умов конкуренції вітчизняних і зарубіжних виробників, які представляють свій товар на український ринок, необхідно розповсюдження екологічного податку за неекологічність продукції і на імпортні товари. Це може бути здійснено за рахунок внесення доповнень до Митного кодексу України: «Плата за утилізацію відходів, які утворюються по завершенню експлуатації ввезених товарів». Дана плата визначається як сума добутку тарифів по утилізації компонентів ввезеного товару на вагу даних компонентів.

З метою мінімізації збитку, що наноситься навколишньому природному середовищу ( $F_2(X) \rightarrow \min$ ), пропонується взаємопов'язаний і взаємоузгоджений із загальноекономічною парадигмою управління перелік економічних інструментів комплексного управління СПТВ на регіональному рівні (рис. 2).

У відповідності з цілями управління СПТВ необхідно змінити систему платежів за збір, транспортування, переробку і видалення ТВ у частині переносу тарифних платежів із початку ланцюга життєвого циклу ТВ у її кінець. Тобто платити слід у кінці ланцюга життєвого циклу ТВ за відходи, які доставлені на заводи та полігони по захороненню ТВ, оскільки це приведе до суттєвого зменшення, а у

подальшому і ліквідацію втрат при транспортуванні. Доцільно також створити систему стимулювання інспекторського складу природоохоронних органів за підвищення ефективності їх діяльності у частині виявлення порушень і стягування штрафів та позовів за забруднення довкілля відходами (за рахунок органів місцевого самоуправління у вигляді премій і грантів), використовувати інструменти екологічного страхування.

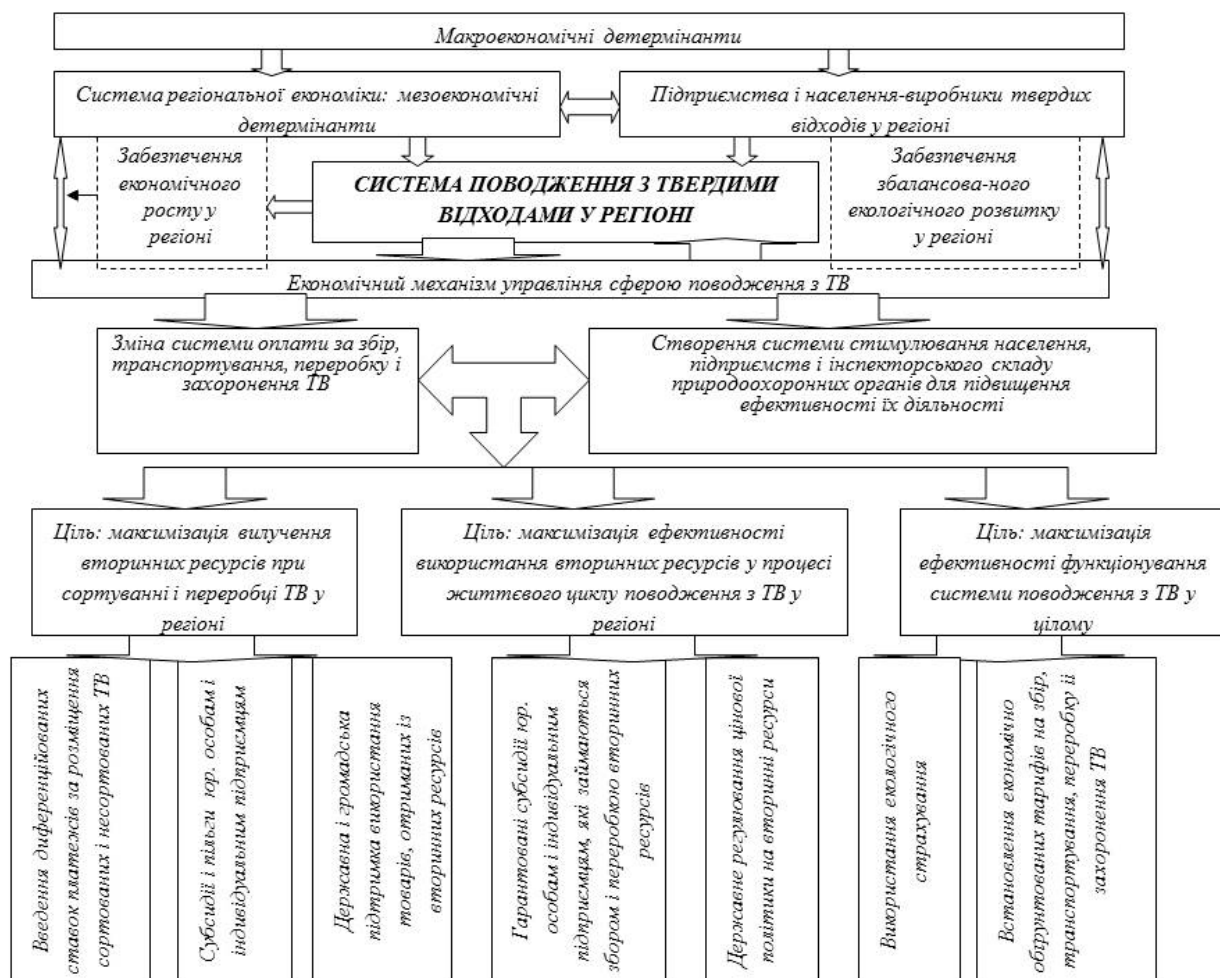


Рис. 2 Напрями удосконалення економічного механізму комплексного управління СПТВ (складено авторами)

Для забезпечення максимізації вилучення вторинних ресурсів при сортуванні і переробці ТВ ( $F_3(X) \rightarrow \min$ ), необхідно: ввести диференційовані ставки платежів за розміщення відсортованих і невідсортованих ТВ, причому їх співвідношення повинно бути таким, щоб пільга, яка надається, перевищувала витрати власника відходів на їх сортування; передбачати субсидії юридичним особам і індивідуальним підприємцям на створення комплексних пунктів по прийому вторинних ресурсів і розповсюдження на них пільг, передбачених Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» і «Про відходи»; державна і громадська підтримка використання товарів, отриманих із вторинних ресурсів.

Для максимізації ефективності використання вторинних ресурсів у процесі життєвого циклу поводження з ТВ ( $F_4(X) \rightarrow \min$ ) необхідно впровадження у практику поводження з ТВ у регіоні наступних економічних інструментів: надання гарантованих субсидій юридичним особам і індивідуальним підприємцям, які займаються збором і переробкою вторинних ресурсів із ТВ, за рахунок повернення залогової вартості за: пластикові і скляні пляшки, алюмінієві банки, відпрацьовані акумулятори, шини, паперову тару, кузови автомобілів, відходи нафтопродуктів, застарілі комп'ютери тощо. державне регулювання цінової політики на вторинні ресурси для встановлення мінімально допусти-

мих цін на їх приймання і переробку.

Для максимізації ефективності функціонування системи поводження з ТВ у цілому: мінімізація витрат – ( $F_5(X) \rightarrow \min$ ); максимізація прибутку – ( $F_6(X) \rightarrow \max$ ) основним економічним інструментом є встановлення економічно обґрунтованих тарифів на збір, транспортування, переробку і захоронення ТВ. Таким чином, представлені вище основні складові удосконалення економічного механізму комплексного управління СПТВ у регіоні по всім етапам життєвого циклу ТВ передбачають також розробку і провадження новітніх інвестиційних і інституційних складових по реалізації запропонованих інструментів, включення їх у місцеві, регіональні і в цілому державні стратегічні плани розвитку СПТВ.

### Висновки

На основі розробленої оптимізаційної моделі управління сферою поводження з твердими відходами регіону сформовано алгоритм визначення оптимальних управлінських стратегій і економічного механізму їх реалізації. Так як множина  $X$  ширша ніж множина зв'язків у функціоналі  $\Phi$ , то розроблена модель має множини допустимих рішень і, відповідно, пропонує вибір найкращого з них з урахуванням цільових функцій. Таким чином, розроблений алгоритм дозволяє вирішувати поставлені задачі оптимізації розвитку сфери поводження з ТВ при заданій множині змінних і параметрів стану системи для конкретного типу життєвого циклу ТВ або розробити оптимальну систему життєвого циклу твердих відходів виходячи із заданих параметрів системи у регіоні.

*Перспективи подальших досліджень.* Проведені дослідження є основою для розробки програм охорони навколишнього природного середовища місцевого та регіонального рівнів, стратегій розвитку регіонів, реалізація яких дозволить: покращити ресурсозабезпеченість та конкурентоспроможність регіону, отримати додатковий дохід від вторресурсів, зберегти первинні ресурси та покращити їх якість, повернути забруднені землі в господарський обіг регіону (відображає економічний та ресурсний аспект); зменшити ризик здоров'ю населення від негативного впливу відходів, покращити соціально-психологічний клімат у регіоні (відображає соціальний аспект); забезпечити збереження й відновлення навколишнього середовища регіону, природного стану екосистем та мінімуму ентропії (відображає екологічний аспект). Очікуваними результатами реалізації розробленого комплексу заходів є комплексне рішення економічних, соціальних і екологічних завдань регіону, забезпечення економічного використання первинних сировинних, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів регіонів України.

### References

1. Biryukov, D. S., & Kondratov, S. I. (2012). *Zahist kritichnoyi infrastrukturi: problemi ta perspektivi vprovadzhennya v Ukraini: analitichna dopovid*. Kiyiv: NISD [In Ukrainian].
2. *Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti (2018 rik) (2019)*. *Departament ekologiyi ta prirodnih resursiv Poltavskoyu ODA*. Poltava [In Ukrainian].
3. Burkinskij, B. V., Stepanov, V. N., & Harichkov, S. K. (2005). *Ekonomiko-ekologicheskie osnovy regionalnogo prirodopolzovaniya i razvitiya*. Odessa: IPREEI NAN [In Russian].
4. Gerding, J., Kirshy, M., Moran, J., Bialek, R., Lamers, V., & Sarisky, J. (2016). A Performance Management Initiative for Local Health Department Vector Control Programs. *Environmental Health Insights*, 10, 113–118.
5. Yunjiang, Y., Ziling, Y., Peng, S., & Bigui, L. (2018). Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on childrens non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution*, 236, 382–390.
6. Golik, Yu.S. (2014). *Dovkillya Poltavshini: monografiya*. Poltava: Kopicentr [In Ukrainian].
7. Pisarenko, P. V. (2018). Viktoristannya riznih tehnologichnih rishen u sferi povodzhennya z tverdimi vidhodami pri ocinci rizikiv shodo zdorov'ya naseleennya. *Visnik Poltava State Agrarian Academy*, 4, 23–25 [In Ukrainian].
8. Il, H., Gui, N., & Jee, H. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874.
9. Forrester, J. W. (2010). *System Dynamics: the Foundation Under Systems*. *Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology Cambridge*.

10. Wierzbicki, A. (2013). Model-based decision support methodology with environmental applications. *Kluwer Academic Publishers. IASA Institute for Applied Systems Analysis Dordrecht*, 2, 67–71.
11. Prokopenko, O. M. (red.). (2019). *Statistichnij zbirnik «Dovkillya Ukrayini» za 2018 rik*. Kiyiv, 2019. 225 s [In Ukrainian].
12. Vagin, V. S. (2004). *Kompleksnoe upravlenie zhiznennym ciklom TBO v regione: ponyatijno-terminologicheskie i metodologicheskie osnovy koncepcii*. Rostov na Donu: SKNCVSh [In Russian].
13. Singh, C., Kumar, A., & Roy, S. (2017). Estimating Potential Methane Emission from Municipal Solid Waste and a Site Suitability Analysis of Existing Landfills in Delhi, India. *Technol*, 5 (4), 62–68.
14. Amos, R. T., Blowes, D. W., Bailey, B. L., Sego, D. C., Smith, L., & Ritchie, A. I. M. (2015). Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*, 57, 140–156. doi: 10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.
15. Gricayenko, G. M. (2003). *Metodi biologichnih ta agrohimichnih doslidzhen roslin i gruntiv*. Kiyiv: Nichlava [In Ukrainian].
16. Cikunov, A. E. (2006). *Sbornik matematicheskikh formul*. Piter [In Russian].
17. Pisarenko, P. V., & Samojlik, M. S. (2009). Ekologo-ekonomichna ocinka vplivu poligoniv i zvalish tverdih pobutovih vidhodiv na stalij rozvitok regionu. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiy*, 4, 15–23 [In Ukrainian].
18. Onishenko, V. O., Golik, Yu. S., & Ilyash, O. E. (2012). *Regionalna programa ohoroni dovkillya, racionalnogo vikoristannya prirodni resursiv ta zabezpechennya ekologichnoyi bezpeki z urahuvannyam regionalnih prioritetiv Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Poltavskij literator [In Ukrainian].
19. Vigileos, G. (2002). Analysis of Institutional Structures for Sustainable Solid Waste Management for the South West of England. *Candidate's thesis*. University of Gloucestershire.
20. Piddubnogo, I. A. (Red.). (2012). *Ekologichnij pasport Poltavskoyi oblasti*. Poltava: Derzhupravlinnya ohoroni navkolishnogo prirodno seredovisha v Poltavskij oblasti [In Ukrainian].
21. Onishenko, S. V., & Samojlik, M. S. (2012). *Ekologo-ekonomichna ocinka zabrudnennya navkolishnogo seredovisha v sistemi ekologichno bezpechnogo rozvitku regioniv Ukrayini*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].
22. Onishenko, V. O., & Samojlik, M. S. (2013). *Teoretiko-metodologichni zasadi upravlinnya sferoyu povodzhennya z tverdimi vidhodami na regionalnomu rivni*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].
23. Han, I., Wee, G. N., & No, J. H. (2018). Pollution level and reusability of the waste soil generated from demolition of a rural railway. *Environmental Pollution*, 240, 867–874.

Стаття надійшла до редакції 05.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Руденко О. М. Система комплексного управління сферою поводження з твердими відходами в контексті збалансованого регіонального розвитку. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 125–134.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна,  
Диченко Оксана Юріївна, Руденко Ольга Миколаївна, 2020



original article | 633.179:631.417.2:631.53.04:631.559 |  
doi: 10.31210/visnyk2020.03.15

## INFLUENCE OF DIFFERENT METHODS OF SWITCH-GRASS CULTIVATION ON SOIL ORGANIC MATTER DYNAMICS AND BIOMASS PRODUCTIVITY


A. O. Taranenko\*


M. I. Kulylk


S. V. Taranenko

M. A. Galytska

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

ORCID  [0000-0003-0241-6408](https://orcid.org/0000-0003-0241-6408)

ORCID  [0000-0003-2450-4388](https://orcid.org/0000-0003-2450-4388)

ORCID  [0000-0003-2579-0515](https://orcid.org/0000-0003-2579-0515)

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

\*Corresponding author

E-mail: [anna.taranenko@pdaa.edu.ua](mailto:anna.taranenko@pdaa.edu.ua)

### How to Cite

Taranenko, A. O., Kulylk, M. I., Taranenko, S. V., & Galytska, M. A. (2020). Influence of different methods of switch-grass cultivation on soil organic matter dynamics and biomass productivity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 135–149. doi: 10.31210/visnyk2020.03.15

*Ecological aspects of energy crops growing are relevant at present. This is especially important for switch-grass cultivation on marginal lands and land-use change. The article presents the scientific ways of switch-grass (*Panicum virgatum* L.) cultivation with bean component – creeping lupine (*Lupinus repens* Kuptsov N and Miron.). The aim of our research was to study the content of organic matter in the soil and peculiarities of switch-grass biomass yield formation applying various-species sowing, taking into account N fertilization. The research tasks were to determine changes in the structure of switch-grass phytocenosis, the dynamics of soil organic matter content, level of dry switchgrass biomass yield depending on the method of growing and N fertilizing. The experiment was conducted in the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine on marginal soils. The experiment involved the cultivation of “Cave-in-Rock” variety of switch-grass in monoculture (Mo), and also combined (C) and mixed (Mi) crops with lupine and also applying N in the following amounts: 0 kg N ha<sup>-1</sup>, 15 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup>, 45 kg ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup>. Research methods in agronomy, as well as special methods and recommendations for switch-grass cultivation were used in the experiment. Statistical data were calculated by STATISTICA V.6.0 and presented in graphs. According to the research results, the highest switch-grass yield was obtained in combined crops (14.4–15.0 t ha<sup>-1</sup>) using 15–30 kg ha<sup>-1</sup> of N; in mixed crops it reached the level of 14.7 t ha<sup>-1</sup> using higher rate of N (45 kg ha<sup>-1</sup>). Positive effect of the bean component on the increase of soil organic matter content and obtaining additional N nutrition in combined and mixed crops was established. A significant increase in quantitative plant indexes (height and density of plant stand) and switch-grass biomass yield in combined and mixed crops was registered. This was confirmed by correlation analysis. Reliable relationship was established between switchgrass productivity and soil organic matter content ( $r=0.77$  in mixed crops (Mi), and  $r=0.58$  in combined crops (C)).*

**Key words:** switch-grass (*Panicum virgatum* L.), soil organic matter content, quantitative plant indexes, biomass yield.

## ВПЛИВ СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО НА ДИНАМІКУ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У ҐРУНТІ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ БІОМАСИ

*А. О. Тараненко, М. І. Кулик, С. В. Тараненко, М. А. Галицька*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Екологічне обґрунтування вирощування енергетичних культур нині має актуальне значення. Особливо це важливо при вирощуванні проса прутіподібного на виведених із обробітку землях та зміні землекористування. У статті наведено шляхи науково обґрунтованого вирощування проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) із бобовим компонентом – люпином повзучим (*Lupinus repens* Kuznetsov N and Miron.). Метою наших досліджень було вивчення динаміки вмісту органічної речовини у ґрунті та особливості формування врожайності біомаси проса за умови вирощування в різновидових посівах, зважаючи на застосування азоту в підживленні. Завдання досліджень: визначити зміни структури фітоценозу, динаміку вмісту органічної речовини у ґрунті та рівень урожайності сухої біомаси залежно від способу вирощування та підживлення посівів. Експеримент проведений в умовах центрального Лісостепу України на маргінальних ґрунтах. Дослід передбачав вирощування проса сорту «Cave-in-Rock» у монокультурі (Мо), у сумісних (С) та змішаних (Мі) посівах з люпином із застосуванням азоту в підживленні:  $N_0$ ,  $N_{15}$ ,  $N_{30}$ ,  $N_{45}$ ,  $N_{60}$ . В експерименті застосовано методику досліджень в агрономії, спеціальні методики та рекомендації до вирощування проса прутіподібного, проведено статистичний обрахунок отриманих даних та відображення їх у графіках. Найбільшу врожайність за сухою біомасою просо прутіподібне формує в сумісних посівах (14,4–15,0 т/га) на варіантах підживлення  $N_{15-30}$ , а у змішаних досягає рівня 14,7 т/га при застосуванні більшої норми азоту  $N_{45}$ . За результатами досліджень встановлено позитивний вплив бобового компоненту на збільшення вмісту органічної речовини у ґрунтах та отримання додаткового азотного живлення для рослин у сумісних та змішаних посівах проса. Встановлено суттєве збільшення кількісних показників рослин проса (висоти та густоти стеблостою) та врожайності сухої біомаси в сумісних та змішаних посівах порівняно з одновидовими (Мо). Це підтверджується кореляційним аналізом, згідно з яким встановлено достовірний зв'язок між показниками продуктивності проса та вмістом органічної речовини у ґрунті ( $r=0,77$  у змішаних посівах (Мі),  $r = 0,58$  у сумісних посівах (С)).

**Ключові слова:** просо прутіподібне, вміст органічної речовини у ґрунті, кількісні показники рослин, врожайність біомаси.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРОСА ПРУТЬЕВИДНОГО НА ДИНАМИКУ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ БИОМАССЫ

*А. А. Тараненко, М. И. Кулик, С. В. Тараненко, М. А. Галицкая*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Экологическое обоснование выращивания энергетических культур в настоящее время имеет свою актуальность. Особенно это важно при выращивании проса прутьевидного на выведенных из обработки землях и изменении землепользования. В статье предложены пути научно обоснованного выращивания проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) с бобовым компонентом – люпином ползучим (*Lupinus repens* Kuznetsov N and Miron.). Целью наших исследований было изучение динамики содержания органического вещества в почве и особенностей формирования урожайности биомассы проса при выращивании в разновидовых посевах с учетом применения азота в подпитке. Задача исследований: определить изменения структуры фитоценоза, динамику содержания органического вещества в почве и уровень урожайности сухой биомассы в зависимости от способа выращивания и подкормки посевов. Эксперимент проведен в условиях центральной Лесостепи Украины на маргинальных почвах. Опыт предусматривал выращивание проса сорта «Cave-in-Rock» в монокультуре (Мо), в совместных (С) и смешанных (Мі) посевах с люпином с применением азота в подпитке: 0 кг/га, 15 кг/га, 30 кг/га, 45 кг/га, 60 кг/га. В эксперименте применена методика исследований в агрономии, специальные методики и рекомендации к выращиванию проса. Статистический расчет данных был получен с помощью STATISTICA 6.0 и отображен в графиках. Наибольшую урожайность за сухой биомассой просо прутьевидное формирует в совместных посевах (14,4–15,0 т/га) на вариантах под-

питки  $N_{15-30}$  кг/га, а в смешанных достигает уровня 14,7 т/га при применении большей нормы азота  $N_{45}$  кг/га. По результатам исследований установлено положительное влияние бобового компонента на увеличение содержания органического вещества в почве и получение дополнительного азотного питания для растений в совместных и смешанных посевах проса. Установлено существенное увеличение количественных показателей растений (высоты и густоты стеблестоя) и урожайности сухой биомассы в совместных и смешанных посевах проса по сравнению с монокультурой (Мо). Это подтверждается корреляционным анализом, согласно которому установлена достоверная связь между показателями производительности проса и содержанием органического вещества в почве ( $r=0,77$  в смешанных посевах (Mi),  $r=0,58$  в совместных посевах (C)).

**Ключевые слова:** просо прутьевидное, содержание органического вещества в почве, количественные показатели растений, урожайность биомассы.

### Вступ

Нині основні проблеми, що виникають перед Україною, – це забезпечення енергетичної, економічної та екологічної безпеки, які є тісно пов'язаними між собою, а розв'язання їх потребує проведення ґрунтовних досліджень. Адже успішна країна – це енергонезалежна, економічно стабільна, що дбає про населення та забезпечує комфортне та безпечне життя людей. Одним зі шляхів розв'язання окресленої проблеми є посилення енергетичної безпеки на основі використання наявних джерел енергії (зокрема й рослинного енергоресурсу енергетичних культур) через оптимізацію та раціональне використання сонячної, вітрової, геотермальної та гідроенергії на основі інноваційних розробок. Водночас обґрунтування теоретичних засад формування енергетичної безпеки і її механізмів здатні забезпечити сталий розвиток економіки України [1] та дозволять розв'язати екологічні питання, якщо органічно поєднати агрономічну і екологічну науки на практиці.

На сьогодні як за кордоном, так і в Україні проведені дослідження щодо економічної ефективності та екологічних аспектів вирощування енергетичних культур [2–7]. Також вивчається сортимент проса прутіподібного [8, 9], проводиться моделювання та менеджмент енергопосівів [10, 11], енергоконверсії (компенсації, газифікації та піролізу), виробництва етанолу [12, 13] та використання біомаси на інші потреби [14].

У дослідженнях іноземних авторів [15, 16] розглянуто способи підготовки ґрунту та регулювання забур'яненості посівів проса прутіподібного на основі використання сільськогосподарських агрегатів та гербіцидів для покращення вегетації рослин та забезпечення стратегії сталого розвитку.

В умовах України визначено, що зменшення кількості бур'янів можна досягти, якщо регулювати густоту стеблостою проса прутіподібного в межах 150–200 шт./м<sup>2</sup> та застосовувати гербіциди (МайсТер Пауер або Пріма) [17].

Порівнюючи кілька енергетичних культур для виробництва біомаси, А. Monti зі співавторами [18] та S. Fazio, А. Monti [19] встановили, що екологічні навантаження та річні еквівалентні витрати на одиницю біомаси були найнижчими в енергоплантаціях проса прутіподібного.

Недосконалість перших європейських (і американських) проєктів з вивчення проса прутіподібного пов'язана з відсутністю досліджень у масштабах фермерських господарств та виробничих умов. Майже всі дані виробництва та подальший економічний та екологічний аналіз фактично екстраполювалися із дрібноділяночних дослідів, які, як правило, показують завищену врожайність. Тому поточні та подальші наукові проєкти та широкомасштабні експерименти сприятимуть підвищенню рівня обізнаності щодо переваги вирощування і використання біомаси проса прутіподібного в Європі та в Україні, зважаючи на всебічну агротехнологічну оцінку з акцентом на економічну та екологічну стабільність виробництва біомаси.

Визначено, що в перший рік вирощування проса прутіподібного не рекомендується використовувати добрива (особливо азоту), оскільки це активізує ріст бур'янів. На легких ґрунтах і в південних регіонах можна внести незначну кількість азоту під час вегетаційного періоду першого року вирощування. В подальші роки удобрювати необхідно пізніше, коли бур'яни слабшають. Якщо азотне добриво не використане повністю до кінця вегетаційного періоду, його залишок може збільшити забур'яненість посівів наступної весни [20]. Високий рівень мінералізації і споживання азоту рослинами проса прутіподібного може призвести до вилягання посівів [21, 22]. На важких ґрунтах з високим вмістом азоту просо прутіподібне часто не реагує на внесення азоту, що спостерігається протягом декількох років після першого року вирощування [23].

Наші попередні дослідження свідчать, що для отримання великої врожайності потреба в застосуванні азотних добрив сягає 45–60 кг/га і залежить від родючості ґрунту, на якому закладена енергоплантація [25].

Дослідження інших українських учених підтверджують [26], що врожайність сортів проса прутоподібного на варіантах досліду, де вносили норму азоту 30 та 45 кг/га, була найвищою і становила відповідно 13,5 та 14 т/га для сорту «Кейв-ін-рок» та 11,9 і 12,4 т/га для сорту «Картадж».

На протипагу застосування азоту на посівах світчґрасу, науковці рекомендують змішані посіви енергокультур та використання бобового компоненту в них. Наприклад, у Північній Америці були проведені дослідження із сумісного вирощування енергетичних культур: *Andropogon gerardii* Vitman, *Sorghastrum nutans* (L.) Nash., *Panicum virgatum* L., *Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash. Визначено позитивні зв'язки між неоднорідністю ґрунту та різноманітністю рослин для екосистем пасовищ. Встановлено, що використання змішаних посівів сприятиме успішності створення на територіях зі змінними типами ґрунтів або рельєфом, що дасть змогу певним видам рости сукупно, спираючись на широкі або вузькі вимоги до екологічних ніш. Коли просо прутоподібне висівали у вигляді суміші з іншими багаторічними травами, автори рекомендують у структурі фітоценозу забезпечити не більше 20 % інших культур [5].

Визначено переваги супутніх сільськогосподарських культур зі зменшення ерозії ґрунту у разі традиційного обробітку землі, а також збільшення потенційної врожайності, що може знизити загальні витрати на вирощування енергоплантаций, особливо, якщо виникне зрідження посівів. Супровідні культури також зменшують популяцію бур'янів під час росту основної культури, але практика управління є важливою для забезпечення сталості. Недоліком використання цих культур є те, що в деяких регіонах урожай неможливий завдяки обмеженому обсягу отриманої біомаси. Просо прутоподібне успішно вегетує під кукурудзою та сорго-суданським гібридом (*Sorghum bicolor* x *sudanense*) [28, 29].

На протипагу цьому, в інших дослідженнях визначено, що здебільшого лише деякі види рослин у разі сумісного вирощування формували більшу частину врожаю біомаси. Порівняння монокультур енергетичних культур з полікультурами, що склалися з 4–16 видів трав та деревних культур, показало, що монокультури забезпечили більше біомаси, ніж монокультури [30].

Дослідження, проведені в умовах України, підтвердити думку про те, що бобові культури здатні не тільки збільшувати вміст органічної речовини у ґрунті, але і підвищити врожайність біомаси світчґрасу [31]. Визначено, що оптимізована технологія вирощування проса прутоподібного дає змогу також підвищити економічну ефективність виробництва його біомаси та знизити енергозатрати на вирощування культури [32].

Зважаючи на це, метою наших досліджень було вивчення динаміки вмісту органічної речовини у ґрунті та особливості формування врожайності біомаси проса прутоподібного за умови вирощування в різновидових посівах із застосуванням азоту в підживленні. *Завдання досліджень*: визначити зміни структури фітоценозу, визначити мінливість вмісту органічної речовини у ґрунті та рівень врожайності сухої біомаси залежно від способу вирощування проса прутоподібного та підживлення посівів.

### Матеріали і методи досліджень

Експеримент був проведений в умовах Полтавської області на маргінальних ґрунтах, що мали такі агрохімічні характеристики: ґрунт сірий опідзолений слабо-змитий середньо-суглинковий. Вміст гумусу 3,17 %, забезпеченість ґрунту азотом – 81 мг/кг ґрунту, фосфором – 139 мг/кг ґрунту, калієм – 118 мг/кг ґрунту, рН ґрунту – 6,8.

Матеріалом для дослідження був сортозразок проса прутоподібного «Кейв-ін-рок» (Cave-in-Rock) та люпин повзучий (*Lupinus repens* Kuptsov N and Miron.).

Дослід передбачав вивчення впливу способу вирощування проса прутоподібного на вміст органічної речовини у ґрунті та особливості формування врожайності біомаси проса прутоподібного.

#### *Способи вирощування проса прутоподібного:*

Одновидові посіви (Мо) – це посіви однієї культури із заданою шириною міжряддя, що створює умови близькі до оптимальних для росту і розвитку рослин у фітоценозі.

Сумісні посіви (С) – це посіви двох або більше видів рослин на одній ділянці (полі) при відповідному, заздалегідь заданому чергуванні рядків або окремих смуг культур. У таких посівах одна культура (переважно злакова) є основним компонентом, а інша (бобова) – допоміжним. Для посіву культур насіння не змішується, а висівається окремо (одночасно або за два агрозаходи). Цей спосіб вирощування

щування рослин застосовують для одержання максимального врожаю з одиниці площі за мінімальних витрат засобів виробництва.

Змішані посіви (Mi) – це посіви двох або декількох культур, насіння яких перед сівбою змішують або проводять дворазовий незалежний посів культур на тій самій площі. Цей спосіб посіву переважно використовують у разі вирощування кормових культур для отримання високої урожайності суміші рослин.

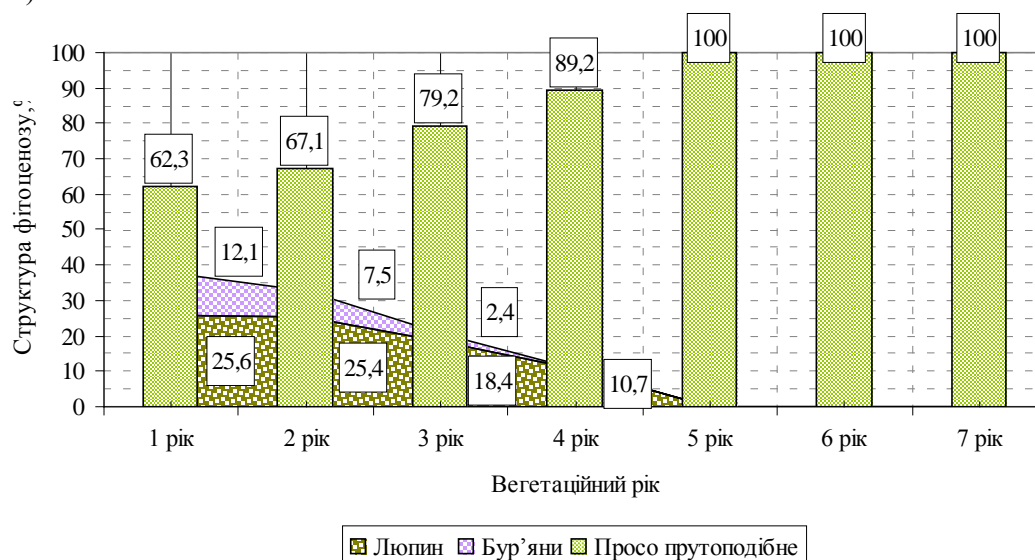
Схема експерименту поєднувала вивчення таких чинників: фактор А вегетаційний рік: 2010–2017 рр.; фактор Б – вид посіву: одновидовий (Mo), сумісний (C) та змішаний (Mi); фактор В – дози азоту: вар. 1 – N<sub>0</sub>, вар. 2 – N<sub>15</sub>, вар. 3 – N<sub>30</sub>, вар. 4 – N<sub>45</sub>, вар. 5 – N<sub>60</sub>.

У дослідях виконували такі спостереження, обліки та аналізи:

- планування досліджень за методикою наукових досліджень в агрономії та спеціальних методик [34];
- агрохімічні показники ґрунту – визначення вмісту гумусу та перерахунок на вміст органічної речовини проводили за Тюріним згідно з ДСТУ 4289-2004 [35];
- забур'яненість посівів проса прутоподібного визначали по діагоналі ділянки з чотирьох облікових майданчиків розміром 0,25 м<sup>2</sup> (0,2 × 1,25 м);
- вміст сухої речовини визначали шляхом висушування зразків біомаси до абсолютно сухої маси в сушильній шафі за температури 100–105 °С упродовж 4–6 год.;
- облік урожайності проводили шляхом зважування біомаси поділянково з подальшим перерахунком її до стандартних показників вологості [36];
- отримані результати аналізували за допомогою методів варіативної статистики, зважаючи на НІР<sub>05</sub>.

### Результати досліджень та їх обговорення

*Структура фітоценозу проса прутоподібного залежно від виду посіву.* За результатами проведеного експерименту з'ясовано, що у сумісних посівах з люпином відбувається витіснення бобового компоненту основною культурою (просом прутоподібним) на 4-й вегетаційний рік. Домінування злакової культури є наслідком конкуренції за світло та поживні речовини з бур'янами, відсотковий склад яких виявився нижчим у сумісних посівах завдяки фітогербіцидному екрану надземної фітомаси люпину (рис.1).

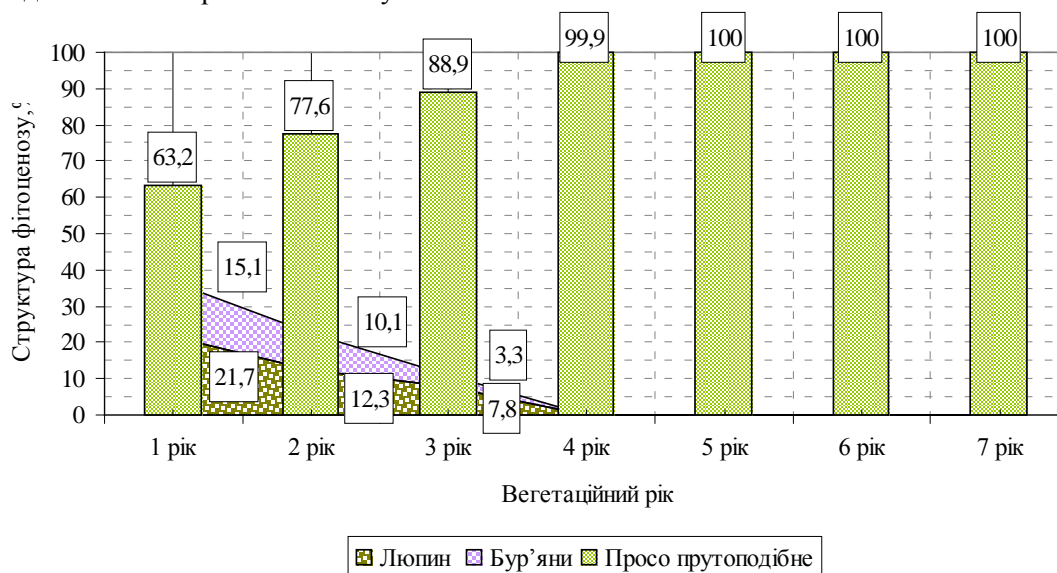


**Рис. 1. Структура енергетичної плантації при сумісному посіві проса прутоподібного з люпином, 2010–2016 рр.**

Люпин повзучий при весняній сівбі в перший рік життя розвивається повільніше, ніж просо прутоподібне, формуючи невелику розетку довго-черешкових листків, що забезпечує 12,1 % бур'янів у посівах. На другий рік життя люпин відростає в середині квітня – початку травня, має інтенсивний ріст як вегетативної маси, так і кореневої системи, зменшуючи видовий склад небажаної рослинності в міжряддях до 7,5 %. На третій рік вегетації люпин формує розетку листків і стебла та нові пагони з

коренів, при цьому кількість бур'янів знижується до 2,4 %. Цьому також сприяє розростання проса прутноподібного та змикання рослин у міжряддях.

У змішаному посіві тривалість життя люпину становила 3 роки, після чого рослини проса прутноподібного займали 99,9 % структури фітоценозу за компонентним складом (рис. 2). Це відбулося в результаті переходу бобової культури на мінеральне живлення та зменшення фіксації атмосферного азоту внаслідок затінення рослин люпину основним компонентом.



**Рис. 2. Структура енергетичної плантації при змішаному посіві прутноподібного з люпином, 2010–2016 рр.**

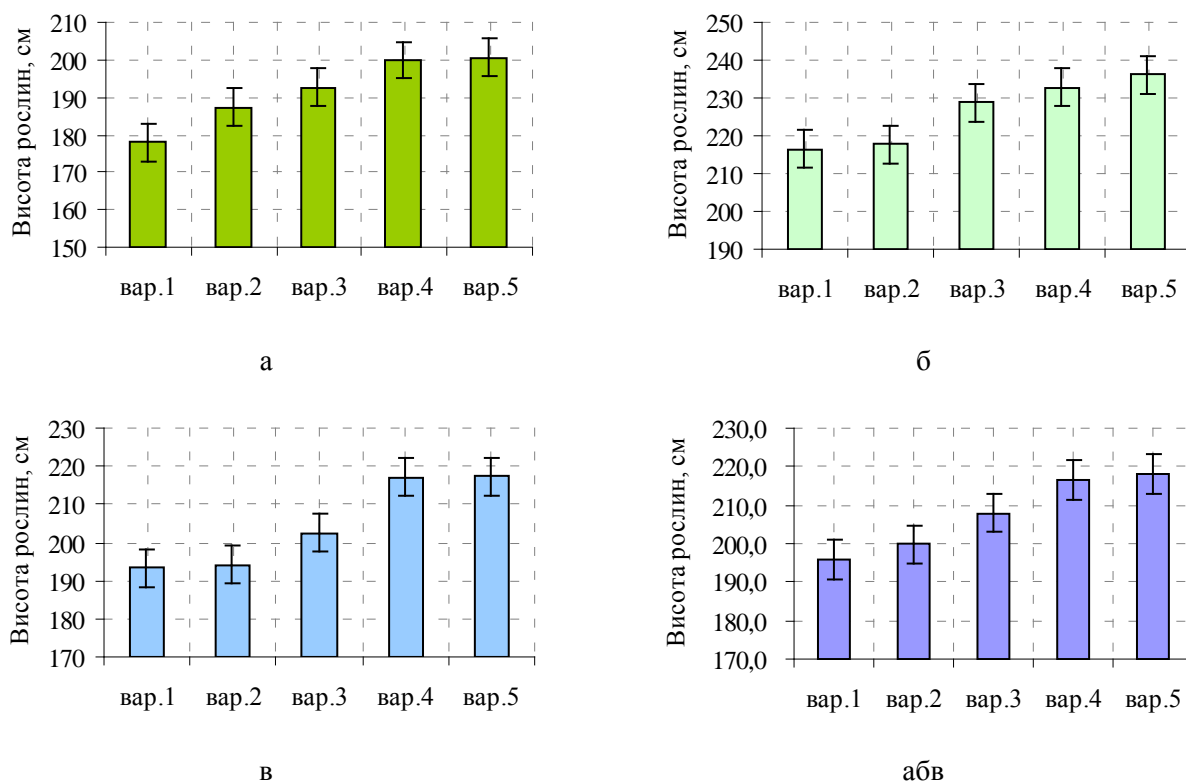
У змішаному посіві проса прутноподібного порівняно із сумісним кількістю бур'янів була більшою на 3,0 % (до 15,1 %), другого року – на 2,6 % (до 10,1 %) та третього – на 0,9 (до 3,3 %), що пов'язано із меншим відсотком допоміжного компоненту (люпину – від 21,7 до 7,8 %) у фітоценозі першого–третього року вегетації проса прутноподібного.

Встановлено, що люпин у сумісних посівах характеризувався прискореним ростом та розвитком надземної вегетативної маси рослин на 6–12 % більше та на 4–10 % більше порівняно зі змішаними посівами. Це пов'язано зі зменшенням кількості бур'янів у міжряддях проса прутноподібного через фітогебіцидний екран люпину, особливо на початкових етапах росту та розвитку рослин основного компоненту.

*Мінливість кількісних показників рослин проса прутноподібного залежно від виду та підживлення посівів.*

Встановлено, що залежно від виду посіву та застосування азоту в підживлення кількісні показники рослин проса прутноподібного (висота та густина стеблостою) варіювали в широких межах. Ця особливість дуже проявилася з 3–4 року вегетації, коли у фітоценозі зник бобовий компонент та переважав основний – рослини проса прутноподібного.

Кількісні показники рослин проса прутноподібного суттєво відрізнялися за варіантами застосування азоту та залежали від способу посіву. За роки дослідження відмічено збільшення висоти стеблостою проса прутноподібного (від 216,5 до 23,3 см) на варіантах сумісної сівби за внесення N<sub>45-60</sub>, суттєво меншими вони були на цих варіантах у змішаних (від 193,3 до 217,3 см) та одновидових посівів – від 177,9 до 200,7 см (рис. 3).



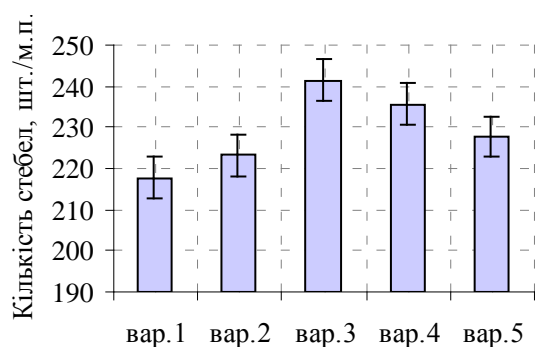
Примітки: вар. 1- N<sub>0</sub>, вар. 2- N<sub>15</sub>, вар. 3- N<sub>30</sub>, вар. 4- N<sub>45</sub>, вар. 5- N<sub>60</sub>.

**Рис. 3. Висота рослин (см) проса прутноподібного залежно від виду посіву (а – одновидовий, б – сумісний, в – змішаний, абв – середнє за видами посіву) та застосування азоту для підживлення, 2012-2016 рр.**

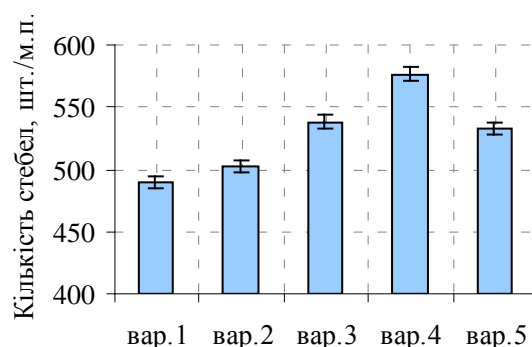
У середньому за роки дослідження третього-сьомого року вегетації висота рослин проса прутноподібного була суттєво нижчою у змішаних посівах на 30,4–38,6 см порівняно із сумісними та на 6,8–17,2 см – із одновидовими. Це пов'язано з тим, що люпин повзучий займав нижній та середній яруси стеблостою, при цьому крайні рядки рослин проса прутноподібного затінювалися. Рослини в середніх рядках основного компоненту були вищими на 6–8 %, ніж у крайніх, що пояснюється впливом внутрішньовидової конкуренції, головно, за світло. При цьому кількість стебел в одновидових посівах була меншою, ніж сумісних та змішаних посівах (рис 4). Це пов'язано з розвитком кореневої системи допоміжного бобового компоненту та розростанням бічних пагонів проса прутноподібного в міжряддях, які до 3–4 року вегетації були зайняті люпином. При вирівнюванні структури фітоценозу до 100 % основним компонентом фітоценозу відбувалося змикання міжряддя та спостерігалась післядія накопиченого азоту люпином, що в поєднанні із вологістю ґрунту та застосування підживлення азотом сприяло інтенсивному використанню елементів живлення рослинами проса прутноподібного.

У середньому за роки дослідження рослини проса прутноподібного в сумісних посівах характеризувалися більшою кількістю стебел на одиницю площі (490,1–576,8 шт./м.п.) порівняно з одновидовим (217,8–241,4 шт./м.п.) та змішаним посівом (364,9–420,3 шт./м.п.). Найбільше значення за показником густоти рослин відмічено на варіантах внесення азоту N<sub>30-45</sub> в одновидових посівах. У змішаному посіві більша густина рослин відмічена при застосуванні N<sub>30</sub> у підживленні, а в сумісному – на варіантах внесення N<sub>45</sub>.

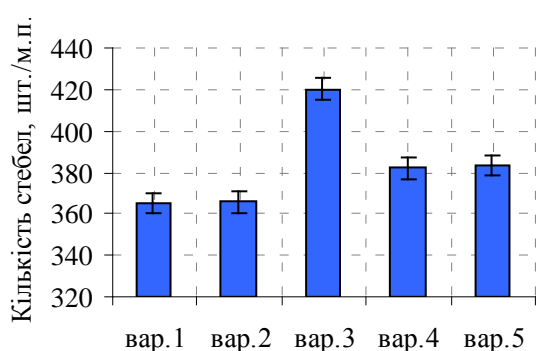
*Урожайність біомаси проса прутноподібного залежно від виду та підживлення посівів.* Урожайність біомаси проса прутноподібного залежно від виду посіву визначали з 3-го року вегетації (періоду промислового збору врожаю біомаси як сировини для виробництва біопалива). Мінливість врожайності проса прутноподібного залежно від досліджуваних чинників варіювала в межах 1,14–1,50 кг/м<sup>2</sup>, що в перерахунку становило 11,4–15,0 т/га. Узагальнення отриманих даних дало змогу виявити комплексний вплив виду посіву та застосування азотних підживлень на врожайність біомаси проса прутноподібного (табл. 1).



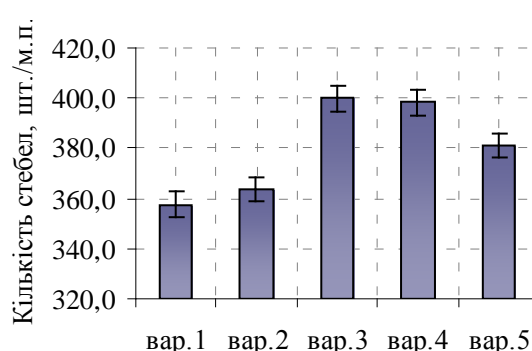
а



б



в



абв

Примітки: вар. 1- N<sub>0</sub>, вар. 2- N<sub>15</sub>, вар. 3- N<sub>30</sub>, вар. 4- N<sub>45</sub>, вар. 5- N<sub>60</sub>.

Рис. 4. Кількість стебел (шт./м.п.) проса прутноподібного залежно від виду посіву (а – одновидовий, б – сумісний, в – змішаний, абв – середнє за видами посіву) та застосування азоту для підживлення, 2012–2016 рр.

**1. Урожайність проса прутноподібного залежно від виду посіву та застосування азоту для підживлення (т/га), 2012–2016 рр.**

Вид посіву	Внесення азоту	Урожайність, т/га	+ / - до контролю
Одновидовий	варіант 1	11,4	–
	варіант 2	11,7	+0,3
	варіант 3	12,7*	+1,3
	варіант 4	13,4*	+2,0
Сумісний	варіант 1	13,2	–
	варіант 2	15,0*	+2,2
	варіант 3	14,4*	+1,4
	варіант 4	13,8*	+0,6
Змішаний	варіант 1	13,0	–
	варіант 2	13,2	+0,2
	варіант 3	14,7*	+1,7
	варіант 4	13,5*	+0,5
Середнє за варіантами		13,3	1,1

Примітки: \* – виявлено істотні відмінності між варіантами. Варіант 1 – N<sub>0</sub>, варіант 2 – N<sub>15</sub>, варіант 3 – N<sub>30</sub>, варіант 4 – N<sub>45</sub>, варіант 5 – N<sub>60</sub>.

Найбільше середнє значення за врожайністю сухої біомаси проса прутноподібного визначено в сумісних посівах (14,4–15,0 т/га) на варіантах підживлення N<sub>15-30</sub>, а в сумісних (14,7 т/га) при застосуванні N<sub>45</sub>. Найменше середнє значення за цим показником виявлено в одновидових посівах (11,4 т/га)

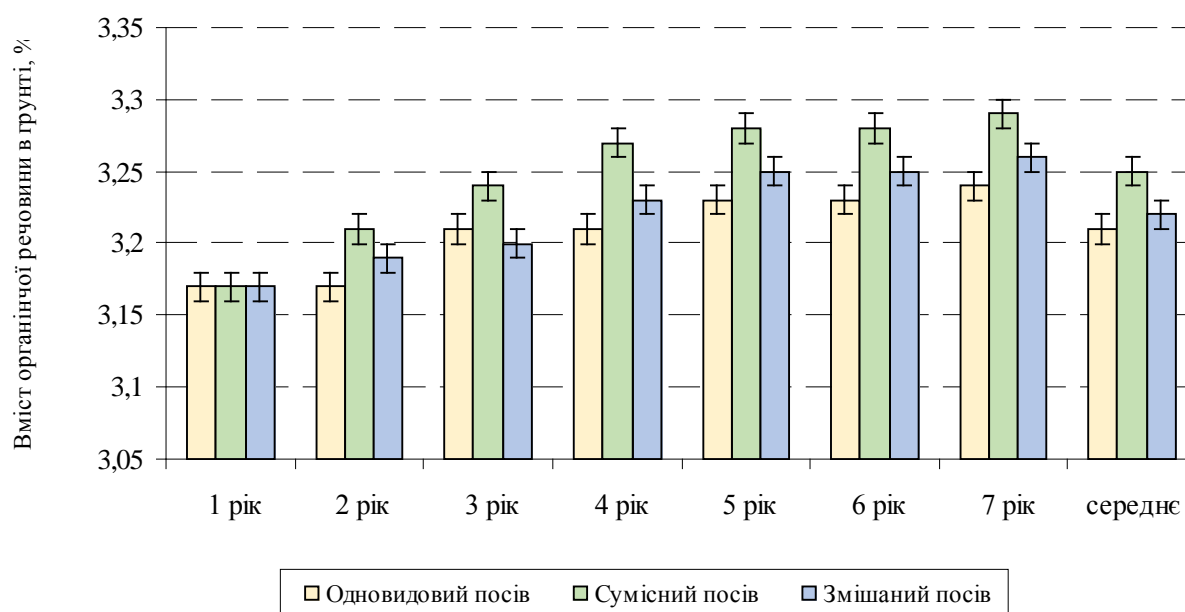
на контрольних варіантах (без застосування азотного підживлення). Істотні відмінності між варіантами досліджуваних факторів підтверджені даними дисперсійного аналізу при рівні значущості менше 0,05 ( $p < 0,05$ ) та критерію Фішера  $F_{\text{факт}} > F_{\text{теорет}}$ .

Наші висновки збігаються з висновками авторів [37] та [38], які стверджують, що щорічне застосування азотних добрив може підвищити врожайність проса прутноподібного. Інші автори [39] рекомендують застосувати добрива після кожного збирання врожаю, або перед відновлення вегетації рослин. Результати досліджень [40] показують, що на неудобренних багатовидових сумішах енергетичних культур середня врожайність біомаси за роки змінювалася в межах від 3,0 до 9,0 т/га, а внесення 60–120 кг азоту на гектар суттєво збільшує врожайність біомаси проса прутноподібного.

Науковці [41] зазначають, що оптимальний період для підживлення проса прутноподібного – один раз на рік протягом травня або червня. Для досягнення максимальної продуктивності доцільно проводити підживлення після того, як рослини досягли певної зрілості. Водночас визначено, що застосування синтетичного фосфору та калію не спричиняє значного збільшення врожайності проса прутноподібного [42].

На противагу цьому зарубіжні автори [43] стверджують, що зменшення кількості внесення мінерального азоту при вирощуванні проса прутноподібного значно знизить кількість азоту винесеного урожаєм з поля. Цього ж твердження дотримуються інші науковці [44], які дійшли висновку, що застосування азоту для підживлення проса прутноподібного сприятиме накопиченню азотних сполук у рослинах після їх старіння та дозволить зберегти продуктивність культури у довгостроковій перспективі.

Вміст органічної речовини (гумусу) у ґрунті залежно від способу вирощування проса прутноподібного. Результатами досліджень встановлено динаміку зміни вмісту органічної речовини (гумусу) у ґрунті під час багаторічного циклу вирощування проса прутноподібного (2012–2016 рр.) залежно від способу вирощування культури. Коливання значень указанного показника становило 3,17–3,29 % (рис. 5).



$HP_{05}$ (фактор А)	0,020
$HP_{05}$ (фактор Б)	0,019
$HP_{05}$ (фактор АБ)	0,012

Рис. 5. Динаміка вмісту органічної речовини (гумусу) у ґрунті під час вирощування проса прутноподібного, 2010–2016 рр.

Визначено, що весняне підживлення азотом посівів проса прутноподібного розпочинаючи з 3-го року вегетації не мало істотного впливу на динаміку вмісту гумусу у ґрунті. Більший вплив на цей показник мав спосіб вирощування культури у фітоценозі.

Відмічено чітке збільшення середнього значення вмісту органічної речовини (гумусу) у ґрунтах

під сумісними посівами проса прутоподібного – від 3,17 до 3,29 %, суттєве зменшення цього показника у змішаних посівах – до 3,26 % і найменше в одновидових посівах – до 3,24 %. Збільшення середнього значення вмісту органічної речовини (гумусу) в сумісних посівах проса прутоподібного зумовлено утворенням більш оптимальної структури посіву на основі архітекtonіки (морфологічної будови) рослин, утворенням сприятливого мікроклімату та розвитком кореневої системи для обох культур. Як наслідок, поліпшився поживний, водний та світловий режими ґрунту за умови оптимального використання земельної площі під посівами злаково-бобових культур. Зменшення динаміки вмісту гумусу у змішаних посівах проса прутоподібного пов'язуємо з конкуренцією рослин та неоднорідністю їхнього габітусу.

Дослідження свідчать, що в перші два роки вирощування проса прутоподібного динаміка вмісту гумусу у ґрунті була незначною (3,17–3,21 %), збільшення показника – всього лише на 0,02–0,04 %. У подальші роки вегетації культури цей показник суттєво зростає до 3,21–3,29 %, динаміка збільшення показника зростає на 0,07–0,12 %.

Отже, люпин є культурою, що здатна забезпечити дотикове живлення для рослин проса прутоподібного в сумісних та змішаних посівах. Це знайшло підтвердження у праці [45], висновки якої свідчать про те, що під час вивчення ефективності компонентів травосумішей виокремлено люпин, що має найбільший азотфіксуючий ефект. Це також підтвердило і нашу гіпотезу щодо зменшення застосування добрив у підживленні через доступний ґрунтовий азот бобових культур. Інші автори [46] встановили, що за продуктивністю і здатністю рослин люпину фіксувати азот існують відмінності між місцями та кліматичними умовами вирощування культури. Автори публікації визначили, що після збирання білого люпину (*Lupinus albus L.*) вміст азоту у ґрунті досягав до 160 кг/га. При цьому визначено, що 60, 34, 8 та 6 кг/т азоту фіксується в надземній масі люпину, відповідно у бобах, пагонах та коренях. Зважаючи на це, можемо припустити, що усі компоненти рослин люпину, залишаючись на полі та при взаємодії із ґрунтом та вологою, здатні збагачувати ґрунтовий комплекс додатковим біологічним азотом свої біомаси.

Як зазначають у свої наукових публікаціях інші автори [47], введення бобових культур у багаторічні бобово-трав'яні суміші зі злаками сприяють симетричній азотфіксації та підвищенню родючості ґрунту, що забезпечується завдяки значній кількості вуглецю та азоту, які містяться в кореневих системах трав'яних та бобових культур. Крім того, багаторічні бобово-злакові суміші здатні формувати високу і стабільну продуктивність біомаси при низьких ризиках втрати азоту з ґрунту [48].

Наші дослідження також збігаються з висновками авторів [49], які з'ясували, що завдяки багаторічному циклу росту й розвитку глибокої кореневої системи та накопичення значної фітомаси енергетичні рослини поліпшують структуру ґрунтів і сприяють поглинанню вуглецю з атмосфери. Виявлено проблему, що пов'язана з викидами парникових газів – це потенційний вплив азотних добрив для агрономічного виробництва енергокультур на викиди  $N_2O$  [50]. На нашу думку, цей негативний вплив можна нівелювати шляхом вирощування енергетичних культур сумісно з бобовими, які протягом кількох років свого життя та після відмирання, здатні забезпечувати доступним азотом рослини проса прутоподібного, що і доведено в наших дослідженнях.

*Вплив вмісту органічної речовини (гумусу) ґрунту на врожайність біомаси проса прутоподібного.* Наші дослідження свідчать про суттєве підвищення врожайності біомаси проса прутоподібного від 3-го по 7-ий рік вегетації при вирощуванні його на безудобреному фоні в одновидових посівах (рис. 6–8) – від 10,2 до 12,5 т/га (у середньому 11,4 т/га), у змішаних посівах – від 11,2 до 14,3 т/га (у середньому 13,2 т/га), та сумісних – від 11,1 до 13,9 т/га (у середньому 13,0 т/га).

Збільшення врожайності біомаси проса прутоподібного тісно пов'язано зі збільшенням вмісту органічної речовини та азоту у ґрунтах за умов вирощування злакової культур разом із бобовим компонентом. Це підтверджує проведений кореляційний аналіз, яким встановлено достовірний зв'язок між показниками врожайності та вмістом органічної речовини (гумусу) у ґрунті залежно від виду посіву. У змішаних посівах коефіцієнт кореляції ( $r$ ) становив 0,70, у сумісних посівах  $r=0,58$ , у разі комплексного впливу  $r=0,67$  (рис. 9).

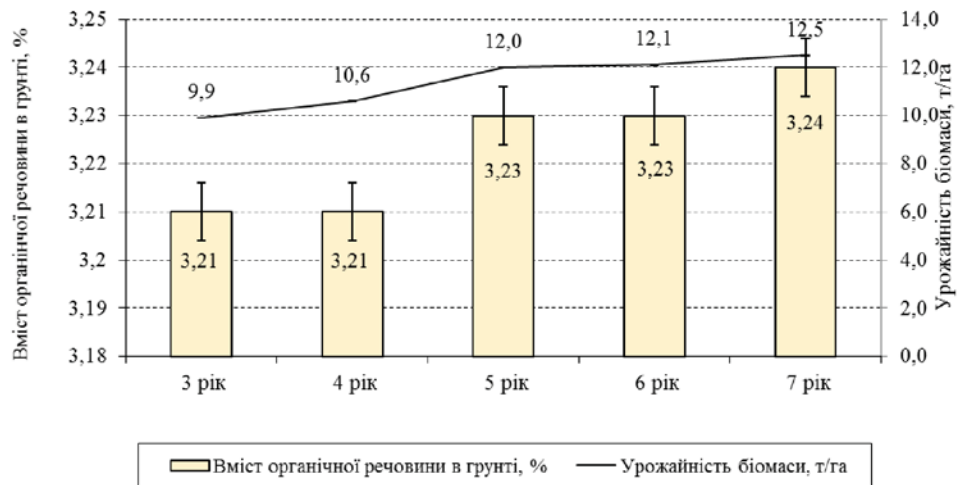


Рис. 6. Вміст органічної речовини у ґрунті та врожайність біомаси проса прутноподібного (одно-видовий посів), 2012–2016 рр.

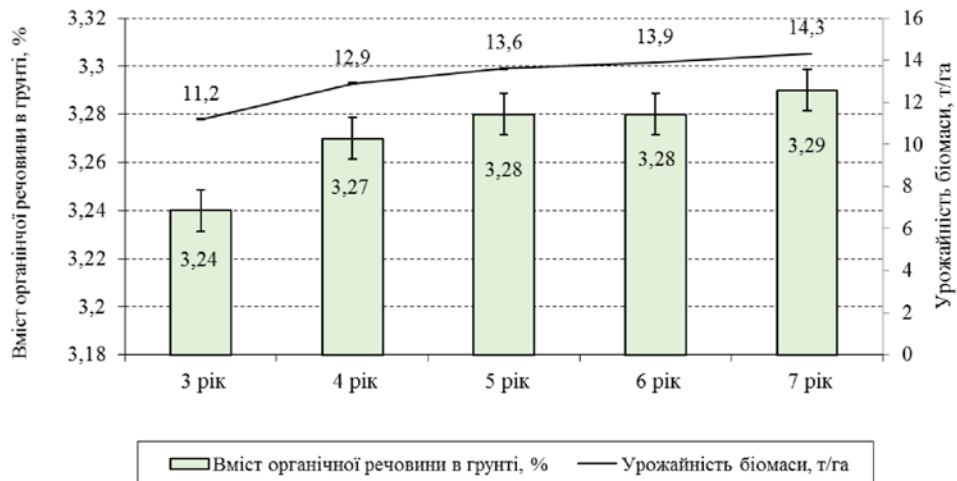


Рис. 7. Вміст органічної речовини у ґрунті та врожайність біомаси проса прутноподібного (сумісний посів), 2012–2016 рр.

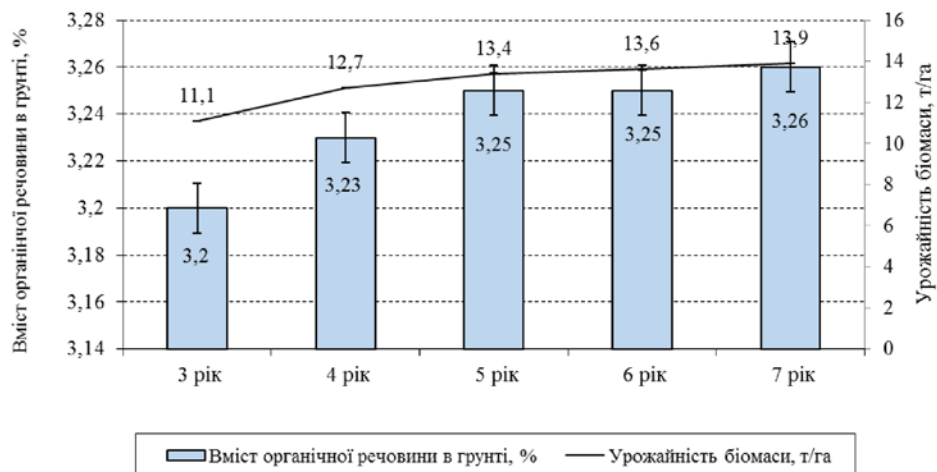


Рис. 8. Вміст органічної речовини у ґрунті та врожайність біомаси проса прутноподібного (змішаний посів), 2012–2016 рр.

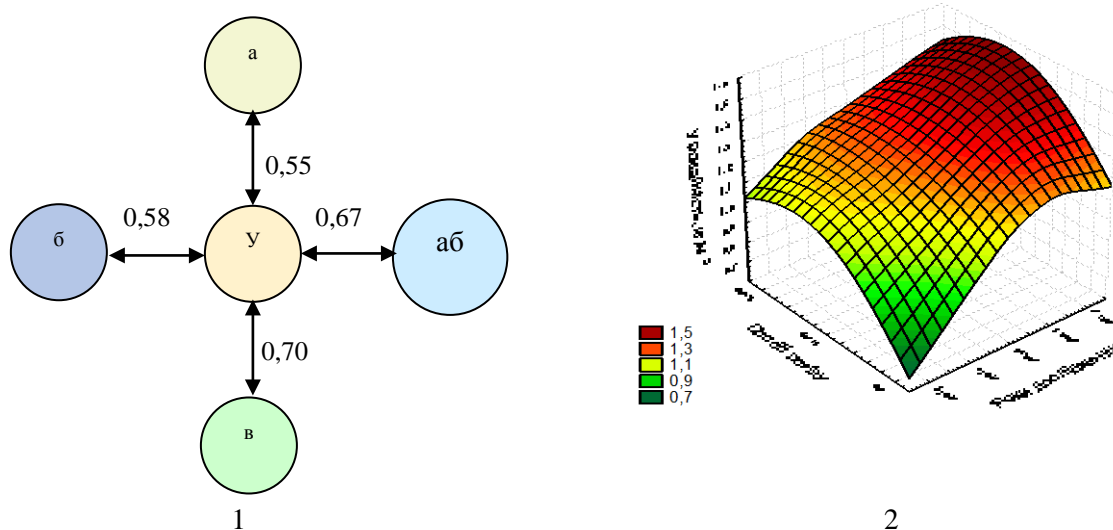


Рис. 9. Залежність між урожайністю (Y) проса прутноподібного і вмістом органічної речовини у ґрунтах одновидових (а), сумісних (б), змішаних посівів (в) та комплексний вплив (абв), 2012–2016 рр.

Отже, встановлено комплексний вплив виду посіву на вміст органічної речовини у ґрунті у тісному зв'язку із врожайністю біомаси проса прутноподібного (рис. 9). В одновидових посівах порівняно із безудобреними варіантами зафіксовано збільшення врожайності проса прутноподібного при застосуванні підживлення від 0,3 до 2,0 т/га, у сумісних – від 0,6 до 2,2 т/га, у змішаних – від 0,2 до 1,7 т/га. Така закономірність залежить як від застосування азотних добрив у різновидових посівах, так і від вмісту органічної речовини у ґрунті: при зростанні цього показника встановлено динаміку суттєвого збільшення врожайності біомаси. Що також підтверджується результатами зарубіжних авторів [51], які встановили, що вміст органічної речовини ґрунту варіював від 0,6 до 4,3 мг/га для глибини ґрунту 0–30 см. Приріст продуктивності проса прутноподібного в середньому за 5 років дослідження становив  $2,5 \pm 0,7$  т/га. Відмічено суттєве збільшення вуглецю в шарі 0–30 см ( $P = 0,03$ ) – від 1,1 до 2,9 мг/га і на глибині 0–120 см ( $P = 0,07$ ), при від 4,0 і 10,6 мг/га.

### Висновки

1. Вид посіву проса прутноподібного має суттєвий вплив на збільшення тренду висоти рослин (у разі сумісного посіву – до 200,7 см, у разі змішаного посіву – до 236,3 см) протягом багаторічного циклу вирощування, особливо при підживленні посівів азотом навесні. Густота стеблостою зростає до 576,8 шт./м.п. на варіантах сумісної сівби з люпином при внесенні  $N_{45}$ , та до 420,3 шт./м.п. – при змішаному посіві проса прутноподібного на варіантах з внесенням  $N_{30}$ .

2. Встановлено, що найбільшу врожайність за сухою біомасою проса прутноподібне формує в сумісних посівах (14,4–15,0 т/га) на варіантах підживлення  $N_{15-30}$ , а у змішаних досягає рівня 14,7 т/га при застосуванні більшої норми азоту  $N_{45}$ .

3. Результати багаторічних досліджень свідчать, що вміст органічної речовини в орному шарі ґрунту порівняно з першим роком у сумісних посівах проса прутноподібного зростає на 0,12 %, у змішаних посівах на 0,09 %, у одновидових посівах – на 0,07 %. Це дає змогу стверджувати – вирощування проса прутноподібного в сумісних та змішаних посівах з люпином є дієвим заходом для підвищення родючості ґрунту та його стійкості через зменшення використання мінеральних добрив для підживлення.

4. Встановлено суттєве збільшення врожайності біомаси проса прутноподібного при вирощуванні його у змішаних та сумісних посівах у тісному зв'язку зі вмістом органічної речовини у ґрунті. Для змішаних посівів коефіцієнт кореляції між цими показниками ( $r$ ) становив 0,77, для сумісних посівів –  $r = 0,58$ , для одновидових –  $r = 0,55$ .

Перспективи подальших досліджень передбачають визначення динаміки вмісту NPK у ґрунті та врожайності біомаси залежно від виду та системи підживлення посівів проса прутноподібного під час багаторічного циклу використання енергоплантації.

References

1. Pryshliak, N., Kurylo, V., & Pryshliak, V. (2020). Development of bioenergy as a component of ensuring energy security of Ukraine. *Ekonomika ta Derzhava*, 4, 146–155. doi: 10.32702/2306-6806.2020.4.146 [In Ukrainian].
2. Gosselink, R. J. A., & Elbersen, H. W. (2002). Economic and environmental evaluation of switchgrass production and utilization. Retrived from: [https://www.switchgrass.nl/upload\\_mm/3/0/6/a0982a5d-bb01-4054-92bc-d7ba96c8fa7a\\_Elbersen et al 2003. Final report Eu switchgrass project.pdf](https://www.switchgrass.nl/upload_mm/3/0/6/a0982a5d-bb01-4054-92bc-d7ba96c8fa7a_Elbersen et al 2003. Final report Eu switchgrass project.pdf).
3. Siemons, P (2001) Economic aspects of switchgrass utilization for energy conversion. *Final report FAIR*, 5-CT97-3701, 51–53.
4. Kalinichenko, O. V., & Kulyk, M. I. (2018). Economic efficiency of rod-shaped millet (switchgrass) cultivation within the forest-steppe of Ukraine. *The Economy of Agro-Industrial Complex*, 11, 19. doi: 10.32317/2221-1055.201811019.
5. Kulyk, M. I., Syplyva, N. O., & Rozhko, I. I. (2018). Urozhaynist' ta efektyvnist' vyrobnytstva biomasy enerhetychnykh kul'tur zalezno vid elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 104, 148–158. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.12 [In Ukrainian].
6. Galytska, M. A., Pysarenko, P. V., & Kulyk, M. I. (2018). Humifikatsiyno-mineralizatsiyni protsesy yak pokaznyk akumulyatsiyi karbonu v gruntakh. *Tavriys'kyy Naukovyy Visnyk*, 102, 130–136 [In Ukrainian].
7. Kulyk, M. I., Galytska, M. A., Samoylik, M. S., & Zhornyk, I. I. (2018). Phytoremediation Aspects of Energy Crops Use in Ukraine. *Agrology*, 1 (4), 373–381. doi: 10.32819/2617-6106.2018.14020.
8. Elbersen, H. W., Christian, D. G., & El Bassam, N. (2001) Switchgrass variety choice in Europe. *Final report FAIR* 5-CT97-3701, 33–39.
9. Kulyk, M., Rakhmetov, D., Rozhko, I., & Syplyva, N. (2019). The study of the varietal specimens of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) on a complex of useful signs in the Central Forest-Steppe of Ukraine conditions. *Plant Varieties Studying And Protection*, 15 (4), 354–364. doi: 10.21498/2518-1017.15.4.2019.188549.
10. Riche, A. B., Gezan, S. A., & Yates, N. E. (2008). An empirical model for switchgrass to predict yield from site and climatic variables. *Aspects of Applied Biology*, 90, 213–218.
11. Kulyk, M. I. (2018). Analiz kompleksnoho vplyvu ahrozakhodiv na urozhaynist' prosa prutopodibnoho v umovakh tsentral'noho lisostepu Ukrayiny. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 90 (3), 74–86. doi: 10.31210/visnyk2018.03.11 [In Ukrainian].
12. Van den Berg, D., & de Visser, P. (2001). Thermal conversion of switchgrass. *Final Report FAIR* 5-CT97-3701, 48–50.
13. Samson, R. A., & Omielan, J. A. (1992). Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. *Thirteenth North American Prairie Conference*. – Windsor, Ontario.
14. Elbersen, H. W. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*, 65, 21–28.
15. Monti, A., Venturi, P., & Elbersen, H. W. (2001). Evaluation of the establishment of lowland and upland switchgrass (*Panicum virgatum* L.) varieties under different tillage and seedbed conditions in northern Italy. *Soil and Tillage Research*, 63 (1), 75–83. doi: 10.1016/S0167-1987(01)00238-0.
16. Minelli, M., Rapparini, L., & Venturi, G. (2004). Weed management in switchgrass crop. *2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 10-14 May*, Retrived from: [http://www.cres.gr/bioenergy\\_chains/files/pdf/Articles/7-Rome V1A\\_111.pdf](http://www.cres.gr/bioenergy_chains/files/pdf/Articles/7-Rome V1A_111.pdf).
17. Makukh, Ya. P., Remenyuk, S. O., & Naydenko, V. V. (2019). Produktyvnist' prosa prutopodibnoho zalezno vid yoho hustoty ta nayavnosti bur"yaniv u posivakh. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 107, 125–131. doi: 10.32851/2226- 0099.2019.107.16 [In Ukrainian].
18. Monti, Andrea, Fazio, S., & Venturi, G. (2009). Cradle-to-farm gate life cycle assessment in perennial energy crops. *European Journal of Agronomy*, 31 (2), 77–84. doi: 10.1016/j.eja.2009.04.001.
19. Fazio, S., Fazio, S., & Monti, A. (2011). Life cycle assessment of different bioenergy production systems including perennial and annual crops. *Biomass and Bioenergy*, 35 (12), 4868–4878. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.10.014.
20. Moser, L. E., & Vogel, K. P. (1995). Big Bluestem, and Indiangrass. In: *Forages-an introduction to grassland agriculture*. Barnes, R. F., Miller, D. A., Nelson, C. J. (eds.). Ames, Iowa: Iowa University Press.
21. Parrish, D. J., & Fike, J. H. (2005). The Biology and Agronomy of Switchgrass for Biofuels. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24 (5–6), 423–459. doi: 10.1080/07352680500316433.

22. Lee, D. K., Parrish, A. S., & Voigt, T. B. (2014). Switchgrass and Giant Miscanthus Agronomy. In: Y. Shastri, A. Hansen, L. Rodríguez, & K. C. Ting (Eds.), *Engineering and Science of Biomass Feedstock Production and Provision* (pp. 37–59). Springer New York. doi: 0.1007/978-1-4899-8014-4\_3.
23. Samson, R., Drisdelle, M., Mulkins, L., Lapointe, C., & Duxbury, P. (2000). The use of switchgrass biofuel pellets as a greenhouse gas offset strategy; download at <http://www.reap-canada.com/library.htm> (accessed June 2012). *Bioenergy 2000 - Proceedings of the 9th Biomass Conference of the Americas*, 1–11.
24. Turhollow, A. F. (1991). Screening herbaceous lignocellulosic energy crops in temperate regions of the United States. *Bioresource Technology*, 36 (3), 247–252. doi: 10.1016/0960-8524(91)90231-8.
25. Kulyk, M. I., Syplyva, N. O., & Babych, O. V. (2019). Formuvannya vrozhaynosti prosa prutopodibnoho zalezho vid shyryny mizhryad' i pidzhyvlennya posiviv. *Zroshuvane Zemlerobstvo: Mizhvidomchyy Tematychnyy Naukovyy Zbirnyk.*, 72, 28–34 [In Ukrainian].
26. Branits'kyy, Yu. Yu. (2020). Obgruntuvannya tekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannya prosa lozovydnoho (svitchhras) dlya umov Lisostepu Pravoberezhnoho. *Extended abstract of candidate's thesis*. [In Ukrainian].
27. Propheter, J. L., & Staggenborg, S. (2010). Performance of annual and perennial biofuel crops: Nutrient remover during the first two years. *Agronomy Journal*. № 102(2), pp.798-805 doi: 10.2134/agronj2009.0462.
28. Hintz, R. L., Harmony, K. R., Moore, K. J., George, J. R., & Brummer, E. C. (1998). Establishment of switchgrass and big bluestem in corn with atrazine. *Agronomy Journal*. № 90(5), pp.591-596 doi: 10.2134/agronj1998.00021962009000050004x.
29. Griffith, A. P., Epplin, F. M., Fuhlendorf, S. D., & Gillen, R. (2011). A comparison of perennial polycultures and monocultures for producing biomass for biorefinery feedstock. *Agronomy Journal*. № 103(3), pp.617-627 doi: 10.2134/agronj2010.0336.
30. Taranenko, A., Kulyk, M., Galytska, M., & Taranenko, S. (2019). Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobotanica*, 72 (3), 1–11. doi: 10.5586/aa.1786.
31. Kulyk, M., Kurilo, V., Pryshliak, N., & Pryshliak, V. (2020). Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing. *Journal Of Environmental Management And Tourism*, 1 (11), 173–185. doi: 10.14505//jemt.v11.1(41).20.
32. Kulyk, M. I., Rakhmetov, D. B., & Kurylo, V. L. (2017). *Metodyka provedennya pol'ovykh ta laboratornykh doslidzhen' z prosom prutopodibnym (Panicum virgatum L.)*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
33. Schmer, M. R., Vogel, K. P., Mitchell, R. B., & Perrin, R. K. (2008). Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (2), 464–469. doi: 10.1073/pnas.0704767105.
34. Elbersen, H. W., Christian, D. G., El Bassem, N., Bacher, W., Sauerbeck, G., Alexopoulou, E., Sharma, N., Piscioneri, I., de Visser, P., & van den Berg, D. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*, 65, 21–28. Retrieved from: [https://teeltdegronduit.nl/upload\\_mm/2/2/f/cbed02f9-6885-4a4f-9d01-74425ddbcee6\\_Elbersen et al. 2001. Switchgrass variety choice..pdf](https://teeltdegronduit.nl/upload_mm/2/2/f/cbed02f9-6885-4a4f-9d01-74425ddbcee6_Elbersen et al. 2001. Switchgrass variety choice..pdf).
35. DSTU 4289:2004. *Yakist' gruntu. Metody vyznachannya orhanichnoyi rehovyny. Chynnyi vid 2005-07-01*. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. Retrieved from: [http://document.ua/jakist-gruntu\\_-metodivyznachannja-organichnoyi-rehovini-nor16026.html](http://document.ua/jakist-gruntu_-metodivyznachannja-organichnoyi-rehovini-nor16026.html) [In Ukrainian].
36. Kulyk, M., & Elbersen, W. (2012). *Methods of calculation productivity phytomass for switchgrass in Ukraine*. Poltava
37. Vogel, K. P., Brejda, J. J., Walters, D. T., & Buxton, D. R. (2002). Switchgrass biomass production in the midwest USA: Harvest and nitrogen management. *Agronomy Journal*, 94 (3), 413–420. doi: 10.2134/agronj2002.0413.
38. Lemus, R., Charles Brummer, E., Lee Burras, C., Moore, K. J., Barker, M. F., & Molstad, N. E. (2008). Effects of nitrogen fertilization on biomass yield and quality in large fields of established switchgrass in southern Iowa, USA. *Biomass and Bioenergy*, 32 (12), 1187–1194. doi: 10.1016/j.biombioe.2008.02.016.
39. Lemus, R., & Lal, R. (2005). Bioenergy Crops and Carbon Sequestration. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24 (1), 1–21. doi: 10.1080/07352680590910393.
40. Carlsson, G., Mårtensson, L.-M., Prade, T., Svensson, S.-E., & Jensen, E. S. (2016). Perennial species mixtures for multifunctional production of biomass on marginal land. *GCB Bioenergy*, 9 (1), 191–201.

doi: 10.1111/gcbb.12373.

41. Vogel, K. P. (2004). Humans, Climate, and Plants: the Migration of Crested Wheatgrass and Smooth Bromegrass to the Great Plains of North America. In D. Werner (Ed.), *Biological Resources and Migration* (pp. 35–45). Springer Berlin Heidelberg.

42. Helton, T. J., Butler, T. J., McFarland, M. L., Hons, F. M., Mukhtar, S., & Muir, J. P. (2008). Effects of Dairy Manure Compost and Supplemental Inorganic Fertilizer on Coastal Bermudagrass. *Agronomy Journal*, 100, 924–930. doi: 10.2134/agronj2007.0305.

43. Yang, Y.-Y., Jung, J.-Y., Song, W.-Y., Suh, H.-S., & Lee, Y. (2000). Identification of Rice Varieties with High Tolerance or Sensitivity to Lead and Characterization of the Mechanism of Tolerance. *Plant Physiology*, 124 (3), 1019–1026. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC59201/>.

44. Miesel, J. R., Jach-Smith, L. C., Renz, M. J., & Jackson, R. D. (2017). Distribution of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) aboveground biomass in response to nitrogen addition and across harvest dates. *Biomass and Bioenergy*, 10, 74–83. doi: 10.1016/j.biombioe.2017.03.012.

45. Borowska, M., Prusinski, J., & Kaszkowiak, E. (2016). Production results of intensification of cultivation technologies in three lupin (*Lupinus* L.) species. *Plant, Soil and Environment*, 61 (9), 426–431. doi: 10.17221/455/2015-pse.

46. Ledda, L., Deligios, P. A., Farci, R., & Sulas, L. (2013). Biomass supply for energetic purposes from some Cardueae species grown in Mediterranean farming systems. *Industrial Crops and Products*, 47, 218–226. doi: 10.1016/J.INDCROP.2013.03.013.

47. Dybzinski, R., Fargione, J. E., Zak, D. R., Fornara, D., & Tilman, D. (2008). Soil fertility increases with plant species diversity in a long-term biodiversity experiment. *Oecologia*, 158 (1), 85–93. doi: 10.1007/s00442-008-1123-x.

48. Luo, B., Du, Y., Han, W., Geng, Y., Wang, Q., Duan, Y., Ren, Y., Liu, D., Chang, J., & Ge, Y. (2020). Reduce health damage cost of greenhouse gas and ammonia emissions by assembling plant diversity in floating constructed wetlands treating wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118927. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118927.

49. Samson, R., Girouard, P., & Chen, Y. (1997). Evaluation of switchgrass and short-rotation forestry willow in eastern Canada as bio-energy and agri-fibre feedstocks. *Biomass conference of the Americas on making a business from biomass in energy, environment, chemicals, fibers and materials*. Montreal

50. Samson, R. A., & Omielan, J. A. (2001). Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. *Thirteenth North American Prairie Conference*.

51. McLaughlin, S. B., & Walsh, M. E. (1998). Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 14(4), 317–324. doi: 10.1016/S0961-9534(97)10066-6.

Стаття надійшла до редакції 06.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Тараненко А. О., Кулик М. І., Тараненко С. В., Галицька М. А. Вплив способу вирощування проса прутноподібного на динаміку органічної речовини у ґрунті та врожайність біомаси. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 135–149.

© Тараненко Анна Олексіївна, Кулик Максим Іванович,  
Тараненко Сергій Володимирович, Галицька Марина Анатоліївна, 2020



original article | 556.531:556.114 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.16

## SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF REGULATING EUTROPHICATION PROCESSES OF WATER OBJECTS (ON THE EXAMPLE OF THE VORSKLA RIVER)

O. P. Korchahin

ORCID  [0000-0002-6541-5376](https://orcid.org/0000-0002-6541-5376)

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

E-mail [pavlo.pysarenko@pdaa.edu.ua](mailto:pavlo.pysarenko@pdaa.edu.ua)

### How to Cite

Korchahin, O. P. (2020). Scientific substantiation of regulating eutrophication processes of water objects (on the example of the Vorskla river). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 150–158. doi: 10.31210/visnyk2020.03.16

*The article deals with investigating eutrophication process of water eco-systems. It has been mentioned that at present the development of theoretical foundations and search of practical measures in fighting mass development of cyanic bacteria in top layer water reservoirs are being actively conducted. At the same time, using bacteria for purification of surface water objects is insufficiently researched at present, so the need for studying eutrophication processes of water objects while using different methods of biological purification, arises. Thus, the purpose of the work was investigating chemical and biological methods of water objects' restoration by decreasing the amount of cyanic bacteria in them. Based on the conducted research, scientific recommendations have been proposed as to fighting surface water reservoirs' blooming. The investigation methods included conducting analytical, natural, laboratory studies, as well as calculation part. To investigate eutrophication process of water in the Vorskla river, samples were taken 0.2-0.5 m deep from the water reservoir top layer (in different districts of the city of Poltava and its outskirts). During the first stage of investigation, chemical methods of fighting water blooming were studied. The best result was achieved at applying potassium permanganate ( $0.2 \cdot 10^6$  cl/l), molybdenum liquid ( $0.3 \cdot 10^6$ ), magnesia mixture ( $0.4 \cdot 10^6$ ), chlorine ( $0.5 \cdot 10^6$ ), and ferrum chelate ( $0.6 \cdot 10^6$ ). During the second research stage, studying probiotics influence in fighting water blooming as to toxic effect to cyanic bacteria was conducted. It has been established that using biological methods of water objects' purification from cyanic bacteria are more effective in comparison with chemical methods. In particular, applying Sviteko-Agrobiotic-01 probiotic is 94 % effective in eliminating cyanic bacteria. The same result was obtained while using potassium permanganate ( $0.2 \cdot 10^6$ ). However, the negative effect of the mentioned above chemical method is that it results in secondary water reservoir pollution. The effectiveness of other chemical methods in fighting water blooming was also determined: molybdenum liquid (91 % effectiveness), magnesia mixture (88 %), chlorine (85 %), and ferrum chelate (82 %). Somewhat worse results were achieved at applying argentum nitrate (70 %) and barium chloride (41 %). The largest amount of blue-green algae remained active at using aluminum sulfate in combination with copper sulfate (26 % effectiveness). The conducted studies are basis for working out complex systems of water eco-systems' purification from cyanic bacteria using environmentally safe methods, which are one of the priority development of urbanized territories and sustainable development of the society.*

**Key words:** water reservoir eutrophication, water eco-system, probiotics, cyanic bacteria, blue-green algae.

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ ВОРСКЛИ)**

**О. П. Корчагін**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті проведено дослідження процесу евтрофікації водних екосистем. Визначено, що нині у світі активно здійснюється розробка теоретичних основ і пошук практичних заходів з боротьби з масовим розвитком ціанобактерій у поверхневих водоймах. Водночас питання використання бактерій для очищення поверхневих водних об'єктів є на сьогодні недостатньо вивченими, постає потреба в дослідженні евтрофікаційних процесів водних об'єктів при використанні різних методів біологічного очищення. Зважаючи на це, метою роботи стало дослідження хімічних та біологічних методів відновлення водних об'єктів через зменшення в них кількості ціанобактерій, на основі чого надані наукові рекомендації щодо боротьби із «цвітінням» поверхневих водоймищ. Методика дослідження включала проведення аналітичних, натурних та лабораторних досліджень, розрахункову частину. Для дослідження процесу евтрофікації води в річці Ворскла було взято проби на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми (в різних районах м. Полтави та на околицях міста). На першому етапі дослідження вивчали хімічні методи боротьби із «цвітінням води». Найкращий результат спостерігали при застосуванні перманганату калію ( $0,2 \cdot 10^6$  кл/л), молібденової рідини ( $0,3 \cdot 10^6$ ), магнезійної суміші ( $0,4 \cdot 10^6$ ), хлору ( $0,5 \cdot 10^6$ ) та хелату заліза ( $0,6 \cdot 10^6$ ). На другому етапі дослідження проводили вивчення пробіотиків для боротьби із «цвітінням води» на наявність токсичної дії до ціанобактерій. З'ясовано, що використання біологічних методів очищення водних об'єктів від ціанобактерій є більш ефективним порівняно з хімічними методами, зокрема використання пробіотику Світеко-Агробіотик-01, який ефективно знищує ціанобактерії до 94 %. Такий результат отримано при застосуванні перманганату калію ( $0,2 \cdot 10^6$ ), але негативним наслідком цього є те, що використання хімічних методів загалом створює вторинне забруднення водоймищ. Також визначено ефективність інших хімічних методів боротьби із «цвітінням води»: молібденової рідини (ефективність – 91 %), магнезійної суміші (88 %), хлору (85 %) та хелату заліза (82 %). Деяко гірші результати дало застосування нітрату срібла (70 %) та хлориду барію (41 %). Найбільша кількість синьо-зелених водоростей залишилася при дії на останні сульфату алюмінію спільно з мідним купоросом (26 %). Проведені дослідження є основою розробки комплексних систем очистки водних екосистем екологічно безпечними методами від ціанобактерій, що є одним із пріоритетів розвитку урбанізованих територій та сталого розвитку суспільства.

**Ключові слова:** евтрофікація водоймищ, водна екосистема, пробіотики, ціанобактерії, синьо-зелені водорості.

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭВТРОФИКАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ВОРСКЛА)**

**А. П. Корчагин**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье проведено исследование процесса эвтрофикации водных экосистем. Определено, что в настоящее время в мире активно осуществляется разработка теоретических основ и поиск практических мер по борьбе с массовым развитием цианобактерий в поверхностных водоемах. Результаты исследований доказывают, что использование биологических методов очистки водных объектов от цианобактерий является более эффективным по сравнению с химическими методами. В частности, использование пробиотика Свитек-Агробиотик-01 дает эффективность уничтожения цианобактерий до 94 %. Такой результат получен при применении перманганата калия ( $0,2 \cdot 10^6$ ), но негативным последствием этого является то, что использование химических методов в целом создает вторичное загрязнение водоемов. Также определена эффективность других химических методов борьбы с «цветением воды»: молибденовой жидкости (эффективность – 91 %), магнезильной смеси (88 %), хлора (85 %) и хелата железа (82 %). Несколько худшие результаты дало применение нитрата серебра (70 %) и хлорида бария (41 %). Наибольшее количество сине-зеленых водорослей

*осталось при воздействии на последние сульфата алюминия совместно с медным купоросом (26 %). Проведенные исследования являются основой разработки комплексных систем очистки водных экосистем экологически безопасными методами от цианобактерий, что является одним из приоритетов развития урбанизированных территорий и устойчивого развития общества.*

**Ключевые слова:** *эвтрофикация водоемов, водная экосистема, пробиотики, цианобактерии, сине-зеленые водоросли.*

### Вступ

Водні об'єкти урбанізованих територій мають важливе соціально-економічне значення, відіграють важливу роль у створенні комфортних умов проживання населення і покращення мікроклімату міського середовища. Але через безперервне зростання міського населення вони постійно зазнають значного техногенного навантаження. Нині водотоки урбанізованих територій є основними приймачами забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами промислових і сільськогосподарських підприємств та комунального господарства, а також з дощовими та талими водами з міських територій, промплощадок і сільськогосподарських угідь. Основними забруднюючими речовинами цих стоків є біогенні елементи, нафтопродукти, пестициди, синтетичні поверхнево-активні компоненти, органічні сполуки природного та антропогенного походження, важкі метали.

Низька стійкість водних об'єктів урбанізованих територій до постійного антропогенного навантаження призводить до зниження здібності гідробіоценозів до самовідновлення. Внаслідок цього більшість з них мають високий рівень хімічного і бактеріологічного забруднення й не придатні навіть для господарсько-побутового та рекреаційного використання.

Одним із негативних наслідків перенасичення ґрунтів і водойм хімікатами є евтрофікація водоймищ, пов'язана з підвищеним вмістом азоту та фосфору, «цвітінням» водоростей, їх накопиченням, відмиранням, розкладанням із інтенсивним поглинанням кисню з води, що спричиняє задуху водойм, і призводить до загибелі водної фауни. При цьому у глибоких водоймах цвітіння зазвичай відбувається у верхніх шарах, у мілководних – по всій глибині. При цвітінні переважає один або два види мікроорганізмів. Цвітіння триває певний час, а потім зникає. Воно може бути спричинене різними водоростями. На початку весни спостерігається цвітіння діатомовими водоростями, при цьому вода набуває жовтувато-коричневого кольору. Найбільш поширеними діатомовими водоростями, що призводять до цвітіння, є астеріонелла (*Astrionella*), сінедра (*Synedra*), мелозіра (*Melosira*). У середині літа – особливо останніми спекотними роками, нерідко спостерігається цвітіння водойм синьо-зеленими водоростями. Характерними представниками синьо-зелених водоростей, що спричиняють цвітіння, є анабена (*Anabaena*), осциляторія (*Oscillatoria*), які надають воді блакитно-зеленого кольору, неприємного присмаку й запаху [1]. До біогенних елементів, що саме й спричиняють евтрофікацію, відносяться насамперед азот, фосфор та кремній у різних сполуках. Найбільше значення мають фосфор та азот, що є обов'язковими елементами тканин будь-якого живого організму [2].

Натепер у світі активно здійснюється розробка теоретичних основ і пошук практичних заходів з боротьби з масовим розвитком ціанобактерій у поверхневих водоймах, що потребує глибокого аналізу та дослідження процесів евтрофікації, а також пошуку новітніх шляхів очищення водних об'єктів. Аналіз результатів попередніх досліджень (Ізраель Ю. [3], Ферейра Дж. [4], Яич К. [5], Клоерн Дж. [6], Сміс В. [7], Бакер Л. [8], Хорус І. [9], Лахті К. [10], Скулберг О. [11], Авраменко Н. [12] свідчить про перспективність використання біологічних методів очищення водних об'єктів, які дають змогу природнім шляхом відновити якість водних об'єктів, не призводячи до вторинного забруднення водоймищ. Водночас питання використання бактерій для очищення поверхневих водних об'єктів є на сьогодні недостатньо вивченими, постає потреба в дослідженні евтрофікаційних процесів водних об'єктів при використанні різних методів біологічного очищення.

Отже, метою цієї роботи є проведення досліджень хімічних та біологічних методів відновлення водних об'єктів через зменшення в них кількості ціанобактерій, на основі чого розробити наукові рекомендації щодо боротьби з «цвітінням» поверхневих водоймищ.

Зважаючи на вищевикладене, головними завданнями наших досліджень були такі: провести порівняння ефективності хімічних та біологічних методів боротьби із «цвітінням» поверхневих водоймищ; дослідити пробіотики (Світеко-ППВ, Світеко-ОПЛ, Світеко-Агробіотик-01) на наявність токсичної дії до ціанобактерій.

### Матеріали і методи досліджень

Мета досліджень обумовила потребу комплексного використання методів: натурних та лабораторних досліджень, статистичного аналізу спостережень за елементами хімічного складу води (методи моніторингу поверхневих вод), сучасних технологій для екологічної оцінки якості води, математичних розрахункових методів (використовувалися теорії баз даних і методи статистичного, регресійного аналізу тощо), теоретичного аналізу та узагальнення отриманих результатів [13–25].

*Метод № 1.* Дослідження проводили впродовж весняно-літнього періоду 2019 року в різних районах річки Ворскла. Мікроскопічне дослідження передбачає підрахунок клітинних елементів у рахунковій камері і при збільшеному вмісті клітинних елементів вивчення його мікроскопічного складу в забарвлених препаратах.

*Підрахунок клітинних елементів.* Кількість клітин підраховують після отримання необхідної рідини, використовуючи камеру Фукса-Розенталя чи камеру Горєва. Клітинні елементи заздалегідь зафарбовують розчином Самсона [12; 25]. Суміш набирають піпеткою і заповнюють нею підготовлену рахункову камеру. Підрахунок синьо-зелених водоростей проводять при опущеному конденсорі мікроскопа. Клітинні елементи підраховують на всій площі сітки камери. Рекомендується порахувати кількість у двох камерах і вивести середнє арифметичне.

При використанні камери Фукса-Розенталя (площа сітки – 16 мм<sup>2</sup>, глибина – 0,2 мм, об'єм – 3,2 мкл, розведення – 11 : 10) число елементів у 1 л розраховують за формулою: число елементів на площі сітки  $\times 11 \div 3,2 \times 10 \times 10^6 =$  число елементів на площі сітки  $\div 3 \times 10^6$ .

*Метод № 2.* Дослідження трьох препаратів наданих ТОВ «НВП Еко-Країна» (Світеко-ППВ, Світеко-ОПЛ, Світеко-Агробіотик-01) на наявність токсичної дії до ціанобактерій.

Визначали чутливість бактерій до антибіотичних речовин методом серійних розведень на твердому поживному середовищі – картопляному агарі, використовуючи крапельний метод. Для цього чашку Петрі з картопляним агаром (КА) засівали бактеріальною суспензією досліджуваних бактерій (концентрація бактеріальної суспензії  $1 \times 1^9$  колонієутворюючих одиниць/мл – КУО/мл), у кількості 0,1 мл на чашку і розтирали шпателем. Потім у кожен чашку вносили в центр по 0,1 мл препарату в різних концентраціях. Через 24–48 год інкубування чашок Петрі в термостаті при 28 °С робили облік зон відсутності росту досліджуваних бактерій.

Повторність дослідів – триразова. Відсутність затримки росту вказувала на резистентність мікроорганізмів до цієї концентрації препарату. Зони, діаметр яких не перевищує 15 мм, свідчать про слабку чутливість до препарату. Зони затримки росту від 15 до 25 мм фіксуються у чутливих мікроорганізмів, високочутливі характеризуються зонами з діаметром більш ніж 25 мм.

### Результати досліджень та їх обговорення

Однією з найбільших водойм на території Полтавської області є річка Ворскла. Для дослідження процесу евтрофікації води в р. Ворсклі бралися проби на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми в різних районах м. Полтави та на околицях міста (травень-вересень 2019 р., всього чотири точки по 5 проб:

Т. 1 – с. Петрівка, Полтавського р-ну;

Т.2 – м. Полтава, вул. Сакко, р-н Дублянщина;

Т.3 – м. Полтава, вул. Б. Хмельницького;

Т. 4 – с. Нижні Млини, передмістя м. Полтава) між 12:00 та 17:00 годинами.

Дослідження проводили в сертифікованій лабораторії ПДАА по гідрофізичним, гідрохімічним та гідробіологічним показникам, усереднені дані яких за травень-вересень 2019 р. наведені на рис. 1.

На першому етапі дослідження вивчали хімічні методи боротьби із «цвітінням води» за методом 1. Для цього взяті проби води на різних ділянках р. Ворскли модифікували введенням в неї мінеральних добрив: суперфосфату  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , хлориду кадмію  $\text{KCl}$ , сульфату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в концентраціях 2–2,5 % та ін.

Візуально розвиток процесу евтрофікації проявляється появою зеленого кольору модельної води. Тривалість експерименту – 5 діб. Оптимальними для розвитку планктонних водоростей є: температура – 25 °С; інтенсивність освітлення – 4500 лк; концентрація мінеральних добрив – 2,5 %. Результати використання хімічних методів боротьби з «цвітінням води» дали змогу встановити таке.

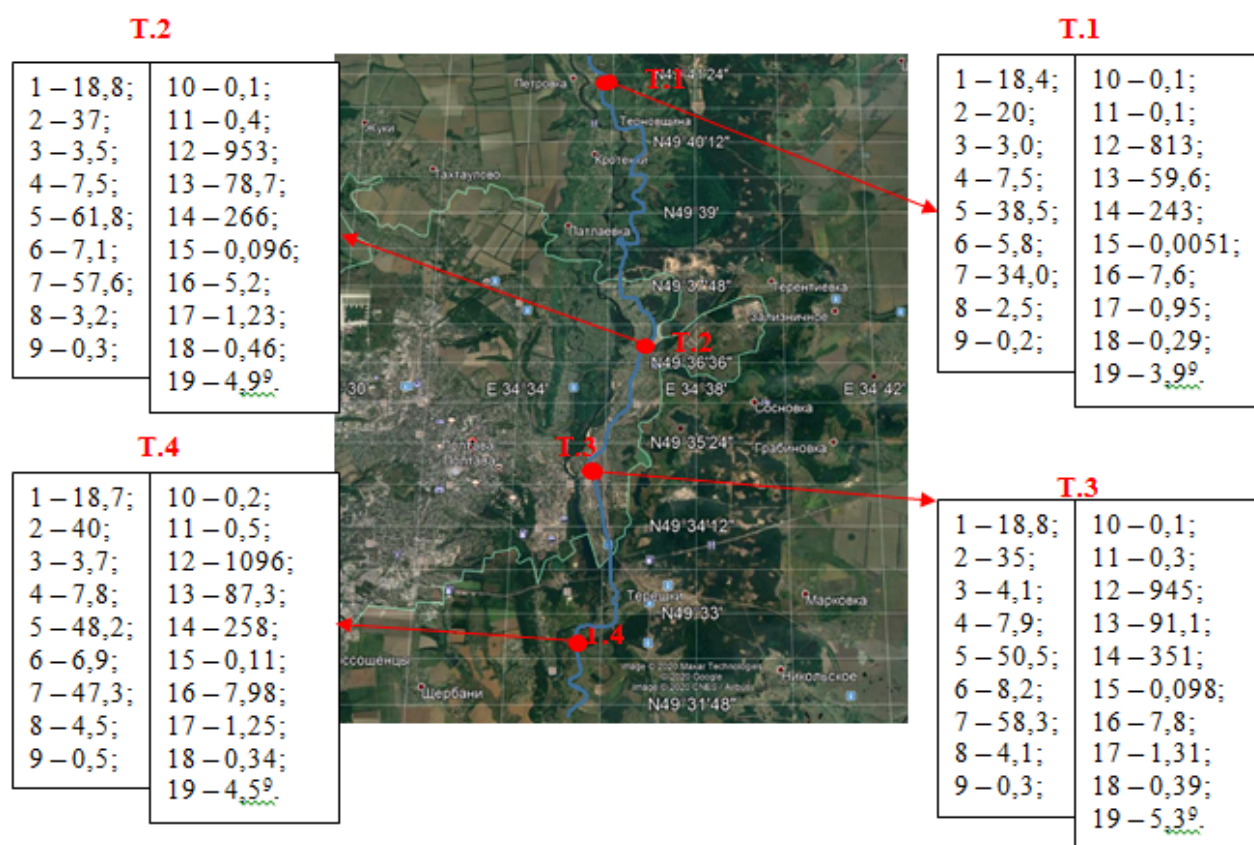


Рис. 1. Вміст речовин у різних районах річки Вороскли, 2019 р.

(де 1 - температура, °C; 2 - кольоровість, градуси; 3 - мутність, бали; 4 - рН; 5 - ХСК, мгО/дм<sup>3</sup>; 6 - БПК<sub>5</sub>, мгО/дм<sup>3</sup>; 7 - нітрат-іони, мг/дм<sup>3</sup>; 8 - нітрит-іони, мг/дм<sup>3</sup>; 9 - свинець, мг/дм<sup>3</sup>; 10 - марганець, мг/дм<sup>3</sup>; 11 - залізо загальне, мг/дм<sup>3</sup>; 12 - сухий залишок, мг/дм<sup>3</sup>; 13 - хлориди, мг/дм<sup>3</sup>; 14 - сульфати, мг/дм<sup>3</sup>; 15 - нафтопродукти, мг/дм<sup>3</sup>; 16 - розчинний кисень; 17 - амоній-іони у перерахунку на азот амонійний, мг/дм<sup>3</sup>; 18 - фосфат-іони у перерахунку на мінеральний фосфор, мг/дм<sup>3</sup>; 19 - вміст водоростей, кл/л).

**1. Коагулянт – сульфат алюмінію (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) у дозі до 18 мг/л разом з мідним купоросом (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O).**

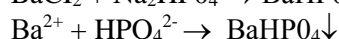
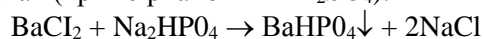
Додавання сульфату алюмінію (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) у дозі до 18 мг/л разом з мідним купоросом (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), у наших дослідах призвело до скорочення кількості водоростей з 3,4\*10<sup>6</sup> до 2,5\*10<sup>6</sup> кл/л.

Широко відомий приклад успішного запобігання «цвітіння води» за рахунок послідовної обробки Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> і CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O мілководного озера Коуртіль (Франція). Внесення Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> у водойму у травні призвело до помітного скорочення чисельності ціанобактерії Microcystis, але повністю не запобігло її розвитку. Тому наприкінці червня, коли ціанобактерії ще не утворили плівок цвітіння, був доданий CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O. Після обробки міддю колонії мікроцістиса не спостерігали у планктоні озера протягом двох місяців [20].

**2. Перманганат калію – KMnO<sub>4</sub>** у дозі до 0,8 мг/л скоротив чисельність синьо-зелених водоростей з 3,4\*10<sup>6</sup> до 0,2\*10<sup>6</sup> кл/л.

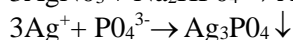
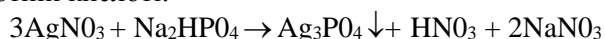
**3. Хлор** у дозі до 2,5 мг/л знизив кількість синьо-зелених водоростей з 3,4\*10<sup>6</sup> до 0,5\*10<sup>6</sup> кл/л.

**4. Хлорид барію** утворив з аніоном PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> білий осад гідрофосфату барію BaHPO<sub>4</sub>, розчинний у кислотах (крім сірчаної к-ти H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):



Це призвело до скорочення числа синьо-зелених водоростей з 3,4\*10<sup>6</sup> до 2,0\*10<sup>6</sup> кл/л.

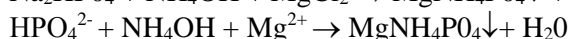
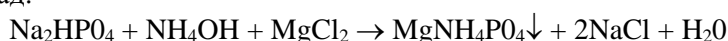
**5. Нітрат срібла  $\text{AgNO}_3$**  з аніонами  $\text{PO}_4^{3-}$  дав жовтий осад фосфату срібла  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ , розчинний в азотній кислоті:



Кількість синьо-зелених водоростей знизилась з  $3,4 \cdot 10^6$  до  $1,0 \cdot 10^6$  кл/л.

**6. Магnezіальна суміш.** До 5–6 крапель хлориду магнію додали кілька крапель розчину аміаку, утворений осад гідроксиду магнію розчинили, додаючи хлорид амонію, а потім додали кілька крапель розчину гідрофосфату натрію  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Утворений білий осад магній-амоній фосфату  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  вказав на присутність аніонів  $\text{PO}_4^{3-}$ .

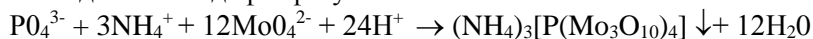
Магnezіальна суміш (суміш  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  і  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) з аніонами  $\text{PO}_4^{3-}$  утворила білий кристалічний осад:



Кількість синьо-зелених водоростей знизилась з  $3,4 \cdot 10^6$  до  $0,4 \cdot 10^6$  кл/л.

**7. Молібденова рідина.** У пробірку помістили 8 крапель розчину молібдату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  і 8 крапель концентрованої азотної кислоти. До суміші додали 2–3 краплі розчину фосфату натрію, перемішали скляною паличкою і злегка нагріли до  $40\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$  на водяній бані. Аніони  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  відновлюють шестивалентний молібден  $\text{MoO}_4^{2-}$  до молібденової сині (суміш сполук молібдену різних ступенів окислення). Тому розчин набув синього кольору. Для видалення відновників прокип'ятили 2–3 краплі розчину з 1–2 краплями концентрованої азотної кислоти, після чого провели реакцію відкриття аніонів  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Розчин молібдату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  в азотній кислоті утворив з аніонами  $\text{PO}_4^{3-}$  жовтий кристалічний осад 12-молібдофосфату амонію:



Умови проведення дослідів: реакція проводилась при  $\text{pH} \leq 1$ ; помірне нагрівання сприяло утворенню осаду; аніони-відновники і  $\text{HCl}$  заважають проведенню реакції [21].

У результаті проведеного дослідів кількість синьо-зелених водоростей знизилась з  $3,4 \cdot 10^6$  до  $0,3 \cdot 10^6$  кл/л.

**8. Хелат Fe** знизив кількість синьо-зелених водоростей з  $3,4 \cdot 10^6$  до  $0,6 \cdot 10^6$  кл/л (рис. 2).

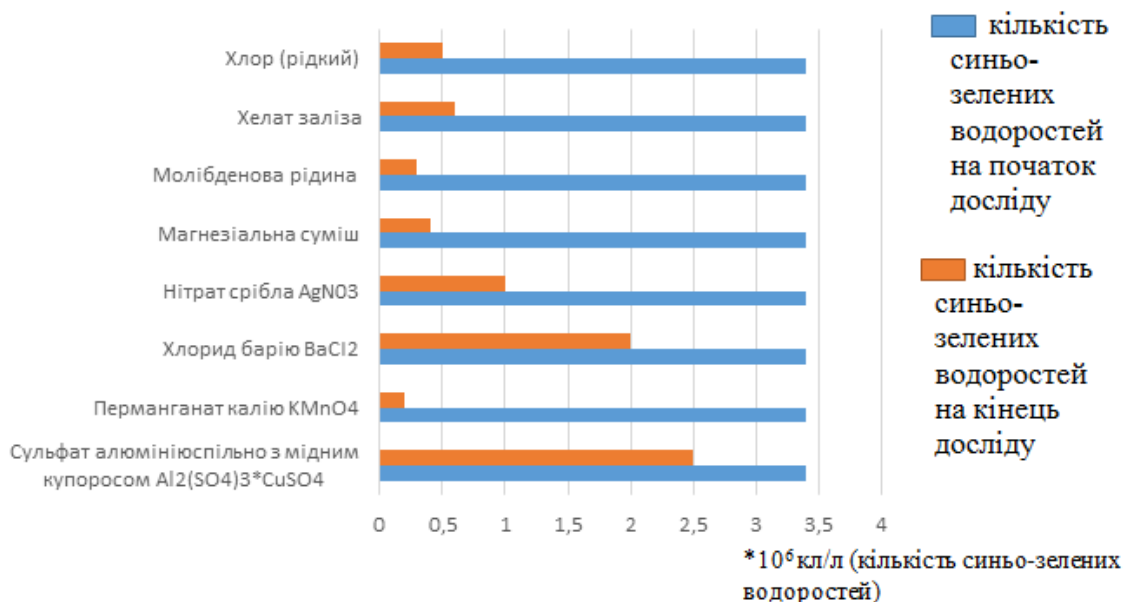


Рис. 2. Результати дослідження хімічних методів боротьби із «цвітінням води»

Найкращий результат отримано при застосуванні перманганату калію ( $0,2 \cdot 10^6$ ), молібденової рідини ( $0,3 \cdot 10^6$ ), магnezіальної суміші ( $0,4 \cdot 10^6$ ), хлору ( $0,5 \cdot 10^6$ ) та хелату заліза ( $0,6 \cdot 10^6$ ). Деяко гірші результати дало застосування нітрату срібла ( $1,0 \cdot 10^6$ ) та хлориду барію ( $2,0 \cdot 10^6$ ). Найбільша кіль-

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

кiсть синьо-зелених водоростей залишилася у разi дiї на останнi сульфату алюмiнiю разом з мiдним купоросом ( $2,5 \cdot 10^6$ ).

На другому етапi дослiдження проводили вивчення пробiотикiв для боротьби з «цвiтiнням води», зокрема три препарати наданих ТОВ «НВП Еко-Країна» (Свiтеко-ППВ, Свiтеко-ОПЛ, Свiтеко-Агробiотик-01) на наявнiсть токсичної дiї до цiанобактерiй за методом №2. Результати наведенi в таблицi.

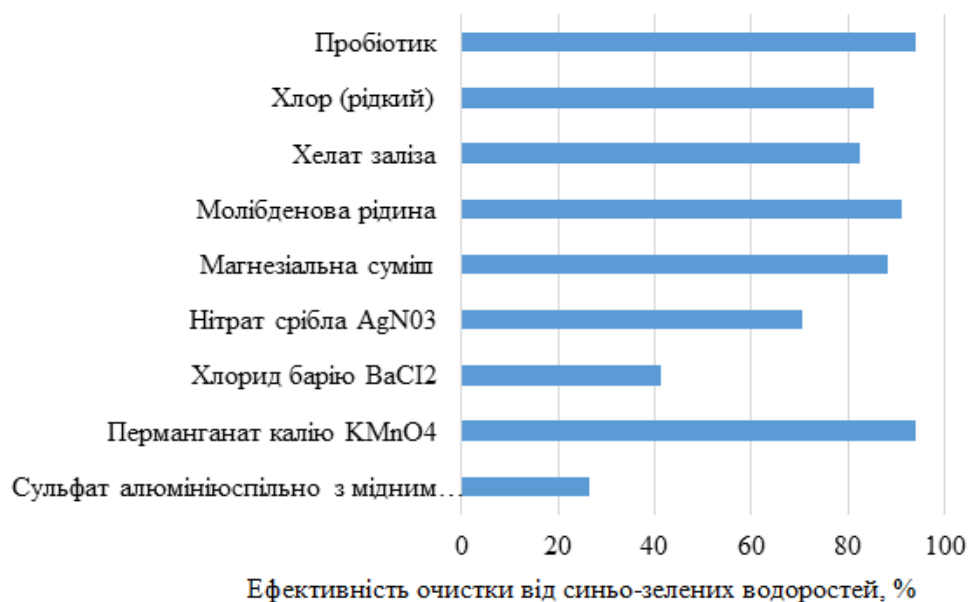
### Чутливiсть цiанобактерiй до препаратiв SVITECO

Тест-культури цiанобактерiй	Зони вiдсутностi росту цiанобактерiй, мм (розведення препаратiв)*						
	нативний	1:10 <sup>-1</sup>	1:10 <sup>-2</sup>	1:10 <sup>-3</sup>	1:10 <sup>-4</sup>	1:10 <sup>-5</sup>	1:10 <sup>-6</sup>
<b>Препарат Свiтеко-ППВ</b>							
<i>Microcystis flos-aquae</i>	20	15	0	0	0	0	0
<i>Asterionella formosa</i>	БЦ повна	40	28	0	0	0	0
<b>Препарат Свiтеко-ОПЛ</b>							
<i>Microcystis flos-aquae</i>	15	13	10	БС-18	БС-9	0	0
<i>Asterionella formosa</i>	50	40	15	13	0	0	0
<b>Препарат Свiтеко-Агробiотик-01</b>							
<i>Microcystis flos-aquae</i>	50	30	25	25	10	БС сл..	0
<i>Asterionella formosa</i>	40	35	30	15	10	0	0

Примiтки: \* БС – бактерiостатична дiя

Отже, дослiджений препарат **Свiтеко-Агробiотик-01** проявляє високу антицiанобактерiальну активнiсть до цiанобактерiй у розведеннi 1 : 100. Препарати Свiтеко-ППВ i Свiтеко-ОПЛ мають вибiркову антибактерiальну дiю щодо деяких цiанобактерiй у розведеннi 1 : 100.

Також використання пробiотику Свiтеко-Агробiотик-01 у дослiдах за методом №1 (але протягом 12 дiб) призвело до скорочення кiлькостi водоростей з  $3,4 \cdot 10^6$  до  $0,2 \cdot 10^6$  кл/л, що становить досить високу ефективнiсть очистки порiвняно з хiмiчними методами – 94 % (рис. 3)



**Рис. 3. Ефективнiсть очистки рiзних методiв вiд синьо-зелених водоростей**

### Висновки

Отже, з'ясовано, що використання бiологiчних методiв очищення водних об'єктiв вiд цiанобактерiй є бiльш ефективним порiвняно з хiмiчними методами, зокрема використання пробiотику Свiтеко-Агробiотик-01 ефективно знищує цiанобактерiї до 94 %. Такий результат отримано при застосуваннi перманганату калію ( $0,2 \cdot 10^6$ ), але негативним наслiдком цього є те, що використання хiмiчних методiв загалом створює вторинне забруднення водоймищ. Також визначено ефективнiсть iнших хiмiчних

методів боротьби з «цвітінням води»: молібденової рідини (ефективність – 91%), магнезійної суміші (88 %), хлору (85 %) та хелату заліза (82 %). Деяко гірші результати показало застосування нітрату срібла (70 %) та хлориду барію (41 %). Найбільша кількість синьо-зелених водоростей залишилася у разі на останні сульфату алюмінію разом з мідним купоросом (26 %).

*Перспективи подальших досліджень.* Встановлено, що використання біологічних методів, зокрема пробіотику є перспективним методом боротьби із «цвітінням води». Водночас у подальшому постає необхідність вивчити дії різних видів бактерій, зокрема пробіотиків, на різні види ціанобактерій, що призводять до «цвітіння» водоймищ, їхню комплексну дію та визначення умов ефективної (зокрема синергічної) дії. Це дає можливість розробити комплексні системи очистки поверхневих водних об'єктів екологічно безпечними методами від ціанобактерій, що є одним із пріоритетів розвитку урбанізованих територій та сталого розвитку суспільства.

## References

1. Klymenko, M. O. (2006). *Monitorynh dovkillia*. Kyiv: Akademiia [In Ukrainian].
2. Yatsyk, A. V., & Shmakov, V. A. (2012). *Hidroekolohiia*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
3. Izrael, Yu. A. (1984). *Ekologiya i kontrol sostoyaniya prirodnoj sredy*. Moskva: Gidrometeoizdat [In Russian].
4. Ferreira, J. G., Andersen, J. H., Borja, A., Bricker, S. B., Camp, J., Cardoso da Silva, M., Garcés, E., Heiskanen, A.-S., Humborg, C., Ignatiades, L., Lancelot, C., Menesguen, A., Tett, P., Hoepffner, N., & Claussen, U. (2011). Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93 (2), 117–131. doi: 10.1016/j.ecss.2011.03.014.
5. Yang, X., Wu, X., Hao, H., & He, Z. (2008). Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 9 (3), 197–209. doi: 10.1631/jzus.b0710626.
6. Cloern, J. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223–253. doi: 10.3354/meps210223.
7. Smith, V. H., Joye, S. B., & Howarth, R. W. (2006). Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51 (1 part 2), 351–355. doi: 10.4319/lo.2006.51.1\_part\_2.0351.
8. Backer, L. C. (2002). Cyanobacterial Harmful Algal Blooms (CyanoHABs): Developing a Public Health Response. *Lake and Reservoir Management*, 18 (1), 20–31. doi: 10.1080/07438140209353926.
9. Chorus, I., & Bartram, J. (Eds.). (1999). *Toxic Cyanobacteria in Water*. doi: 10.4324/9780203478073.
10. Lahti, K., Rapala, J., Kivimäki, A.-L., Kukkonen, J., Niemelä, M., & Sivonen, K. (2001). Occurrence of microcystins in raw water sources and treated drinking water of Finnish waterworks. *Water Science and Technology*, 43 (12), 225–228. doi: 10.2166/wst.2001.0744.
11. Skulberg, O. M. (2005). Cyanobacteria/cyanotoxin research-Looking back for the future: The opening lecture of the 6th ICTC, Bergen, Norway. *Environmental Toxicology*, 20 (3), 220–228. doi: 10.1002/tox.20101.
12. Avramenko, N. I. (2014). Sezonna minlyvist biohennykh rehovyn u richtsi Vorskla. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 115–120. doi: 10.31210/visnyk2014.01.28.
13. GOST 4192-82. Voda pitevaya. Metody opredeleniya mineralnykh azotsoderzhashih veshestv. (Dejstvuyushij ot 1983-01-01). (1983). Moskva [In Russian].
14. DSTU ISO 9297:2007 Yakist vody. Vyznachennia khlorodyv. Tytruvannia nitratom sribla iz zastosuvanniam khromatu yak indykatora (metod Mora) (ISO 9297:1989, IDT). Chynnyi vid 2009-01-01. (2009). Kyiv [In Ukrainian].
15. GOST 4389-72. Voda pitevaya. Metody opredeleniya sodержaniya sulfatov. (Dejstvuyushij ot 2018-09-12). (2018). Moskva [In Russian].
16. GOST 18309-72. Metod opredeleniya sodержaniya polifosfatov. (Dejstvuyushij ot 2018-09-12). (2012). Moskva [In Russian].
17. PND F 14.1;2.105-97. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii letuchih fenolov v prirodnyh i ochishennyh stochnyh vodah fotometricheskim metodom. (1997). Moskva [In Russian].
18. GOST 2477-65. Neft i nefteprodukty. Metod opredeleniya sodержaniya vody (s Izmeneniyami № 1, 2, 3). (Dejstvuyushij ot 2002-02-01). (2002). Moskva [In Russian].
19. GOST 18309-2014 Voda. Metody opredeleniya fosforsoderzhashih veshestv (s Popravkoj). (Dejstvuyushij ot 2016-01-01). (2016). Moskva [In Russian].

20. GOST 17.1.4.02-90. Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredeleniya hlorofilla-a. (Dejstvuyushij ot 1991-01-01). (2019). Moskva [In Russian].
21. DSTU ISO 6060:2003. Yakist vody. Vyznachannia khimichnoi potreby v kysni (ISO 6060:1989, IDT). Chynnyi vid 2003-06-10. (2004). Kyiv [In Ukrainian].
22. Mathematical Modeling of Eutrophication Processes in Shallow Waters on Multiprocessor Computer System. (2016). *Bulletin of the South Ural State University. Series "Computational Mathematics and Software Engineering"*, 5 (3). doi: 10.14529/cmse160303.
23. Vysockaya, E. V., Byh, A. I., Pecherskaya, A. I., Bespalov, Yu. G., Matvienko, R. V., & Tarasova, A. L. (2018). Matematicheskoe modelirovanie vliyaniya evtrofikacii na strukturu i dinamiku otnoshenij v ozernom zooplanktone. *Sistemi Obrobki Informaciyi*, (4 (155)), 57–65. doi: 10.30748/soi.2018.155.08.
24. Porumb, F. (1992). On the development of *Noctiluca scintillans* under eutrophication of Romanian Black Sea waters. *Marine Coastal Eutrophication*, 907–920. doi: 10.1016/b978-0-444-89990-3.50078-x.
25. Ormerod, S. J. (1993). Control of eutrophication in inland waters. *Environmental Pollution*, 80 (3), 309. doi: 10.1016/0269-7491(93)90057-u.

Стаття надійшла до редакції 27.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**


Корчагін О. П. Наукове обґрунтування регулювання процесів евтрофікації водних об'єктів (на прикладі річки Ворскли). *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 150–158.


© Корчагін Олександр Павлович, 2020


**original article** | 636.4.082.43 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.17

**SIGNS OF REPRODUCTIVE QUALITIES OF SOWS OF DIFFERENT OPERATING VALUE AND THE LEVEL OF THEIR DISCRETION**
**V. I. Khalak**<sup>1\*</sup>

 ORCID  [0000-0002-4384-6394](https://orcid.org/0000-0002-4384-6394)
**M. O. Il'chenko**<sup>2</sup>

 ORCID  [0000-0003-0163-1384](https://orcid.org/0000-0003-0163-1384)
**P. V. Petulko**<sup>3</sup>

 ORCID  [0000-0001-7614-165X](https://orcid.org/0000-0001-7614-165X)
<sup>1</sup> State Institution the Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 14, Vernadskoho str., Dnipro, 49027, Ukraine

<sup>2</sup> Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Shvedska Mohyla str., Poltava, 36013, Ukraine

<sup>3</sup> Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, S. Yefremova str., Dnipro, 49000, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: v16kh91@gmail.com

## How to Cite

 Khalak, V. I., Il'chenko, M. O., & Petulko, P. V. (2020). Signs of reproductive qualities of sows of different operating value and the level of their discretion. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 159–165. doi: 10.31210/visnyk2020.03.17

The indicators of reproductive qualities of sows of Large White breed taking into account their operational value are investigated, and the level of discreteness of the specified group of signs and economic efficiency of experimental results is calculated. The study was conducted on the breeding farm for breeding Large White pigs at “Druzhba-Kaznacheiivka” LLC, Dnipropetrovsk region and the laboratory of animal husbandry of the State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The evaluation of sows of Large White breed on the main indicators of adaptation level and reproductive qualities in the group ( $S$ ) and the population as a whole ( $\sigma$ ) was carried out taking into account the following quantitative characteristics: life expectancy, months, duration of breeding use, amount of farrowing ( $(S_1, \sigma_1)$ ), total piglets, net ( $S_2, \sigma_2$ ), live piglets, net ( $S_3, \sigma_3$ ), fertility ( $S_4, \sigma_4$ ), nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg ( $S_5, \sigma_5$ ), safety, %, duration of intergrowth period, days, number of unproductive days per farrowing. The operational value of the animals of the main herd was investigated by the method of Koriazhnov E. V. (1985), the level of discreteness ( $D$ ) – Seromolota V. V., Sviatchenko S. I. (1984). Biometric processing of the obtained research results was performed according to the method of G. F. Lakin (1990). It was found that sows of Large White breed of controlled herd met the minimum requirements of class I and elite class as to the main indicators of reproductive qualities (multiplicity, goal; weight of the nest at the time of weaning at the age of 28 days, kg). A significant difference between the groups of high operational value and low operational value animal categories was established by the following indicators: life expectancy, month (29.9 months,  $td=13.71$ ), the duration of breeding use, months (29.6 months,  $td=14.50$ ), farrowings were obtained (5.7 farrowings,  $td=14.50$ ), total number of piglets was obtained, ch. (70.5 heads,  $td=13.85$ ), obtained live piglets obtained, heads (67.7 heads,  $td=20.83$ ), fertility, heads (3.3 heads,  $td=10.31$ ), nest weight at the time of weaning at the age of 28 days (6.5 kg,  $td=2.55$ ). The discreteness factor ( $D$ ) of the reproductive qualities traits of sows of different operational value ranged from 0.765 to 0.992. The maximum increase in additional products on the indicator of nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg was obtained from sows of the category of high operational value – 6.03 %.

**Key words:** sow, breed, reproductive qualities, life expectancy, operational value, discreteness, economic efficiency.

## ОЗНАКИ ВІДТВОРЮВАЛЬНИХ ЯКОСТЕЙ СВИНОМАТОК РІЗНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ ТА РІВЕНЬ ЇХ ДИСКРЕТНОСТІ

В. І. Халак<sup>1</sup>, М. О. Ільченко<sup>2</sup>, П. В. Петулько<sup>3</sup><sup>1</sup> Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро, Україна<sup>2</sup> Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна<sup>3</sup> Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Досліджено показники відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи, зважаючи на їхню експлуатаційну цінність, розраховано рівень дискретності зазначеної групи ознак та економічну ефективність результатів експерименту. Дослідження проведено в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області та лабораторії тваринництва Державної установи Інститут зернових культур НААН. Оцінку свиноматок великої білої породи за основними показниками рівня адаптації та відтворювальних якостей по групі (S) та сукупності загалом ( $\sigma$ ) проводили, зважаючи на такі кількісні ознаки: тривалість життя, міс., тривалість племінного використання, одержано опоросів ( $S_1, \sigma_1$ ), одержано поросят усього, гол. ( $S_2, \sigma_2$ ), одержано живих поросят, гол. ( $S_3, \sigma_3$ ), багатоплідність гол. ( $S_4, \sigma_4$ ), маса гнізда на час відлучення у віці 28 днів, кг ( $S_5, \sigma_5$ ), збереженість, %, тривалість міжопоросного періоду, днів, кількість непродуктивних днів з розрахунку на один опорос. Експлуатаційну цінність тварин основного стада досліджували за методикою Коряжнова Е. В. (1985), рівень дискретності (D) – Серомолота В. В., Святченко С. І. (1984). Біометричну обробку одержаних результатів досліджень проводили за методикою Г. Ф. Лакіна (1990). Встановлено, що свиноматки великої білої породи підконтрольного стада за основними показниками відтворювальних якостей (багатоплідність, гол.; маса гнізда на час відлучення у віці 28 днів, кг) відповідають мінімальним вимогам I класу та класу еліта. Достовірну різницю між групами тварин категорій «висока експлуатаційна цінність» та «низька експлуатаційна цінність» встановлено за показниками «тривалість життя, міс.» (29,9 міс.,  $td=13,71$ ), «тривалість племінного використання, міс.» (29,6 міс.,  $td=14,50$ ), «одержано опоросів» (5,7 опоросів,  $td=14,50$ ), «одержано поросят усього, гол.» (70,5 гол.,  $td=13,85$ ), «одержано живих поросят, гол.» (67,7 гол.,  $td=20,83$ ), «багатоплідність, гол.» (3,3 гол.,  $td=10,31$ ), «маса гнізда на час відлучення у віці 28 днів» (6,5 кг,  $td=2,55$ ). Коефіцієнт дискретності (D) ознак відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності коливався в межах від 0,765 до 0,992. Максимальну прибавку додаткової продукції за показником «маса гнізда на час відлучення у віці 28 днів, кг» одержано від свиноматок категорії «висока експлуатаційна цінність» – 6,03 %.

**Ключові слова:** свиноматка, порода, відтворювальні якості, тривалість життя, експлуатаційна цінність, дискретність, економічна ефективність.

## ПРИЗНАКИ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ СВИНОМАТОК РАЗЛИЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЦЕННОСТИ И УРОВЕНЬ ИХ ДИСКРЕТНОСТИ

В. И. Халак<sup>1</sup>, М. А. Ильченко<sup>2</sup>, П. В. Петулько<sup>3</sup><sup>1</sup> Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, г. Днепр, Украина<sup>2</sup> Институт свиноводства и АПП НААН, г. Полтава, Украина<sup>3</sup> Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина

Исследовано показатели воспроизводительных качеств свиноматок крупной белой породы с учетом их эксплуатационной ценности, рассчитан уровень дискретности указанной группы признаков и экономическая эффективность результатов эксперимента. Исследование проведено в условиях племенного репродуктора по разведению свиней крупной белой породы СООО «Дружба-Казначеевка» Днепропетровской области и лаборатории животноводства Государственного учреждения Институт зерновых культур НААН. Оценку свиноматок крупной белой породы по основным показателям уровня адаптации и воспроизводительных качеств по группе (S) и совокупности в целом ( $\sigma$ ) проводили с учетом следующих количественных признаков: продолжительность жизни, мес., продолжительность племенного использования, мес., получено опоросов ( $S_1, \sigma_1$ ), получено поросят всего, гол. ( $S_2, \sigma_2$ ), получено живых поросят, гол. ( $S_3, \sigma_3$ ), многоплодие гол. ( $S_4, \sigma_4$ ), масса гнезда при отъеме в возрасте 28 дней, кг ( $S_5, \sigma_5$ ), сохранность, %, продолжительность межопоросного периода, дней, количество непродуктивных дней из расчета на один опорос. Эксплуатационную ценность

животных основного стада определяли по методике Коряжнова Е. В. (1985), уровень дискретности (D) – Серомолота В. В., Святченко С. И. (1984). Биометрическую обработку полученных результатов исследований проводили по методике Г. Ф. Лакина (1990). Установлено, что свиноматки крупной белой породы подконтрольного стада по основным показателям воспроизводительных качеств (многоплодие, гол., масса гнезда на время отъема в возрасте 28 суток, кг) соответствуют мини-мальным требованиям I класса и класса элита. Достоверную разницу между группами животных категорий «высокая эксплуатационная ценность» и «низкая эксплуатационная ценность» установлено по показателям «продолжительность жизни, мес.» (29,9 мес.,  $td=3,71$ ), «продолжительность племенного использования, мес.» (29,6 мес.,  $td=14,50$ ), «получено опоросов» (5,7 опоросов,  $td=14,50$ ), «получено поросят всего, гол.» (70,5 гол.,  $td=13,85$ ), «получено живых поросят, гол.» (67,7 гол.,  $td=20,83$ ), «многоплодие, гол.» (3,3 гол.,  $td=10,31$ ), «масса гнезда на время отъема в возрасте 28 суток (6,5 кг,  $td=2,55$ ). Коэффициент дискретности (D) признаков воспроизводительных качеств свиноматок различной эксплуатационной ценности колебался в пределах от 0,765 до 0,992. Максимальную прибавку дополнительной продукции по показателю «масса гнезда на время отъема в возрасте 28 дней, кг» получено от свиноматок категории «высокая эксплуатационная ценность» – 6,03 %.

**Ключевые слова:** свиноматка, порода, воспроизводительные качества, продолжительность жизни, эксплуатационная ценность, дискретность, экономическая эффективность.

### Вступ

Аналіз результатів досліджень вітчизняних та зарубіжних учених свідчить, що до актуальних питань розвитку галузі свинарства поряд з покращенням умов годівлі й утримання тварин різних виробничих груп, є впровадження об'єктивних методів оцінки племінної цінності ремонтного молодняку, свиноматок та кнурів-плідників основного стада, а саме: використання сучасних генетичних методів (ДНК-маркерів), методу BLUP, оціночних та селекційних індексів [1–7]. За даними П. А. Вашенка використання оціночних індексів для визначення племінної цінності свиней за відтворювальними якостями дає можливість на ранньому етапі онтогенезу визначити найбільш цінних тварин для ремонту стада. За даними автора, кореляційний зв'язок між інтегрованими показниками племінної цінності маток (оціночними індексами) та кількісними ознаками їхніх дочок є достовірними. Достовірні зв'язки встановлено також між індексом BLUP кнурів-плідників та довжиною тулуба ( $0,42 \pm 0,209$ ,  $p \leq 0,05$ ) і товщиною шпик у їхнього потомства ( $r=0,67 \pm 0,170$ ,  $p \leq 0,001$ ) [8].

Дослідження Р. Л. Сусола свідчать, що свиноматки генотипу  $ESR1^{BB}$  переважають ровесниць генотипів  $ESR1^{AB}$  та  $ESR1^{AA}$  за багатоплідністю на 3,56 та 13,15 %, молочністю – на 4,62 та 22,06 % [9].

Через інтенсивне ввезення до України свиней зарубіжної селекції важливим фактором щодо формування високопродуктивного стада є дослідження рівня їхньої адаптації та експлуатаційної цінності свиноматок та кнурів-плідників, що значною мірою визначає економіку виробництва високоякісної свинини. Підтвердженням цього є наукові розробки вітчизняних та зарубіжних учених [10–17].

**Мета роботи** – охарактеризувати показники відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи, зважаючи на їхню експлуатаційну цінність, розрахувати рівень дискретності зазначеної групи ознак та економічну ефективність результатів досліджень.

Для досягнення мети передбачено розв'язання таких завдань:

- на підставі даних первинної зоотехнічної документації і результатів власних досліджень дати характеристику показників відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи підконтрольного стада;
- визначити експлуатаційну цінність свиноматок;
- розрахувати рівень дискретності ознак відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності та економічну ефективність результатів досліджень.

### Матеріал і методи дослідження

Дослідження проведено в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області та лабораторії тваринництва Державної установи Інститут зернових культур НААН.

Оцінку свиноматок великої білої породи за основними показниками рівня адаптації та відтворювальних якостей по групі (S) та сукупності загалом ( $\sigma$ ) проводили, зважаючи на такі кількісні ознаки: тривалість життя, міс., тривалість племінного використання, одержано опоросів ( $S_1$ ,  $\sigma_1$ ), одержано поросят усього, гол. ( $S_2$ ,  $\sigma_2$ ), одержано живих поросят, гол. ( $S_3$ ,  $\sigma_3$ ), багатоплідність гол. ( $S_4$ ,  $\sigma_4$ ), маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг ( $S_5$ ,  $\sigma_5$ ), збереженість, %, тривалість міжопоросного періоду,

діб, кількість непродуктивних діб з розрахунку на один опорос.

Експлуатаційну цінність свиноматок великої білої породи підконтрольного стада визначали за методикою С. В. Коряжнова [18] (табл. 1).

**1. Шкала оцінки експлуатаційної цінності свиноматок**

Рівень експлуатаційної цінності	Експлуатаційна цінність у розрахунку на одну свиноматку, що опоросилася		Експлуатаційна цінність у розрахунку на одну свиноматку, що осіменено	
	Е <sub>1</sub> (всього поросят)	Е <sub>1</sub> (у тому числі життєздатних)	Е <sub>2</sub> (всього поросят)	Е <sub>2</sub> (у тому числі життєздатних)
Низький	До 25	До 20	До 25	До 15
Середній	26-40	21-30	21-44	16-34
Високий	Більше 50	Більше 40	Більше 45	Більше 35

Коефіцієнт дискретності (1) та економічну ефективність результатів досліджень (2) розраховували за формулами:

$$D = 1 - \frac{S_1 \times S_2 \dots \times S_m}{\sigma_1 \times \sigma_2 \dots \times \sigma_m}, \quad (1)$$

де:  $s_1, s_2, \dots, s_m$ ;  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m$  – середньоквадратичне відхилення ознаки по групі ( $s_1, s_2, \dots, s_m$ ) та сукупності загалом ( $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m$ ) [19];

$$E = Ц \times \frac{C \times П}{100} \times Л \times К, \quad (2)$$

де: Е – вартість додаткової продукції, грн; Ц – закупівельна ціна одиниці продукції відповідно до наявних цін, які діють в Україні; С – середня продуктивність тварин; П – середня надбавка основної продукції (%), яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тварин базового використання; Л – постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію (0,75); К – чисельність поголів'я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення, голів [20].

Біометричну обробку одержаних результатів досліджень проведено за методикою Г. Ф. Лакіна

**[21]. Результати досліджень та їх обговорення**

Результати досліджень кількісних ознак, що характеризують рівень адаптації та відтворювальні якості свиноматок, свідчать про значні їх коливання. Так, тривалість життя свиноматок основного стада становить  $43,9 \pm 1,95$  міс. ( $lim=21,7-87,0$ ;  $Cv=35,34$  %), міс., тривалість племінного використання  $-32,6 \pm 1,92$  міс. ( $lim=9,6-71,9$ ;  $Cv=46,89$  %), одержано опоросів –  $6,0 \pm 0,35$  ( $lim=2-12$ ;  $Cv=47,18$  %), поросят усього –  $65,5 \pm 4,35$  міс. ( $lim=8-145$  гол.;  $Cv=52,79$  %), одержано живих поросят –  $62,2 \pm 4,12$  гол. ( $lim=7-135$  гол.;  $Cv=53,53$  %), багатоплідність –  $10,1 \pm 0,20$  гол. ( $lim=3-13$  гол.;  $Cv=15,90$  %), маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб –  $77,0 \pm 1,00$  кг ( $lim=54,1-95,1$  кг;  $Cv=10,37$  %), збереженість –  $95,0 \pm 0,75$  % ( $lim=79-100$  %), тривалість міжопоросного періоду –  $175,5 \pm 3,92$  діб ( $lim=147-279$  діб;  $Cv=17,72$  %), кількість непродуктивних діб з розрахунку на один опорос –  $27,0 \pm 2,87$  ( $lim=3-98$  діб;  $Cv=84,47$  %). Кількість свиноматок, від яких одержано за період племінного використання 100 і більше живих поросят, дорівнює 29,72 %.

Результати досліджень показників рівня адаптації та відтворювальних якостей різної експлуатаційної цінності наведено в таблиці 2. Встановлено, що свиноматки категорії «висока експлуатаційна цінність» переважають ровесниць протилежного класу «низька експлуатаційна цінність» за тривалістю життя на 29,9 міс. ( $td=13,71$ ,  $P<0,001$ ), тривалістю племінного використання – 29,6 міс. ( $td=14,50$ ,  $P<0,001$ ). Різниця між тваринами зазначених груп за показниками «одержано опоросів» становить 5,7 опоросів ( $td=14,50$ ,  $P<0,001$ ), «одержано поросят усього, гол.» – 70,5 гол. ( $td=13,85$ ,  $P<0,001$ ). «одержано живих поросят, гол.» – 67,7 гол. ( $td=20,83$ ,  $P<0,001$ ), «багатоплідність, гол.» – 3,3 гол. ( $td=10,31$ ,  $P<0,001$ ), «маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб – 6,5 кг ( $td=2,55$ ,  $P<0,05$ ).

Максимальні показники «збереженість, %», «тривалість міжопоросного періоду, діб» та «кількість непродуктивних діб з розрахунку на один опорос» –  $99,2 \pm 0,80$  %,  $217,1 \pm 22,78$  та  $27,0 \pm 2,87$  діб відповідно встановлено у свиноматок категорії «низька експлуатаційна цінність».

Середньоквадратичне відхилення ( $\sigma$ ) показників рівня адаптації та відтворювальних якостей свиноматок генеральної сукупності коливався в межах від 1,58 (багатоплідність, гол.) до 34,60 (одержано поросят усього, гол.) (табл. 3).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

### 2. Показники рівня адаптації та відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності

Показники, одиниці виміру	Біометричний показник	Експлуатаційна цінність		
		висока	середня	низька
Тривалість життя, міс.	n	37	19	7
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	53,9±1,97	31,8±1,17	24,0±0,94
	$\sigma \pm S\sigma$	12,01±1,396	5,11±0,829	2,49±0,665
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	22,28±2,590	16,07±2,608	10,37±2,772
Тривалість племінного використання, міс.	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	42,7±1,92	20,3±0,92	13,1±0,70
	$\sigma \pm S\sigma$	11,69±1,359	4,02±0,652	1,86±0,497
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	27,37±3,182	19,80±3,214	14,19±3,794
Одержано опоросів	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	7,9±0,34	3,7±0,18	2,2±0,18
	$\sigma \pm S\sigma$	2,09±0,243	0,80±0,129	0,48±0,128
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	26,45±3,086	21,62±3,509	21,81±5,831
Одержано поросят усього, гол.	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	88,2±4,30	39,0±1,55	17,7±2,73
	$\sigma \pm S\sigma$	26,17±3,043	6,79±1,102	7,22±1,930
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	29,67±3,450	17,41±2,826	40,79±10,906
Одержано живих поросят, гол.	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	83,9±2,00	37,5±1,72	16,2±2,57
	$\sigma \pm S\sigma$	24,05±2,796	7,53±1,222	6,82±1,823
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	28,67±3,337	20,08±3,259	42,09±11,254
Багатоплідність, гол.	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	10,6±0,14	10,1±0,21	7,3±0,29
	$\sigma \pm S\sigma$	0,89±0,103	0,94±0,152	1,22±0,700
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	8,39±0,975	9,30±1,509	16,71±4,467
Маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг.	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	77,9±1,34	75,5±1,89	71,4±2,17
	$\sigma \pm S\sigma$	8,18±0,951	8,23±1,336	5,74±1,534
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	10,50±1,220	10,90±1,769	8,03±2,147
Збереженість, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	94,0±1,00	95,6±1,40	99,2±0,80
Кількість свиноматок, від яких одержано за період племінного використання 100 і більше живих поросят	гол.	11	0	0
	%	29,72	0	0
Тривалість міжопоросного періоду, діб	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	167,8±3,30	175,0±5,23	217,1±22,78
	$\sigma \pm S\sigma$	20,07±2,333	22,80±3,701	60,27±16,114
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	11,96±1,390	13,02±2,113	27,76±7,422
Кількість непродуктивних діб з розрахунку на один опорос, діб	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	23,1±3,36	26,9±3,88	47,8±14,17
	$\sigma \pm S\sigma$	20,47±2,380	16,92±2,746	37,49±10,024
	$Cv \pm S_{Cv}, \%$	88,61±10,303	62,89±10,209	78,43±20,970

### 3. Середньоквадратичне відхилення ( $\sigma$ ) ознак відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності

Показники	Середньоквадратичне відхилення	Експлуатаційна цінність		
		висока	середня	низька
одержано опоросів	n	33	104	36
	групи ( $S_1$ )	2,09	0,80	0,48
	популяції ( $\sigma_1$ )	2,85	2,85	2,85
одержано поросят усього, гол.	групи ( $S_2$ )	26,17	6,79	7,22
	популяції ( $\sigma_2$ )	34,60	34,60	34,60
одержано живих поросят, гол.	групи ( $S_3$ )	24,05	7,53	6,82
	популяції ( $\sigma_3$ )	32,71	32,71	32,71
багатоплідність, гол.	групи ( $S_4$ )	0,89	0,94	2,62
	популяції ( $\sigma_4$ )	1,58	1,58	1,58
маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг	групи ( $S_5$ )	8,18	8,23	5,74
	популяції ( $\sigma_5$ )	7,99	7,99	7,99
<b>D</b>	-	<b>0,765</b>	<b>0,992</b>	<b>0,991</b>

Коефіцієнт дискретності (D) ознак відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності коливався в межах від 0,765 до 0,992.

Результати розрахунку економічної ефективності використання свиноматок різної експлуатаційної цінності наведено в таблиці 3.

**4. Економічна ефективність результатів досліджень**

Група (експлуатаційна цінність)	n	Маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг	Прибавка додаткової продукції, %	Вартість додаткової продукції, грн./гол.*
Загальна вибірка	63	73,2±1,00	-	-
низька	7	71,4±2,17	-2,45	-60,21
середня	19	75,5±1,89	+3,04	+74,72
висока	37	77,9±1,34	+6,03	+148,24

*Примітки:* \* – ціна реалізації молодняку свиней на дату проведення досліджень дорівнювала 44,8 грн. за 1 кг живої маси

Встановлено, що максимальну прибавку додаткової продукції за показником «маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг» одержано від свиноматок категорії «висока експлуатаційна цінність» – 6,03 %. Вартість додаткової продукції, яку одержують від тварин зазначеної групи, дорівнює +148,24 грн/гол., за умови, що ціна реалізації молодняку свиней на переробні підприємства регіону на час проведення досліджень становить 44,8 грн/кг.

**Висновки**

1. Встановлено, що свиноматки великої білої породи підконтрольного стада за основними показниками відтворювальних якостей (багатоплідність, гол.; маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг) відповідають мінімальним вимогам I класу та класу еліта.

2. Достовірну різницю між групами тварин категорій «висока експлуатаційна цінність» та «низька експлуатаційна цінність» встановлено за показниками «тривалість життя, міс.» (29,9 міс.,  $td=13,71$ ,  $P<0,001$ ), «тривалість племінного використання, міс.» (29,6 міс.,  $td=14,50$ ,  $P<0,001$ ), «одержано опоросів» (5,7 опоросів,  $td=14,50$ ,  $P<0,001$ ), «одержано поросят усього, гол.» (70,5 гол.,  $td=13,85$ ,  $P<0,001$ ) «одержано живих поросят, гол.» (67,7 гол.,  $td=20,83$ ,  $P<0,001$ ), «багатоплідність, гол.» (3,3 гол.,  $td=10,31$ ,  $P<0,001$ ), «маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб (6,5 кг,  $td=2,55$ ,  $P<0,05$ ).

3. Максимальні показники «збереженість, %», «тривалість міжопоросного періоду, діб» та «кількість діб з розрахунку на один опорос» встановлено у свиноматок категорії «низька непродуктивних експлуатаційна цінність».

4. Коефіцієнт дискретності (D) ознак відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності коливався в межах від 0,765 до 0,992.

5. Максимальну прибавку додаткової продукції за показником «маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг» одержано від свиноматок категорії «висока експлуатаційна цінність» – 6,03 %.

6. В умовах племінних заводів і репродукторів, а також промислових комплексів пропонуємо вести систематичну оцінку свиноматок основного стада за показниками рівня адаптації та відтворювальних якостей. Відбір ремонтних свинок проводити від тварин категорії «висока експлуатаційна цінність» та зважаючи на показники власної продуктивності і відтворювальних якостей згідно з вимогами Інструкції з бонітування свиней.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження будуть спрямовані на проведення комплексної оцінки ознак відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи, зважаючи на їхнє походження та генотип, визначений на основі ДНК-типування.

**References**

- Berezovsky, M. D., & Vashchenko, P. A. (2015). Varianty poyednan riznykh henotypiv svynei v systemi hibrydyzatsiyi. *Svynarstvo: Mizhvidomchuy Tematychnyy Naukovyy Zbirnyk*, 67, 38–43 [In Ukrainian].
- Voloshchuk, V. M. (2014). Stan i perspektyvy rozvytku haluzi svynarstva. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 2, 17–20 [In Ukrainian].
- Hryshyna, L. P., & Fesenko, O. H. (2015). Efektyvnist vykorystannya spetsializovanoho typu svynei za skhreshchuvannya ta hibrydyzatsiyi. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky Prychornomor'ya*, 4 (2), 40–47 [In Ukrainian].
- Kabanov, V. (2009). Biologicheskiye osnovy povysheniya intensivnosti svinovodstva. *Svinarstvo*, 2, 27–28 [In Russian].

5. 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.
6. Mikhaylova, O. A. (2017). Sovremennyye aspekty yevropeyskogo svinovodstva: tendentsii, problemy i perspektivy. *Biologiya v Selskom Khozyaystve*, 4 (17), 13–24 [In Russian].
7. Rybalko, V. P. (2015). Sostoyaniye svinovodstva Ukrainy i perspektivy yego razvitiya. *Nauchnyy faktor v strategii innovacionnogo razvitiya svinovodstva: materialy XXII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. (g. Grodno, 9-11 sentyabrya 2015 g.)*. Grodno: GGAU [In Russian].
8. Vashchenko, P. A., Balatskiy, V. N., & Pochernyayev, K. F. (2015). Ispolzovaniye modeli BLUP s vlyucheniym DNK-markerov dlya otsenki sviney. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*, 50 (1), 43–50 [In Russian].
9. Susol, R. L. (2013). Produktivnist svynei velykoyi biloyi porody z pokrashchenymy myasnymy yakostyamy z urakhuvannyam DNK-markeriv. *Naukovyy Visnyk Askaniya-Nova*, 6, 229–235 [In Ukrainian].
10. Susol, R. L. (2015). Metodolohiya stvorenniya i vykorystannya novykh henotypiv svynei vitchyznianoho ta zarubizhnoho pokhodzhennya v umovakh pivdnya Ukrayiny. *Extended abstract of candidate's thesis*. Mykolayiv [In Ukrainian].
11. Kozyr, V., Khalak, V., & Povod, M. (2019). DNA-type results swine for MS4R-gene and its association with productivity. *Agrolife*, 8 (1), 128–133.
12. Kislinskaya, A. I. (2013). Otkormochnye i myasnye kachestva chistoporodnogo molodnyaka svinej krupnoj beloij porody vengerskoj selekcii i ih pomesej v postadaptacionnyj period. *Vestnik Krasnoyarskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 10, 167–171 [In Russian].
13. Usenko, S. O., Shostya, A. M., Rokotyanska, V. O., & Berezynts'kyi, V. I. (2019). *Patent Ukrainy № 133103*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
14. Kodak, O. V. (2010). Vplyv velychyny selektsiynykh indeksiv remontnoho molodnyaku svynei na yikh podalshu vidtvoryuvalnu zdatnist. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahraranoi Akademiyi*, 1, 208–210 [In Ukrainian].
15. Tretyakova, O. L., & Bondarenko, V. S. (2018). Konstruirovaniye indeksa pervogo osemneniya svinok. *Agropromyshlenny kompleks: kontury budushchego (materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchennykh, g. Kursk, 6-8 dekabrya 2017 g.)*. Kursk [In Russian].
16. Bazhov, G. M., & Komlatskiy, V. I. (1989). *Biotekhnologiya intensivnogo svinovodstva*. Moskva: Rosagropromizdat [In Russian].
17. Kovalenko, T. S. (2011). Udoskonalennya otsinky produktivnykh i pleminnnykh yakostey svynei za selektsiynymi indeksamy. *Extended abstract of candidate's thesis*. Instytut svynarstva i APV NAAN, Poltava [In Ukrainian].
18. Koryazhnov, Ye. V. (Red.). (1985). *Spravochnik po promyshlennomu proizvodstvu svininy: 2-ye izdanie pererabotannoe i dopolnennoe*. Moskva: Rosselkhozizdat, [In Russian].
19. Seromolot, V. V., & Svyatchenko, S. I. (1984). Otsenka stepeni diskretnosti otdel'nykh rodstvennykh grupp sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh metodami matematicheskoy statistiki. *Selskokhozyaystvennaya Biologiya*, 3, 119–120 [In Russian].
20. *Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispolzovaniya v selskom khozyaystve rezultatov nauchno-issledovatel'skikh rabot, novoy tekhniki, izobreteniya, ratsionalizatorskikh predlozheniy* (1983). Moskva: VNIPI [In Russian].
21. Lakin, G. F. (1990). *Biometriya*. Moskva: Vysshaya shkola [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Халак В. І., Льченко М. О., Петулько П. В. Ознаки відтворювальних якостей свиноматок різної експлуатаційної цінності та рівень їх дискретності. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 159–165.

© Халак Віктор Іванович, Льченко Марія Олександрівна, Петулько Павло Володимирович, 2020


**original article** | 612;636.4 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.18

**PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN BREEDING BOARS DEPENDING ON HOUSING CONDITIONS**


A. M. Shostya\*

 ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)


I. V. Sarnavska

 ORCID  [0000-0001-9055-4936](https://orcid.org/0000-0001-9055-4936)


V. S. Tenditnyk

 ORCID  [0000-0001-8451-0232](https://orcid.org/0000-0001-8451-0232)


L. M. Kuzmenko

 ORCID  [0000-0002-1776-0714](https://orcid.org/0000-0002-1776-0714)

V. G. Slynko

 ORCID  [0000-0002-1673-5840](https://orcid.org/0000-0002-1673-5840)

B. S. Shaferivskiy

 ORCID  [0000-0001-5742-5016](https://orcid.org/0000-0001-5742-5016)

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

\*Corresponding author

 E-mail: [shostay@ukr.net](mailto:shostay@ukr.net)

## How to Cite

Shostya, A. M., Sarnavska, I. V., Tenditnyk, V. S., Kuzmenko, L. M., Slynko, V. G., & Shaferivskiy, B. S. (2020). Pro-oxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars depending on housing conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 166–173. doi: 10.31210/visnyk2020.03.18

*The sex activity of boars is largely influenced by housing conditions, feeding and the intensity of using. The limiting parameters for housing breeding boars include temperature in the pen. Usually in summer and winter, these animals are under temperature stress, which is accompanied by the acceleration of peroxidation processes, reduced quality of sperm and its fertilizing ability. The aim of the research was to study the peculiarities of forming pro-oxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars under temperature stress conditions. 6 adult boars of Myrhorod breed, aged from 18 to 24 months were used in the experiment. The experiment lasted 120 days, including: preparatory period – 30 days, the main period – 60 days (feeding vitamin A, vitamin E, ascorbic acid) and final – 30 days. The level of the above-mentioned biologically active components in the diet of the second experimental group was 10 % higher as compared with the control group. The received ejaculates were examined according to standard parameters, and the intensity of peroxidation in the sperm plasma and sperm of breeding boars was determined. The quality of sperm production in breeding boars was significantly affected by the temperature regime of their housing. The keeping of animals in pens with higher temperature was accompanied by a decrease in ejaculate volume by 7.5 %, concentration by 12 % and survival ability – by 16.0 %. Such changes occurred against the background of increased activity of SOD, catalase and TBA-active compounds in sperm and sperm plasma, as well as a decrease in saturation of ascorbic acids ( $p < 0.05$ ...  $p < 0.001$ ) and vitamin E. Housing breeding boars in a pen with lower temperature was accompanied by 7.7 %, decrease in ejaculate volume, the total amount of semen – by 17.4 % and their survival ability – by 17.5 %. The reason for deteriorating the quality of sperm production is the acceleration of peroxidation processes – the accumulation of TBA-active compounds amount in the semen and sperm plasma. The introduction of water-soluble vitamin forms of antioxidant action in the main diet for breeding boars under high and low temperatures positively affects sperm production indexes: the increase in ejaculate volume, sperm concentration and survival ability. Feeding vitamin supplements to breeding boars increases the amount of vitamins A and E in the semen and sperm plasma, reduces the content of ascorbic and dehydro-ascorbic acids, stimulates the activity of SOD and catalase, and inhibits the processes of peroxide oxidation reducing TBA-active compounds ( $p < 0.05$ ).*

**Key words:** breeding boars, vitamin A, vitamin E, sperm production, semen, peroxidation, heat stress.

**ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ  
ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ УТРИМАННЯ**

*А. М. Шостя, І. В. Сарнавська, В. С. Тендітник, Л. М. Кузьменко, В. Г. Слинко,  
Б. С. Шаферівський*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*Статева активність кнурів-плідників значною мірою перебуває під впливом умов утримання, го-  
дівлі та інтенсивності використання. До лімітуючих параметрів із утримання кнурів-плідників на-  
лежить температурний режим у приміщенні. Зазвичай у літню та зимову пори року ці тварини пе-  
ребувають в умовах температурного стресу, який супроводжується прискоренням процесів перок-  
сидації, зниженням якості спермопродукції та запліднювальної здатності сперміїв. Мета до-  
сліджень полягала у з'ясуванні особливостей формування прооксидантно-антиоксидантного гомео-  
стазу у кнурів-плідників в умовах температурного стресу. У експерименті використано 6 дорослих  
кнурів-плідників миргородської породи віком від 18 до 24 місяців. Тривалість експерименту стано-  
вила 120 діб, зокрема: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування вітаміну А, вітаміну Е, аскорбіно-  
вої кислоти) та заключний – 30 діб. Рівень цих біологічно активних компонентів у раціоні другої дос-  
лідної групи був вищим відповідно на 10 % порівняно з контрольною групою. Отримані еякуляти оці-  
нювали за стандартними показниками, а у спермальній плазмі і спермі кнурів-плідників визначали  
інтенсивність пероксидного окиснення. На якість спермопродукції у кнурів-плідників істотно впли-  
ває температурний режим їх утримання. Перебування тварин у приміщеннях із підвищеною темпе-  
ратурою супроводжується зменшенням об'єму еякуляту на 7,5 %, концентрації – 12 % та вижива-  
ності – 16,0 %. Такі зміни відбуваються на тлі підвищення активності СОД, каталази та ТБК-  
активних сполук у спермі та спермальній плазмі, а також зменшення насиченості аскорбінових кис-  
лот ( $p < 0,05$ ...  $p < 0,001$ ) та вітаміну Е. Утримання кнурів-плідників у приміщенні зі зниженою тем-  
пературою супроводжується зменшенням об'єму еякуляту на 7,7 %, загальної кількості сперміїв –  
17,4 % та їх виживаності – 17,5 %. В основі погіршення якості спермопродукції полягає прискорення  
процесів пероксидного окиснення – накопичення вмісту ТБК-активних сполук у спермі та спермаль-  
ній плазмі. Введення до основного раціону водорозчинних форм вітамінів-антиоксидантної дії кну-  
рам-плідникам в умовах високих та низьких температур позитивно впливає на показники спермопро-  
дукції: підвищення об'єму еякуляту, концентрації сперміїв та їхньої виживаності. Згодовування ві-  
тамінної добавки кнурам-плідникам підвищує кількість вітаміну А і вітаміну Е у спермі і спермаль-  
ній плазмі, знижує вміст аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, стимулює активність СОД та  
каталази, а також гальмує процеси пероксидного окиснення – зменшення ТБК-активних сполук  
( $p < 0,05$ ).*

**Ключові слова:** кнури-плідники, вітамін А, вітамін Е, спермопродукція, спермії, пероксидація, те-  
пловий стрес.

**ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У ХРЯКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛІЙ  
В ЗАВИСИМОСТІ ОТ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ**

*А. М. Шостя, И. В. Сарнавская, В. С. Тендитник, Л. М. Кузьменко, В. Г. Слинко,  
Б. С. Шаферивский*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Установлены особенности формирования прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза у хря-  
ков-производителей в условиях температурного стресса. Содержание животных в помещениях с  
повышенной температурой сопровождается уменьшением объема эякулята, концентрации и выжи-  
ваемости. Такие изменения происходят на фоне интенсификации процессов пероксидации в сперме и  
спермальной плазме, а также уменьшения насыщенности аскорбиновой кислоты ( $p < 0,05$  ...  $p < 0,001$ )  
и витамином Е. Содержание хряков-производителей в помещении с пониженной температурой со-  
провождается уменьшением объема эякулята и общего количества сперматозоидов. В основе ухуд-  
шения качества спермопродукции ускорение процессов перекисного окисления – накопление содер-  
жания ТБК-активных соединений в сперме и спермальной плазме. Введение к основному рациону во-  
дорастворимых форм витаминов-антиоксидантного действия хрякам-производителям в условиях  
содержания высоких и низких температур положительно влияет на показатели спермопродукции:*

*повышение объема эякулята, концентрацию спермиев и их выживаемость.*

**Ключевые слова:** *хряки-производители, витамин А, витамин Е, спермопродукция, сперматозоиды, пероксидация, тепловой стресс.*

### Вступ

Статева активність кнурів-плідників значною мірою перебуває під впливом умов утримання, годівлі та інтенсивності використання. До лімітуючих параметрів із утримання кнурів-плідників належить температурний режим у приміщенні. Зазвичай у літню та зимову пори року ці тварини перебувають в умовах температурного стресу, який супроводжується прискоренням процесів пероксидації, зменшенням резистентності, перевитратою споживання кормів, зниженням якості спермопродукції та запліднювальної здатності сперміїв [20].

В основі розвитку температурного стресу у свиней полягає недорозвиненість потових залоз, невелика поверхня легенів та інші особливості будови, які призводять до обмеження адаптаційних фізіологічних можливостей при нагріванні чи охолодженні через випаровування вологи. Через відсутність потовиділення свині більш чутливі до жарких, ніж до холодних умов утримання. Шар підшкірного жиру ізолює передачу тепла до зовнішнього середовища. Найбільш небезпечними є різкі коливання температур (перепади між денною та нічною температурою) у приміщеннях для утримання кнурів-плідників [12]. Доведено, що тривале знаходження цього виду тварин при температурі 34 °С негативно впливає на репродуктивну систему – погіршує умови розвитку сперматогоній, знижує якість спермопродукції, особливо рухливість сперміїв до 50% і супроводжується їх аглютинуванням. Осіменіння спермодозами від таких тварин зменшує заплідненість свиноматок та супроводжується зниженням їхньої багатоплідності [13].

Уникнення наслідків дії температурного стресу на кнурів-плідників є можливим за корекції програм їх годівлі. Насичення раціонів як кормами тваринного походження, так і окремими біологічно активними речовинами істотно покращує якість спермопродукції [3, 4]. Насамперед нормальна функціональна активність статевої системи обумовлюється наявністю в організмі самців вітаміну А, який регулює сперматогенез, стабілізує мембрани сперматозоїдів та покращує їх рухливість. Додаткове надходження цього вітаміну до організму кнурів-плідників покращує статевий потяг, збільшує об'єм еякуляту, концентрацію та виживаність сперміїв. Використання еякулятів від таких тварин підвищує заплідненість і багатоплідність свиноматок. Процес засвоєння і використання вітаміну А в організмі свиней залежить від наявності вітаміну Е.

Введення вітаміну Е в корм молодих кнурців прискорює статеве дозрівання, зокрема прояв статевих рефлексів, стимулює розвиток репродуктивних органів, покращує якість спермопродукції та запліднювальну здатність сперміїв, а у свиноматок підвищується заплідненість, багатоплідність і молочність [19].

Доведено можливість для покращення якості спермопродукції у кнурів-плідників у напрямі збільшення об'єму еякуляту, підвищення концентрації, рухливості і виживаності сперміїв через додаткове згодовування жиророзчинних вітамінів антиоксидантної дії, а також безпосереднього введення до еякулятів [15, 16, 18]. Корекція вітамінного забезпечення організму кнурів-плідників супроводжуються глибокими змінами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) [11]. Зважаючи на це, є актуальними дослідження впливу окремих вітамінів-антиоксидантів на формування даних гомеостатичних констант у кнурів-плідників при перебуванні їх в умовах підвищених чи знижених температур для зменшення негативної дії зовнішнього фактора.

*Мета* досліджень. З'ясувати особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників залежно від умов утримання.

Для досягнення поставленої мети виконувались такі завдання: досліджено якість спермопродукції кнурів-плідників в умовах теплового і холодового стресу; з'ясовано інтенсивність процесів пероксидного окиснення у спермії і спермальній плазмі кнурів-плідників за умови теплового і холодового стресу; встановлено особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та якості спермопродукції у кнурів-плідників у разі корекції вітамінного живлення.

### Матеріали і методи досліджень

У експерименті використано 6 дорослих кнурів-плідників миргородської породи віком від 18 до 24 місяців, з яких сформовано дві групи кнурів-плідників – I (контрольна) та II (дослідна) по три тварини в кожній.

Тривалість експерименту становила 120 діб, зокрема: підготовчий – 30, основний – 60 (згодовування вітаміну А, вітаміну Е, аскорбінової кислоти) та заключний – 30 діб. В основному періоді дос-

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

ліду раціон кнурів-плідників контрольної групи залишався без змін, а в дослідній до нього додавали вітамінну добавку, що містила сухі мікрогранульовані форми ретинол ацетату (вітамін А), DL- $\alpha$ -токоферол поліетиленгліколь сукцинату (вітамін Е) та аскорбінову кислоту у кристалічній формі (вітамін С). Ці форми вітамінів мають високу біологічну доступність. Рівень цих біологічно активних компонентів у раціоні другої дослідної групи був вищим відповідно на 10% порівняно з контрольною групою. Якість спермопродукції контролювали за стандартними показниками: маса еякуляту, концентрація спермій, рухливість та переживаемість [8].

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення у спермальній плазмі і спермі кнурів-плідників визначали за концентраціями дієвих кон'югатів – спектрофотометрично [2] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [5]. Стан системи антиоксидантного захисту оцінювали за активностями супероксиддисмутази [1] та каталази [6], вітаміну А і вітаміну Е [9], аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот [5].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним після  $p < 0,05$ .

### Результати досліджень та їх обговорення

Порівняльний аналіз отриманих даних свідчить про те, що тривале перебування кнурів-плідників у приміщеннях із підвищеною температурою (25 °С) супроводжується зниженням показників спермопродукції (табл. 1). Протягом основного періоду об'єм еякуляту у тварин контрольної групи зменшувався на 7,5 %. Спостерігалась тенденція до зниження цього показника в дослідній групі.

Концентрація спермій в еякулятах кнурів-плідників у період теплового стресу зменшувалася на 12 %. Однак після завершення останнього періоду насиченість сперми цими клітинами у тварин після згодовування вітамінної добавки зростала на 16 %, а в інтактній групі лише 4,3 %. При цьому у тварин дослідної групи протягом останнього місяця експерименту спостерігалось підвищення кількості живих спермій у еякулятах на 18,5 % та їх виживаності – 13,4 %. Найбільш істотна різниця між якістю спермопродукції спостерігалась після закінчення експерименту, де у тварин дослідної групи виявлено вищу концентрацію на 13 %, рухливість – 9,0 % та виживаність спермій – 27,7 % відносно контролю.

#### 1. Вплив вітамінної добавки на якість спермопродукції кнурів-плідників у літній період, $M \pm m, n=24$

Групи	Періоди експерименту			
	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		45-та доба	60-та доба	
Об'єм еякуляту, см <sup>3</sup>				
1	180,45±20,11	200,64±35,28	185,61±25,47	146,78±29,37
2	190,45±19,33	180,33±26,74	178,42±30,49 <sup>□□□</sup>	168,12±27,32
Рухливість спермій, %				
1	87,56±4,87	81,64±6,47	80,42±3,44	78,32±5,98
2	85,14±10,74	80,89±4,67	79,22±5,18	85,34±4,27
Концентрація спермій, млн/см <sup>3</sup>				
1	195,45±32,15	186,22±32,54	168,08±45,45	175,28±51,49
2	209,45±45,12	190,84±22,36	170,74±30,57	198,12±45,61
Кількість живих спермій в еякуляті, млрд.				
1	30,78±2,78	30,45±2,47	25,07±3,11	20,08±5,17
2	33,80±2,66	27,5±3,25	23,95±2,87 <sup>**</sup>	28,4±3,28
Терморезистентність, %				
1	72,38±15,24	75,61±10,34	65,75±16,45	55,37±13,35
2	70,51±9,24	70,95±6,21	62,35±13,25	70,69±15,24

Примітки: \*\* –  $p < 0,01$  – порівняно з підготовчим періодом; □□□ –  $p < 0,001$  – порівняно з першою групою (контролем).

Дія теплового стресу на кнурів-плідників зміщувала ПАГ у напрямі інтенсифікації процесів пероксидації та супроводжувалася активацією СОД і каталази у спермальній плазмі відповідно на 5,3 % та

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

13,3 %, а також у спермі – 21,4% і 64,6 % (табл. 2). Після згодовування вітамінної добавки функціональна активність антиоксидантних ензимів підвищувалася, особливо СОД, рівень якої переважав у спермальній плазмі на 15 % і спермі – 21,4 % порівняно із контрольною групою.

### 2. Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у тканинах кнурів-плідників у літній період, $M \pm m$ , $n=24$

Показники	Групи	Досліджувані тканини			
		Плазма сперми		Сперма	
		Періоди експерименту			
		підготовчий	основний (45-та доба)	підготовчий	основний (45-та доба)
СОД, уо/мл	1	0,38±0,07	0,40±0,08	0,42±0,06	0,51±0,03
	2	0,35±0,03	0,46±0,04	0,41±0,05	0,64±0,07
Каталаза, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /хв./л	1	25,66±4,68	29,08±9,13	20,13±3,68	33,14±6,41
	2	19,14±2,94	30,41±6,424	17,03±1,97	36,18±8,95
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	1	6,24±0,69	8,31±1,68	30,47±3,74	48,04±2,54
	2	7,35±0,99	11,94±1,77	25,94±1,28	31,71±2,47***
ТБК-активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	1	23,15±3,39	17,00±3,08	37,84±4,61	52,39±2,92
	2	19,23±2,02	18,29±2,07	27,76±1,49*	40,81±3,31**
АК, ммоль/л	1	70,14±8,13	33,50±2,08	53,82±5,91	47,01±6,25
	2	59,79±7,23	30,18±5,98	38,03±5,74 <sup>□</sup> *	14,60±2,24*** □
ДАК, ммоль/л	1	67,47±10,85	57,35±4,37	72,51±8,10	55,90±7,41
	2	82,50±9,48	21,88±2,29	75,55±12,24	25,64±5,78*** □
Вітамін Е, мкмоль/л	1	-	-	2,43±0,07	2,21±0,40
	2	-	-	2,04±0,05	2,90±0,51
Вітамін А, мкмоль/л	1	0,64±0,15	0,61±0,18	0,70±0,19	0,72±0,19
	2	0,59±0,16	0,70±0,2	0,64±0,16	0,77±0,21

Примітки: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – порівняно з підготовчим періодом; □ –  $p < 0,05$ ; □ –  $p < 0,01$  – порівняно з першою групою (контролем).

Встановлено, що процеси пероксидації відбуваються більш інтенсивно у спермі відносно спермальної плазми кнурів-плідників, на це вказує переважання вмісту ТБК-активних сполук у першій тканині відносно другої. Виявлено, що перебування цих тварин під дією теплового фактору супроводжується зростанням кількості цих речовин у досліджуваних тканинах. Крім того, додаткове споживання вітамінної добавки істотно гальмувало утворення продуктів пероксидного окиснення, що підтверджується нижчою концентрацією ТБК-активних комплексів у спермі на 34 % ( $p < 0,001$ ). Після інкубування зразків плазми сперми від кнурів дослідної групи відносно контрольної у прооксидантному буфері встановлено значно більшу інтенсивність накопичення даних речовин.

Вживання вітамінної добавки кнурами-плідниками спричинило підвищення вмісту жиророзчинних антиоксидантів у досліджуваних тканинах представників II групи. Це проявлялось у збільшенні концентрації вітаміну А в спермі – на 20,3 % і плазмі сперми – на 18,0 %, а також вітаміну Е в спермі – на 42,2 %, а також інтенсивному використанню аскорбінових кислот ( $p < 0,01 \dots p < 0,001$ ). Виявлено, що у спермі тварин дослідної групи спостерігалось перевищення кількості вітаміну А на 7 % та вітаміну Е – 30 % проти контрольної.

На тлі загального зниження концентрації АК у спермі і її плазмі у кнурів під час теплового стресу у представників дослідної групи протягом експерименту її вміст був меншим проти контролю ( $p < 0,05 \dots p < 0,01$ ). Кількість ДАК у спермальній плазмі і спермі тварин дослідної групи істотно зменшувалась ( $p < 0,001$ ), а в контролі такі зміни були менш виразні.

Проведені дослідження із встановлення впливу знижених температур (12–15 °С) у приміщеннях для утримання кнурів-плідників свідчать про погіршення якості спермопродукції (табл. 3). Це проявлялось у зниженні об'єму еякуляту на 7,7 %, концентрації – 4,3 %, загальної кількості спермії на 17,4 % та їх рухливості – 5 % і виживаності на 17,5 % у кнурів-плідників контрольної групи протягом основного періоду. Вживання вітамінної добавки цими тваринами сприяло зниженню дії негативного

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

фактору в напрямі оптимізації показників об'єму еякуляту ( $p < 0,05$ ), рухливості ( $p < 0,01$ ) та кількості живих спермій ( $p < 0,001$ ) відносно контрольної групи.

### 3. Вплив вітамінної добавки на якість спермопродукції кнуриців-плідників у зимовий період, $M \pm m$ , $n=24$

Групи	Періоди експерименту			
	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		45-та доба	60-та доба	
Об'єм еякуляту, $\text{cm}^3$				
1	190,12±9,21	180,14±32,15	175,45±29,35	163,38±10,8
2	184,25±12,12	185,21±26,14	180,34±22,34	178,5±8,16 <sup>□</sup>
Рухливість спермій, %				
1	92,35±3,45	90,21±4,85	87,62±4,22	75,16±1,78
2	90,85±7,51	88,35±3,45	85,69±3,45	85,20±2,24 <sup>**□</sup>
Концентрація спермій, $\text{млн}/\text{cm}^3$				
1	254,32±30,85	240,34±35,11	243,27±34,23	220,00±9,74
2	245,18±28,13	251,21±28,45	245,11±43,24	245,07±8,41 <sup>□</sup>
Кількість живих спермій в еякуляті, млрд.				
1	44,90±2,87	39,05±5,42	37,10±5,25	26,96±2,47
2	41,00±3,18	40,90±3,55	37,80±2,84	37,17±3,85 <sup>*□□</sup>
Терморезистентність, %				
1	85,32±12,32	75,32±9,23	70,39±18,89	63,12±17,21
2	83,95±14,89	70,35±10,32	72,36±14,24	70,18±24,35

Примітки: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  – порівняно з підготовчим періодом; □ –  $p < 0,05$ ; □□ –  $p < 0,001$  – порівняно з першою групою (контролем).

### 4. Вплив вітамінної добавки на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у різних тканинах кнуриців у зимовий період, $M \pm m$ , $n=24$

Показники	Групи	Досліджувані тканини			
		Плазма сперми		Сперма	
		Періоди експерименту			
		підготовчий	основний (45-та доба)	підготовчий	основний (45-та доба)
СОД, $\text{y.o.}/\text{мл}$	1	0,34±0,05	0,37±0,04	0,41±0,05	0,48±0,05
	2	0,41±0,07	0,71±0,11	0,53±0,06	0,68±0,08
Каталаза, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{хв.}/\text{л}$	1	18,45±3,75	22,64±9,13	23,43±4,98	30,71±3,55
	2	21,85±4,17	22,36±6,42	20,17±4,55	25,07±5,19
ТБК-активні сполуки	1	14,68±0,69	19,22±1,68	20,47±5,74	24,32±4,38
	2	17,27±3,47	15,72±4,07	16,28±3,81	14,72±0,98 <sup>*□</sup>
ТБК-активні сполуки після інкубування $\text{мкмоль}/\text{л}$	1	21,35±2,19	24,08±4,12	27,18±3,24	33,74±6,74
	2	19,42±6,78	16,11±1,88	21,31±3,51	17,64±5,04 <sup>*</sup>
АК, $\text{ммоль}/\text{л}$	1	50,44±7,08	31,08±6,88	40,73±3,85	36,55±5,42
	2	53,71±9,45	25,79±7,11	46,79±6,22	30,85±6,37
ДАК, $\text{ммоль}/\text{л}$	1	48,41±8,24	32,27±7,46	50,68±10,81	22,08±7,13
	2	45,21±11,75	26,46±5,13	40,19±8,12	17,46±2,95
Вітамін Е, $\text{мкмоль}/\text{л}$	1	-	-	1,35±0,05	1,50±0,35
	2	-	-	2,12±0,40	2,60±0,73
Вітамін А, $\text{мкмоль}/\text{л}$	1	0,50±0,07	0,48±0,18	0,85±0,22	0,65±0,18
	2	0,49±0,10	0,78±0,18	0,98±0,22	1,22±0,36

Примітки: \* –  $p < 0,05$  – порівняно з підготовчим періодом; □ –  $p < 0,05$  – порівняно з першою групою (контролем).

Динаміка показників спермопродукції та функціональної активності спермій під впливом низьких температур супроводжувалась зміною стану прооксидантно-антиоксидантної рівноваги впродовж основного та останнього періодів (табл. 4). Це проявляється у істотному підвищенні активності СОД і каталази у спермі

на 17,1 % та 31,1 %, а також у спермальній плазмі на 8,8 % та 22,7 % від початку експерименту. Такі зміни відбувались на тлі інтенсифікації пероксидного окиснення – підвищення концентрації ТБК-активних сполук у першій тканині на 18,8 % та другій – 30,9 % ( $p < 0,05$ ). Це очевидно стимулювало інтенсивне використання низькомолекулярних антиоксидантів – аскорбінової кислоти і вітаміну А.

Додавання до корму водорозчинних форм досліджуваних вітамінів кнурам-плідникам в умовах холодового стресу сприяло насиченню сперми і спермальної плазми цими речовинами протягом 45-ти діб експерименту, де порівняно із контрольною групою вміст вітаміну А був вищим відповідно в 1,9 та 1,6 раза, а також вітаміну Е у першій тканині в 1,7 раза. У досліджуваних тканинах тварин дослідної групи перебіг процесів пероксидації відносно контрольної відбувався більш сповільнено, що підтверджується зниженою функціональною активністю каталази та концентрацією ТБК-активних сполук ( $p < 0,05$ ). При цьому ємність системи антиоксидантного захисту істотно зростає, що підтверджується невисоким рівнем природу вмісту ТБК-активних сполук у процесі інкубування у прооксидантному буфері.

Отже, утримання кнурів-плідників в умовах підвищеної чи зниженої температур супроводжується прискоренням перебігу процесів пероксидації та виснаженням системи антиоксидантного захисту у спермальній плазмі та спермі. Це супроводжується зниженням кількісних і якісних показників спермопродукції [14]. Крім цього про такі біохімічні і фізіологічні ефекти на процеси репродукції цього виду тварин відмічає L. Zasiadczuk et al. [21], що додатково підтверджується порушенням функціональної активності мітохондрій та плазматичних мембран сперміїв.

У зниженні дії температурного фактору на організм кнурів-плідників значну увагу приділяють згодовуванню високоякісних комбікормів, особливо їх насиченістю лімітуючими речовинами – вітамінами антиоксидантної дії. Додаткове згодовування цим тваринам протягом 5–6 тижнів (період розвитку сперміїв) дає змогу підвищити загальний рівень антиоксидантного захисту у спермальній плазмі і сперміях [7, 10]. Більш довготривале надходження цих вітамінів до складу кормосуміші на 20 % більше від норми кнурам-плідникам миргородської породи істотно підвищує біологічну повноцінність сперміїв через оптимізацію формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та тривалого ефекту післядії [11].

### Висновки

Встановлено, що на якість спермопродукції у кнурів-плідників істотно впливає температурний режим їх утримання. Перебування тварин у приміщеннях із підвищеною температурою супроводжується зменшенням об'єму еякуляту на 7,5 %, концентрації – 12 % та виживаності – 16,0 %. Такі зміни відбуваються на тлі підвищення активності СОД, каталази та ТБК-активних сполук у спермі та спермальній плазмі, а також зменшення насиченості аскорбінових кислот ( $p < 0,05$ ...  $p < 0,001$ ) та вітаміну Е. Виявлено, що утримання кнурів-плідників у приміщенні зі зниженою температурою супроводжується зменшенням об'єму еякуляту на 7,7 %, загальної кількості сперміїв – 17,4 % та їх виживаності – 17,5 %. В основі погіршення якості спермопродукції полягає прискорення процесів пероксидного окиснення – накопичення вмісту ТБК-активних сполук у спермі та спермальній плазмі. Введення до основного раціону водорозчинних форм вітамінів–антиоксидантної дії кнурам-плідникам в умовах високих та низьких температур позитивно впливає на показники спермопродукції: підвищення об'єму еякуляту, концентрації сперміїв та їх виживаності. Згодовування вітамінної добавки кнурам-плідникам підвищує кількість вітаміну А і вітаміну Е у спермі і спермальній плазмі, знижує вміст аскорбінової і дегідроаскорбінової кислот, стимулює активність СОД та каталази, а також гальмує процеси пероксидного окиснення – зменшення ТБК-активних сполук ( $p < 0,05$ ).

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження полягають у розробленні ефективних програм годівлі, направлених на оптимізацію прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в організмі кнурів-плідників для підвищення їхньої відтворювальної здатності.

### References

1. Brusov, O. S., Herasymov, A. M., & Panchenko, L. F. (1976). Vlyaniye pryrodnikh ynhybytorov radykalnikh reaktsyi na avtookyslenye adrenalyna. *Biulleten Eksperymentalnoi Byolohyy u Medytsyni*, 1, 33–35 [In Russian].
2. Havrylov, V. B., & Melkorudnaia, M. Y. (1983). Spektrofotometrycheskoe opredelenye sodержaniya hydroperekysei lypydov v lazme krovy. *Laboratornoe Delo*, 3, 33–36 [In Russian].
3. Horbatenko, I. Y., & Hyl, M. I. (2006) *Biolohiia produktyvnosti silskohospodarskykh tvaryn*. Kherson [In Ukrainian].
4. Hrytsyk, O. M. (2001) Efektyvnist haluzi svynarstva v krainakh z rozvynutoiu ekonomikoiu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Ukrainskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii. Tovarystvo «Znannia Ukrainy»*, 290–295 [In Ukrainian].
5. Kaidashev, I. P. (1996) *Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*.

Poltava [In Ukrainian].

6. Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokarev, E. V. (1988). Metod opredeleniya aktyvnosti katalazi. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19 [In Russian].

7. Melnyk, V. O., Kravchenko, O. O., Bondar, A. O., & Karpenko, D. A. (2013) Osoblyvosti spermatohenezu ta spermoproduksii samtsiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky. Prychornomia* 2 (72), 116–122 [In Ukrainian].

8. Melnyk, Y. F. (2003) *Instruktsiia zi shtuchnoho osimeninnia*. Kyiv: *Ahrarna nauka* [In Ukrainian].

9. Rybalko, V. P. (Red.). (2005) *Metodyka vyznachennia vitaminiv A, E i zahalnoho kholesterynu v riznykh tkanynakh svynomatok plodiv. Suchasni metody v svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].

10. Shostia, A. M. (2014) Yakist spermoproduksii u knurtsiv pry spozhyvanni kormovoi dobavky. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 6, 34–39 [In Ukrainian].

11. Shostia, A. M., Rokotianska, V. O., Nevidnychi, O. S., Tsybenko, V. H., Sokyрко, M. P., & Hyria, V. M. (2018) Osoblyvosti formuvannia prooksydantno antyoksydantnoho homeostazu v spermi knuriv-plidnykiv pry zghodovuvanni vitaminnoi dobavky. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Tvarynnytstvo*, 2 (34), 260–264 [In Ukrainian].

12. Shostia, A. M., Pavlova, I. V., Chukhlib, Ye. V., Kuzmenko, L. M., Kodak, T. S., Berezhnytskyi, V. I., Shaferivskyi, B. S. (2020) Vplyv humativ na prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u knuriv-plidnykiv pid chas teplovoho stresu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 114–120. doi: 10.31210/visnyk2020.01.13. [In Ukrainian].

13. Usachova, V. Y., Hyria, V. M., Rak, T. M., Siabro, A. S., & Pavlova, I. V. (2020) Teplostiikist svynei riznykh porid. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 149–155. doi: 10.31210/visnyk2020.02.18. [In Ukrainian].

14. Usenko, S. O., Shostia, A. M., Polishchuk, A. A., Sarnavska, I. V., Rybas, M. V., Hyria, V. M., Storianovskyi, V. H., Tsybenko, V. H., Zasukha, Yu. V., & Voloshchuk, V. M. Patent Ukrainy № 118568. Kyiv: Ukrainyskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].

15. Audet, I., Laforest, J.-P., Martineau, G. P., & Matte, J. J. (2004) Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *Journal of Animal Science*, 82 (2). 626–33. doi: 10.2527/2004.822626.

16. Izquiedo, A. C. (2017) Effect of addition of antioxidants in the freezing of boar semen on the motility and viability of sperm. *International Journal of Current Research*, 9 (3), 47599–47600.

17. Liu, Q., Zhou, Y. F., Duan, R. J., Wei, H. K., Peng J., & Jiang, S. W. (2017) Dietary n-6:n-3 ratio and Vitamin E improve motility characteristics in association with membrane properties of boar spermatozoa. *Asian Journal of Andrology*. 19, 223–9. doi: 10.4103/1008-682x.170446.

18. Lugar, D. W., Harlow, K. E., Hundley, J., & Goncalves, M. (2019) Effects of increased levels of supplemental vitamins during the summer in a commercial artificial insemination boar stud. *Published online by Cambridge University Press*, 13 (11), 2556–2568. doi: 10.1017/S1751731119001150.

19. Kane, M.T., Carney, E.W., & Bavister, B.D. (1986) Vitamins and amino acid stimulate hamster blaster blastocysts to hatch in vitro. *Journal of Experimental Zoology*, 239, 429–432.

20. Santiago, T., Peña, Jr., Bruce Gummow, C. D., Anthony, J. Parker, E. & Damien, B. B. P. Paris. (2017) Revisiting summer infertility in the pig: Could heat stress-induced sperm DNA damage negatively affect early embryo development? *Animal Production Science*, 57 (10), 1975–1983. doi: 10.1071/AN16079 .

21. Zasiadczyk, L., Fraser, L., Kordan, W., & Wasilewska, K. (2015) Individual and seasonal variations in the quality of fractionated boar ejaculates. *Theriogenology*, 83, 1287–1303.

22. Zasukha, Y. V., Nahaievych, V. M., & Khomenko, M. P. (2010) *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii svynarstva*. Vinnytsia: Nova knyha [In Ukrainian].

**Стаття надійшла до редакції 11.07.2020 р.**

**Бібліографічний опис для цитування:**

*Шостя А. М., Сарнавська І. В., Тендітник В. С., Кузьменко Л. М., Слинко В. Г., Шаферівський Б. С.* Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у кнурів-плідників залежно від умов утримання. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 166–173.

*© Шостя Анатолій Михайлович, Сарнавська Ірина Вікторівна,  
Тендітник Володимир Сергійович, Кузьменко Лариса Михайлівна,  
Слинко Володимир Григорович, Шаферівський Богдан Сергійович, 2020*


**original article** | UDC 636.4:631.22.223.6:628.8 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.19

**SUBSTANTIATING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY METHOD TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY OF PREMISES FOR KEEPING NURSING SOWS**
**M. S. Nebylytsia**

 ORCID  [0000-0001-5509-8787](https://orcid.org/0000-0001-5509-8787)

 Cherkasy Experimental Station of Bio-Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,  
76, Pasteur str., Cherkasy, 18036, Ukraine

 E-mail: [nebilitsia@ukr.net](mailto:nebilitsia@ukr.net)
**How to Cite**

 Nebylytsia, M. S. (2020). Substantiating environmentally friendly method to improve energy efficiency of premises for keeping nursing sows. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 174–182. doi: 10.31210/visnyk2020.03.19

Improving energy efficiency of sow-houses, in the process of designing the reconstruction, is of practical importance for production. This is due to the fact that in Ukraine there are pig farms and complexes, which were designed mainly according to construction standards of 1995. The aim of this study was to justify environmentally friendly method to increase energy efficiency of premises for milking sows and to develop an algorithm for its determining. General scientific (experiment, analysis, synthesis) methods were applied in solving the tasks. In addition, the main microclimate parameters and temperature of the building depending on the seasons of the year were investigated. Geometric, heat engineering and energy characteristics of the sow-house were determined. It was found that the pigsty was characterized by a high value ( $0.54 \text{ m}^{-1}$ ) of compactness index. At the same time, the mass heat capacity of enclosing constructions, per  $1 \text{ m}^3$  of ventilated volume, made only  $0.08 \text{ MJ per } 1^\circ \text{ K}$ , which indicated insufficient heat resistance of the house. As a result, in winter, at an average daily outdoor temperature of minus  $2.9^\circ \text{ C}$ , the indoor temperature dropped to  $16.7^\circ \text{ C}$ . Thus, it was  $1.3^\circ \text{ C}$  below the minimum admissible value, according to the VNTP-AIC-02.05 standard. Performance indicators of milking sows showed a significantly higher value of the average live weight of piglets at weaning by  $0.19 \text{ kg}$  in spring and  $0.29 \text{ kg}$  in summer, as compared with winter ( $p < 0.05$  and  $0.01$ ). At the same time, preservation of piglets litter before weaning was by  $3.8\text{--}4.6\%$  higher. The economic efficiency of external wall insulation with ecologically safe Technofas effect heat-insulating material having a thickness of  $50 \text{ mm}$  was substantiated. An algorithm for determining energy efficiency the sow-house was developed. It is determined by the total annual consumption of energy, expressed in  $\text{kW}\cdot\text{h}$ , divided by the value of the ventilated volume and annual turnover rate ratio of one individual stall place. It has been determined that walls' thermal insulation of the heated pigsty contributes to improving its energy characteristics by  $23.2\%$ . The estimated payback period in case of wall isolation with thermal insulation material will be  $39.3$  months. In addition, thermal insulation is environmentally important in saving  $21.15$  thousand  $\text{kW/h}$  of specific heat consumption. This is equivalent to approximately  $7.42$  tons of conventional fuel.

**Key words:** substantiation, ecologically safe method, thermal insulation, premises of the sow-house, energy efficiency.

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ ПІДСИСНИХ СВИНОМАТОК**
**М. С. Небилиця**

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна

Підвищення енергоефективності свинарників-маточників при плануванні реконструкції має практичне значення для виробництва. Це пов'язано з тим, що в Україні функціонують свинарські

ферми і комплекси, які проєктувалися переважно за будівельними нормами 1995 року. Метою роботи було обґрунтувати екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщення для утримання підсисних свиноматок та розробити алгоритм його визначення. У розв'язанні поставлених завдань застосовано загальнонаукові (експеримент, аналіз, синтез) методи досліджень. Визначено геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики свинарника-маточника. Установлено, що приміщення характеризується високим значенням ( $0,54 \text{ м}^{-1}$ ) показника компактності. Водночас теплоємність масова огорожувальних конструкцій у розрахунку на  $1 \text{ м}^3$  вентильованого об'єму становила  $0,08 \text{ МДж на } 1^\circ \text{ К}$ , що свідчить про недостатню теплостійкість приміщення. У результаті за середньодобової температури зовнішнього повітря взимку мінус  $2,9^\circ \text{С}$  температура у приміщенні знижувалася до  $16,7^\circ \text{С}$  або була на  $1,3^\circ \text{С}$  нижче мінімально допустимого значення згідно з нормативом ВНТП-АПК-02.05. За таких температурних характеристик приміщення установлено вірогідно більше значення середньої живої маси поросяти при відлученні у весняний та літній періоди відповідно на  $0,19$  та  $0,29 \text{ кг}$  порівняно із зимовим періодом ( $p < 0,05$  і  $0,01$ ). За такої умови збереженість приплоду порослят була більшою на  $3,8\text{--}4,6\%$ . Обґрунтовано економічну ефективність зовнішнього утеплення стін екологічно безпечним теплоізоляційним матеріалом Технофас ефект товщиною  $50 \text{ мм}$ . Розроблено алгоритм для визначення енергоефективності свинарника-маточника. Її визначають за сумарним показником річного споживання енергії, вираженої у  $\text{кВт}\cdot\text{год}$ , розділеної на добуток з вентильованого об'єму і коефіцієнту річної оборотності одного станкомісця. Визначено, що теплова ізоляція стін опалюваного приміщення сприяє покращенню його енергетичних характеристик на  $23,2\%$  з терміном окупності  $39,3$  місяця. Крім цього, теплова ізоляція відіграє важливе природоохоронне значення – економить  $21,15 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}$  питомих витрат теплової енергії, що еквівалентно  $7,42 \text{ т}$  умовного палива.

**Ключові слова:** обґрунтування, екологічно безпечний спосіб, теплова ізоляція, приміщення свинарника-маточника, енергоефективність.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОДСОСНЫХ СВИНОМАТОК

**Н. С. Небылица**

Черкасская опытная станция биоресурсов НААН, г. Черкасы, Украина

Целью статьи было обосновать экологически безопасный способ повышения энергоэффективности помещения для содержания подсосных свиноматок и разработать алгоритм его определения. В решении поставленных задач применены общенаучные (эксперимент, анализ, синтез) методы исследований. Установлено, что свиноводческое помещение характеризуется показателем компактности, равным  $0,54 \text{ м}^{-1}$ . В то же время, массовая теплоемкость ограждающих конструкций на  $1 \text{ м}^3$  вентилируемого объема составила  $0,08 \text{ МДж на } 1^\circ \text{ К}$ , что свидетельствует о недостаточной теплостойкости помещения. Показатели продуктивности лактирующих свиноматок свидетельствуют о достоверно большем значении средней живой массы порослят при отъеме в весенний и летний период, соответственно на  $0,19$  и  $0,29 \text{ кг}$  в сравнении с зимним ( $p < 0,05$  и  $0,01$ ). При этом сохранность приплода порослят была больше на  $3,8\text{--}4,6\%$ . Разработан алгоритм определения энергоэффективности свинарника-маточника. Показано, что тепловая изоляция стен свинарника-маточника способствует улучшению его энергетических характеристик на  $23,2\%$  при полной окупаемости затрат за  $39,3$  месяца.

**Ключевые слова:** обоснование, экологически безопасный способ, тепловая изоляция, помещение свинарника-маточника, энергоэффективность.

### Вступ

Забезпечення свиней мікрокліматичними умовами згідно з нормами [1] дає змогу більшою мірою використовувати їхні продуктивні якості, що зумовлені спадковістю. При плануванні реконструкції підвищення енергоефективності функціонуючих свинарників-маточників має практичне значення для виробництва. Це пов'язано з тим, що в Україні функціонує багато ферм і комплексів, які проєктувалися, переважно, за будівельними нормами 1995 року [2], які не регламентували визначення енергоефективності.

Історичні довідки свідчать, що перші «енергоефективні споруди» з'явилися після світової кризи 1974 року як новий напрям у будівництві [3]. За літературними даними [4–8], проблеми енергозбереження та якості мікроклімату перебувають у центрі уваги фахівців галузі тваринництва і будівництва

всього світу, особливо впродовж останніх двох десятиріч. Міжнародні проекти, які підтримуються Європейською комісією, Програмами Tacis, Thermie, USAID та іншими організаціями, починаючи з 90-х років зробили енергоефективність достатньо відомим терміном.

За вимогою Директив 2006/32/ЄС та 2010/30/ЄС в Україні впроваджується Національний план дій з енергоефективності до 2020 року та затверджені технічні регламенти енергетичної продукції [9–13]. 2017 року набрали чинності ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель» [14] та ухвалений Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» [15], які спрямовані на зменшення споживання енергії в будівлях. Потрібно наголосити, що дія вищезазначених будівельних норм і Закону стосовно енергоефективності не поширюється на будівлі сільськогосподарського призначення. Отже, це питання в Україні наразі вирішується лише в галузі цивільного будівництва та житлово-комунального господарства. Проте на необхідність впровадження енергозберігаючих технологій при проектуванні та реконструкції тваринницьких підприємств наголошує низка зарубіжних [16–19] і вітчизняних [20–24] учених.

У розвинутих Європейських країнах середній рівень споживання енергії в розрахунку на свиноматку на рік становить 983 кВт·год (за одержання 2,44 опоросів) [25] та 1163 кВт·год. (за одержання 24 поросят) [26] зі значним ступенем коливання. Крім того, для забезпечення оптимального мікроклімату є метод розрахункового визначення показника енергетичної ефективності для житлової та громадської будівлі [14]. Він характеризує річну енергопотребу приміщення в опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні в розрахунку на одиницю опалюваної площі та кондиціонованого об'єму.

*Мета роботи* – обґрунтувати екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщення для утримання підсисних свиноматок та розробити алгоритм його визначення.

*Завдання дослідження:*

- з'ясувати об'ємно-планувальні рішення, геометричні та теплотехнічні характеристики свинарника-маточника;
- визначити температуру огорожувальних конструкцій свинарника-маточника та вплив параметрів мікроклімату на продуктивність підсисних маток за періодами року;
- обґрунтувати екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності свинарника-маточника та розробити алгоритм його визначення.

Розв'язання цієї проблеми відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2035 року» [27].

**Матеріали і методи досліджень**

Аналітичні дослідження виконані у відділі тваринництва та виробництва екологічно чистої продукції Черкаської ДСБ НААН. Експериментальні дослідження проведені на фермі Черкаської ДСГДС ННЦ «ІЗ НААН» у чотирирядному свинарнику-маточнику (75 індивідуальних станків) на тваринах червоної білопоясої породи. Використовували методики з дослідження мікроклімату свинарської будівлі [28] і температурних показників її огорожувальних конструкцій за сезонами року згідно з наведеною схемою.

**Схема дослідю**

Показник	Період року			
	<i>зимовий</i>	<i>весняний</i>	<i>літній</i>	<i>осінній</i>
Найменування та номер періоду	дослідний 1	дослідний 2	дослідний 3	дослідний 4
Параметри мікроклімату приміщення, °С, %, Лк, рmm	температура, вологість, освітленість, вміст CO <sub>2</sub>	температура, вологість, освітленість, вміст CO <sub>2</sub>	температура, вологість, освітленість, вміст CO <sub>2</sub>	температура, вологість, освітленість, вміст CO <sub>2</sub>
Температура огорожень, °С	стіни, стеля, підлога, вікна, двері	стіни, стеля, підлога, вікна, двері	стіни, стеля, підлога, вікна, двері	стіни, стеля, підлога, вікна, двері
Продуктивність підсисних маток, кг, г, %	жива маса 1 голови, середньодобовий приріст, збереження	жива маса 1 голови, середньодобовий приріст, збереження	жива маса 1 голови, середньодобовий приріст, збереження	жива маса 1 голови, середньодобовий приріст, збереження

У розв'язанні поставлених завдань застосовано загальнонаукові методи дослідження: експеримент, аналіз, синтез тощо. Для визначення геометричних показників свинарника-маточника використовували сертифікований прилад – лазерний вимірювач довжини Leica DISTO TM D210, серійний

№ 783648. Добовий моніторинг температури, відносної вологості, атмосферного тиску повітря та освітлення приміщення здійснювали приладом ЕАМ-5 (патент України на корисну модель № 108466). Температуру огорожувальних елементів будівлі визначали сертифікованим інфрачервоним термометром Flus IR-820, серійний № 2015085347.

За періодами року проводили дослідження середніх показників живої маси порослят (при народженні та відлученні у 30-денному віці), середньодобових приростів і відсотку збереження порослят до відлучення.

Тепловий баланс свинарника визначали за формулою:

$$Q_T = \Delta t(G \cdot 0,278 + \sum KS) + W_{пр},$$

де  $Q_T$  – вільне тепло, яке виділяють тварини за одну годину, Вт;

$\Delta t$  – різниця між оптимальною температурою повітря всередині приміщення і середньою температурою зовнішнього повітря найхолоднішого місяця, °С;

$G$  – кількість повітря, що видаляється з приміщення вентиляцією або надходить до нього впродовж однієї години, кг;

0,278 – теплоємність повітря, Вт/кг/град;

$K$  – коефіцієнт загальної теплопередачі через огорожувальні конструкції, Вт/год/м<sup>2</sup>/град;

$S$  – площа огорожувальних конструкцій, м<sup>2</sup>;

$\sum$  – показник суми добутку  $K$  на  $S$  кожної окремої частини огорожень;

$W_{пр}$  – витрата тепла на випаровування вологи з поверхні підлоги та інших огорожень приміщення, Вт/год.

Необхідні для розрахунку вентиляції та теплового балансу показники свинюматок і підсисних порослят брали з таблиць ВНТП-АПК-02.05. Товщину теплоізоляційного шару визначали за результатами розрахунку опору теплопередачі, згідно з розділом 5 ДСТУ Б В.2.6-189. Мінімально допустиме значення  $R_{q, \min}$  опору теплопередачі непрозорих огорожувальних стін встановлювали згідно з ДБН В.2.6-31 залежно від температурної зони експлуатації будівлі. Значення  $R_q$  опору теплопередачі решти непрозорих огорожувальних конструкцій визначали згідно з ДБН В.2.6-31. Матеріали досліджень обробляли біометричними методами на комп'ютері з використанням програмного забезпечення Statistica 8. За результатами обробки даних визначали середню арифметичну величину ( $M$ ), її похибку ( $m$ ), віргідність різниці між порівнюваними даними – за критерієм Стьюдента ( $td$ ) і рівень ймовірності ( $p$ ).

### Результати досліджень та їх обговорення

Аналітичні дослідження об'ємно-планувальних рішень свідчать, що приміщення свинарника однопверхове, прямокутне, з показником компактності 0,54 м<sup>-1</sup>. Несучі та огорожувальні елементи приміщення, на які припадає основне навантаження, виконані з таких будівельних матеріалів:

- фундамент – залізобетонні блоки;
- стіни – залізобетонні тришарові панелі суцільного перерізу (тип ЗНЦ), товщиною 120 мм (із зовнішнім і внутрішнім 35 мм армованим бетонним шаром і 50 мм теплоізоляційним з пінополістиролу між ними);
- стеля (сумісна з дахом) – стельові залізобетонні тришарові плити (тип ЗНГ), з опалубкою дерев'яним брусом і теплоізоляційним шаром скловати (150 мм), покриті хвильовим шифером;
- підлога – керамзитобетон (індивідуальні станки) і бетон (кормові та гнойові проходи), товщиною 90–100 мм.

Спеціальне інженерне обладнання для обігрівання приміщення представлене піролізним котлом УТА-100U потужністю 100 кВт. Для локального обігрівання порослят індивідуальні станки були обладнані дерев'яними будиночками з електричними лампами інфрачервоного випромінювання потужністю 175 Вт. Вентиляція свинарника – природна припливно-витяжна. Для видалення гною приміщення обладнане двома скребковими транспортерами ТСН-160. Загальна площа закслених металопластикових вікон та внутрішніх брам і дверей становила відповідно: 42,7 та 20,7 м<sup>2</sup>.

Під час проведення досліджень визначено основні геометричні і теплотехнічні характеристики свинарника-маточника. Згідно з об'ємно-планувальними рішеннями маса огорожувальних конструкцій і обладнання становила 82 кг у розрахунку на 1 м<sup>3</sup> приміщення. Водночас теплоємність масова огорожувальних конструкцій у розрахунку на 1 м<sup>3</sup> вентиляваного об'єму становила лише 0,08 МДж на 1<sup>0</sup> К, що свідчить про недостатню теплостійкість свинарника-маточника (табл. 1).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

### 1. Геометричні і теплотехнічні характеристики приміщення

Найменування характеристик	Показник
Довжина x ширина x висота, м	71 x 18 x 3,10 / 4,50
Об'єм приміщення без тамбурів, м <sup>3</sup>	4859
- в т.ч. на 100 кг живої маси свиней, м <sup>3</sup>	27,6-36,0
Коефіцієнт компактності приміщення, м <sup>-1</sup>	0,54
Загальна маса огорожувальних конструкцій і обладнання, кг	398800
- в т.ч. на одиницю об'єму, кг/м <sup>3</sup>	82
Разом теплоємність масова огорожувальних конструкцій і обладнання на 1 <sup>0</sup> К, МДж	363,0
Всього теплоємність масова огорожувальних конструкцій і обладнання в розрахунку на одиницю об'єму на 1 <sup>0</sup> К, МДж/м <sup>3</sup>	0,08
Виділення тваринами теплоти всього, Вт/год. *:	
- взимку, (на 100 кг живої маси 476,7) Вт/год.	70550
- навесні-восени, (455,7) Вт/год.	67450
- влітку, (436,6) Вт/год.	64625
Повітрообмін за годину: - взимку (30 м <sup>3</sup> /100 кг), кг	5772
- навесні-восени (45 м <sup>3</sup> /100 кг), кг	8660
- влітку (60 м <sup>3</sup> /100 кг), кг	11544

Примітки: \* – 1 кДж = 0,278 Вт/год.

За таких характеристик приміщення в зимовий період року у разі зовнішньої середньодобової температури повітря мінус 2,9<sup>0</sup>С температура у приміщенні знижувалася до 16,7<sup>0</sup>С, тобто була нижче мінімально допустимого значення на 1,3<sup>0</sup>С. Коефіцієнт кореляції внутрішньої температури огорожень та зовнішньої температури довілля дорівнював у межах 0,341-0,657\* (p<0,05). Відносна вологість у приміщенні становила 87,4 % або перевищувала норму на 17,4 %. Температурний напір дорівнював 15,4<sup>0</sup>С, що підвищувало паро-проникність огорожувальних стін і негативно впливало на формування показника відносної вологості повітря у приміщенні. За таких обставин поросята піддавалися деякому переохолодженню в період годування через підвищення конвекційних втрат тепла тілом.

Визначено, що більш комфортні та оптимальні величини температури і відносної вологості у приміщенні формуються у весняний та осінній період року. В літній період середньодобова температура повітря перевищувала максимально допустиме значення на 14,0 %, а у спекотні дні – на 25,0 %. Відносна вологість повітря переважала нормативний показник на 4,1 %. Отже, параметр температури повітря можна оцінювати в цей період, як допустимий. Установлено значущий позитивний зв'язок між температурою повітря довілля і свинарника-маточника взимку та влітку, з коефіцієнтами кореляції, відповідно  $r=0,672^*$  та  $0,946^*$  (за  $p<0,05$ ).

За таких температурних характеристик приміщення установлено вірогідно більше значення середньої живої маси поросяти при відлученні у весняний та літній періоди відповідно на 0,19 та 0,29 кг порівняно із зимовим періодом ( $p<0,05$  і  $0,01$ ). При цьому збереженість приплоду поросят була більшою на 3,8–4,6% (табл. 2).

### 2. Вплив основних параметрів мікроклімату свинарника-маточника на продуктивність підсисних маток залежно від періоду року, n=20

Період року	Параметр:			Багатоплідність, гол.	Кількість поросят у 30 днів	Маса 1 голови (кг) при:		Середньодобовий приріст, г	Збереження поросят до відлучення, %
	T, °C	W, %	A, Лк			народженні	відлучені у 30 днів		
Зимовий	16,7	88,1	51	10,2±0,36	8,6±0,18	1,21±0,02	7,10±0,05	198±2,3	83,2
Весняний	18,3	88,3	60	10,0±0,37	8,8±0,20	1,22±0,02	7,29±0,05*	202±1,4	87,8
Літній	25,1	74,1	70	9,9±0,34	8,5±0,21	1,24±0,02	7,39±0,10**	205±2,6*	87,0
Осінній	18,8	84,1	65	10,4±0,33	9,0±0,21	1,20±0,02	7,21±0,09	201±2,3	87,6

Примітки: \* p<0,05; \*\* p<0,01.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Дані добового моніторингу температури стін приміщення в зимовий період свідчать про вірогідну позитивну кореляцію внутрішньої температури огорожень та зовнішньої температури довкілля ( $r=0,34-0,66^*$ ;  $p<0,05$ ). Температурний перепад на внутрішній і зовнішній поверхнях огорожувальних стін дорівнював  $13,4-14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  або в  $4,1-4,4$  рази був більшим, ніж у теплий період року.

Зважаючи на вищенаведене, за існуючої потужності піролізного котла тепловий баланс свинарника-маточника був від'ємним ( $-189678\text{ Вт/год.}$ ), у холодний період року. Розраховали можливість компенсації дефіциту теплової енергії через додаткову термоізоляцію огорожувальних стін. Для цього визначили необхідну товщину теплової ізоляції стін екологічно безпечним утеплювачем Технофас ефект. Дані розрахунків свідчать, що товщина цього утеплювача має становити не менше  $50\text{ мм}$ . При цьому одержали значення опору теплопередачі огорожувальних стін на рівні  $2,57\text{ м}^2\text{град/Вт}$ , що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 (табл. 3).

### 3. Розрахунок очікуваної ефективності теплоізоляції стін приміщення

Показник	Значення
Разом коефіцієнт теплоопірності $Rk1 = (R1)$ , $\text{м}^2\text{град/Вт}$ (Коефіцієнт теплопередачі неутепленої стіни маточника $K_{ст} = 1 : 1,38 = 0,72\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )	1,38
Коефіцієнт теплоопірності (R2) $50\text{ мм}$ утеплювача Технофас ефект, $\text{м}^2\text{град/Вт}$	1,19
Разом коефіцієнт теплоопірності $Rk2 = (R1 + R2)$ , $\text{м}^2\text{град/Вт}$ (Коефіцієнт теплопередачі утепленої стіни $K_{ст} = 1 : 2,57 = 0,39\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )	2,57
Співвідношення теплових витрат, $Q1/Q2 = Rk2/Rk1$	1,86
Зниження витрат теплової енергії через стіни, %	86
Ефективність термоізоляції стін, % ( $0,27 \cdot 86$ )	23,20
Разом економія питомої теплоти становитиме, тис. кВт/год.	21,15
На суму (Е) за ціни на електроенергію $2,014\text{ грн.}$ за $1\text{ кВт}\cdot\text{год}$ , тис. грн.	42,60
Загальна вартість витрат на $1\text{ м}^2$ теплоізоляції стін, грн.	395,84
Всього витрат (С) на теплоізоляцію стін площею $351\text{ м}^2$ , тис. грн.	138,94
Термін окупності теплоізоляції $T = C/E = 138,94/21,15$ , міс.	39,30

Визначили очікувану ефективність заходу з утеплення стін за допомогою конструкції з вентиляваною фасадною теплоізоляцією. Вона дорівнює  $23,2\%$  з терміном окупності  $39,3$  місяця. Крім того, захід із теплоізоляції має важливе природоохоронне значення – економить  $21,15$  тис. кВт/год питомих витрат теплової енергії, що еквівалентно  $7,42\text{ т}$  умовного палива. Важливість цього питання підтверджується дослідженнями [29], які свідчать, що ціни на паливо, зокрема на нафтопродукти, будуть значно зростати впродовж найближчих десятиріч.

Методом оцінки приміщень щодо ефективності використання енергоресурсів є енергетична сертифікація, яка створює основу для оцінки та порівняння енергоспоживання різних типів приміщень для утримання тварин.

Узагальнюючи міжнародний та вітчизняний досвід з цього напрямку діяльності, з'ясували, що за методологічну основу розрахунку енергетичної характеристики опалюваного свинарника-маточника потрібно брати витрати, що включають енергію не лише на потреби обігрівання та охолодження. Крім цього, потрібно враховувати енерговитрати, пов'язані з роботою систем вентиляції, освітлення, водопостачання та механізації процесів з приготування і роздавання кормів, видалення гною тощо.

Зважаючи на вищенаведене, ми розробили алгоритм для визначення енергоефективності свинарника-маточника. Він характеризує загальні річні енерговитрати, виражені у кВт·год та розділені на показник добутку об'єму приміщення і коефіцієнта річної оборотності одного станкового місця. Розраховується показник за такою формулою:

$$EP_t = \frac{(\sum RQ_o + \sum RE_n)}{(V_b \cdot K_o)} \quad (1)$$

де  $EP_t$  – енергоефективність приміщення, кВт·год /  $\text{м}^3$ ;

$\sum$  – знак суми;

$RQ_o$  – загальне річне споживання паливної енергії, кКал ( $1\text{ кКал} = 1,163 \cdot 10^{-3}\text{ кВт}\cdot\text{год}$ );

$RE_n$  – загальне річне споживання електричної енергії, кВт·год;

$V_b$  – вентиляований об'єм приміщення (без урахування тамбурів),  $\text{м}^3$ ;

$K_o$  – річний коефіцієнт оборотності одного станкомісця.

Загальне річне споживання електричної енергії розраховується за такою формулою:

$$\sum RE_n = (E_o + E_{ob} + E_{prk} + E_{vg} + E_{vp} + E_{sv}), \quad (2)$$

де  $\sum RE_n$  це загальне річне споживання електроенергії (кВт•год) на:  $E_o$  – освітлення приміщення,  $E_{ob}$  – обігрівання поросят,  $E_{prk}$  – приготування і роздавання корму,  $E_{vg}$  – видалення гною,  $E_{vp}$  – водопостачання,  $E_{sv}$  – систему вентилявання.

Узагальнюючи результати проведених досліджень, необхідно зазначити, що термоізоляція огороджувальних стін є лише одним із багатьох елементів термомодернізації свинарника-маточника, оскільки при плануванні реконструкції вона передбачає розроблення комплексу заходів щодо оптимізації енергетичної ефективності всіх інженерних систем приміщення.

Вищенаведена теза узгоджується з думкою інших учених, які зазначають, що подальший розвиток свинарства передбачає застосування ефективних типів забудови свинарських ферм із впровадженням енерго- і ресурсозберігаючих технологій утримання свиней [20, 22]. Застосування нових підходів і сучасних матеріалів при будівництві та реконструкції приміщень дає змогу підвищити коефіцієнт опору теплопередачі зовнішніх стін на 14 %, покрівлі на 10 %, вікон на 75 %, зі зменшенням загального енергоспоживання об'єкту на 33 % [30]. Менше енергії витрачається на обігрів приміщення тепловим насосом порівняно з паливним котлом. Більше енергії потрібно для обігрівання поросят, якщо використовувати інфрачервоні лампи [26], ніж електрокилимки. Витік тепла в зимовий період року через одні нещільно встановлені двері еквівалентний отвору у стіні діаметром 200 мм [19]. Природна вентиляція приміщення не передбачає витрачання електроенергії, проте є ненадійною. Механічна вентиляційна система потребує додаткових витрат електроенергії, які можна оптимізувати шляхом моделювання пікових навантажень чи автоматизованого керування сервомеханізмами за допомогою відповідних електронних датчиків [18]. Система вентиляції з механічним приводом при облаштуванні рекуперації тепла повітрям, що видаляється, може зменшити споживання теплової енергії на нагрівання свіжого повітря взимку до 55 % [21]. Перевагою геотермічної системи вентиляції є незначне коливання температури (на 1–2 °С) приточного повітря у приміщення впродовж доби, навіть за значних перепадів (на 15–20 °С) денних та нічних температур зовнішнього повітря. При цьому ефект охолодження сягає 10–12 °С і не залежить від показника відносної вологості зовнішнього повітря [16]. Енергосберігаючі пристрої для охолодження повітря в літню спеку можуть зменшити до 100 % теплове навантаження на тварин. Інші заходи щодо адаптації, такі як зменшення щільності поголів'я та зміщення структури активності свиней на нічний час є менш ефективними [31].

### Висновки

Установлено, що тепла ізоляція стін свинарника-маточника екологічно безпечним утеплювачем Технофас ефект 50 мм товщини покращує енергетичну характеристику будівлі на 23,2 % з терміном окупності 39,3 місяця. Водночас вона має важливе природоохоронне значення – економить 21,15 тис. кВт/год питомих витрат теплової енергії, що еквівалентно 7,42 т умовного палива. Отже, при плануванні реконструкції підвищення енергоефективності свинарських приміщень має практичне значення для виробництва в Україні. Це сприятиме підвищенню конкурентоздатності виробленої продукції свинарства будь-якого підприємства на внутрішньому чи міжнародному ринку.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у розробленні більш ефективних екологічно безпечних способів термоізоляції свинарських приміщень при плануванні їхньої реконструкції.

### References

1. *Svynarski pidpriemstva (kompleksy, fermy, nevelyki silski hospodarstva). VNTP-APK 02.05. Chynnyi vid 2006-01-01.* (2006). Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy. Kyiv [In Ukrainian].
2. *DBN V.2.2.1-95. Budynky ta sporudy. Budynky ta sporudy dlia tvarynnystva. Chynnyi vid 1995-01-02.* (1995). Kyiv: Derzhkommistobuduvannia Ukrainy [In Ukrainian].
3. Tabunshchikov, Yu., Brodach, M., & Shilkin, N. (2003). *Ehnergoehffektivnye kotly.* Moskva: Avok-Press [In Russian].
4. Tabunshchikov, Yu. (2008). *Mikroklimat i ehnergosberezhenie: pora razobrat'sya v prioritetakh.* Avok, 5, 4–11 [In Russian].
5. Mishurov, N., & Kuzmina, T. (2004). *Ehnergosberegayushchee oborudovanie dlya obespecheniya mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh.* Moskva: Nauchnyj obzor [In Russian].
6. Bashchenko, M. I., Nebylytsia, M. S., & Chernetsky, A. H. (2010). *Osnovni pryntsyipy rekonstruktsii tvarynnytskikh prymishchen dlia zastosuvannia resursozberihaiuchoi tekhnolohii vyrobnytsva svynyny: metodychni rekomendatsii.* Cherkasy [In Ukrainian].

7. Aloyan, R. M., Fedosov, S. V., & Oparina, L. A. (2016). *Ehnergoehffektivnye zdaniya - sostoyaniye, problemy i resheniya*. Ivanovo: PreSSto [In Russian].
8. Maliarenko, V. A. (2006). *Osnovy teplovoi fizyky budivel ta enerhozberezhennia*. Kharkiv: SAHA [In Ukrainian].
9. Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy enduse efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 27.4.2006. L 114/64.
10. Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 18.6.2010. L 153/1.
11. DSTU V.2.6-189:2013. *Metody vyboru teploizoliatsiinoho materialu dlia utepлення budynkiv. Chynnyi vid 2014-01-01*. (2014). Kyiv: Minrehion Ukrainy [In Ukrainian].
12. DBN V.2.6-31:2006. *Teplova izoliatsiia budivel. Chynnyi vid 2007-04-01*. (2007). Kyiv: Ukrarkhbudininform [In Ukrainian].
13. DSTU ISO 50001: 2014. *Enerhozberezhennia. Systemy upravlinnia enerhiieiu. Vymohy ta vkazivky shchodo vykorystannia (ISO 50001: 2011, IDT)*. Chynnyi vid 2015-01-01. (2015). Kyiv: Minekonomrovytku Ukrainy [In Ukrainian].
14. DBN V.2.6-31:2016 *Teplova izoliatsiia budivel. Chynni vid 2017-05-01*. (2017). Kyiv: Derzhavne pidpriemstvo «Ukrarkhbudininform» [In Ukrainian].
15. Pro enerhoefektyvnist budivel: Zakon Ukrainy vid 22.06.2017 № 2118-VIII. (2017). *Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR)*, 33, 5 [In Ukrainian].
16. Heisler, V. (2011). Enerhozberihaiuchi ventyliatsiini systemy na svynofermakh. *Prybutkove Svyntstvo*, 3 (5), 54–57 [In Ukrainian].
17. Firfiris, V. K., Martzopoulou, A. G., & Kotsopoulos, T. A. (2019). Passive cooling systems in livestock buildings towards energy saving: A critical review. *Energy and Buildings*, 202, 1. doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109368.
18. Ecim-Djuric, O., & Topisirovic, G. (2009). Energy efficiency optimization of combined ventilation systems in livestock buildings. *Energy and Construction*, 42, 8, 1165–1171. doi: 10.1016/j.enbuild.2009.10.035.
19. Clarke, S., & Johnson, J. (2019). Improving Energy Efficiency in Livestock. *Facilities Factsheet*. 717. ag.info.omafra@ontario.ca.
20. Lyamar, V. O., Voloshchuk, V. M., Khatko, I. V., & Pidtereba, O. I. (2012). Peredovi tekhnolohii svynarstva ta yikh perevahy. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Svynarstva i APV NAAN.*, 60, 8–11 [In Ukrainian].
21. Tikhomirov, D., Vasilyev, A. N., Budnikov, D., & Vasilyev, A. A. (2019). *Energy-saving automated system for microclimate in agricultural premises with utilization of ventilation air*. *Wireless Netw.* doi: 10.1007/s11276-019-01946-3.
22. Tkachuk, V., Kravchuk, N., Kilnitska, O., & Shevchuk, K. (2016) Energy efficiency and conservation as a strategic vision of the agricultural entities' competitiveness increasing. *Economic Annals-XXI*. 160 (7-8). 71–76. doi: 10.21003/ea.V160-14.
23. Nebylytsia, M. S. (2019). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia teploizoliatsii ohorodzhualnykh konstruksii svynarskykh prymishchen. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Svynarstva i APV NAAN.*, 73, 48–57 [In Ukrainian].
24. Khazin, V. Y., Koshlatyi, O. B., & Nesterenko, S. V. (2013). Zakhody z enerhozberezhennia pry proektuvanni ta ekspluatatsii tvarynnytskykh budivel. *Enerhoefektyvnist v Budivnytstvi ta Arkhitekturi*, 4, 270–275 [In Ukrainian].
25. Marcon, M., (2009). Energy consumption in livestock housing (pigs). *European Forum Livestock housing for the future. 2009, October 22/23- LILLE*. France.
26. Hörndahl, T. (2008). Energy use in outbuildings. Alnarp Technical Report: (LTJ, LTV) Rural buildings and livestock, Sveriges lantbruksu Universalitet. *Landskap trädgård jordbruk: rapportserie*, 8, 43
27. Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2035 r. «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist»: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy №. 605-r vid 18.08.2017. m. Kyiv [In Ukrainian].
28. Voloshuk, V. M., Nebylytsia, M. S., Vashchenko, O. O., & Mazanko, M. O. (2016). *Innovatsiinyi metod monitorynhu pokaznykiv mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen: metodychni rekomendatsii*. Cherkasy [In Ukrainian].

29. Woods, J., Williams, A., Hughes, J. K., Black, M., & Murphy, R. (2010) Energy and the food system. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 365 (1554), 2991–3006. doi: 10.1098/rstb.2010.0172.
30. Voloshchuk, V. M., Smyslov, S. Yu., & Sokyрко, M. P. (2017). Netradytsiini rishennia prostorovoho planuvannia budivnytstva svynarskykh plemynnykh pidpriemstv do 100 osnovnykh svynomatok. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 2 (66). doi: 10.31548/dopovidi2017.02.014 [In Ukrainian].
31. Schaubberger, G., Mikovits, C., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringner, M., Knauder, W., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., & Schönhart, M. (2019). Global warming impact on confined livestock in buildings: efficacy of adaptation measures to reduce heat stress for growing-fattening pigs. *Climatic Change*, 156, 567–587. doi: 10.1007/s10584-019-02525-3.
32. Clarke, S., & Johnson, J. (2019). Improving Energy Efficiency in Livestock. *Facilities Factsheet*. 717. ag.info.omafra@ontario.ca.

Стаття надійшла до редакції 15.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Небилиця М. С. Екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщення для утримання підсисних свиноматок. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 174–182.

© Небилиця Микола Степанович, 2020



**BULLETIN OF POLTAVA  
STATE AGRARIAN  
ACADEMY**

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

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



original article | UDC 636.2.034:612.664 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.20

## REPRODUCTIVE POTENTIAL OF SECOND LACTATION DAUGHTERS FROM HOLSTEIN MOTHER COWS OF DIFFERENT AGES

N. O. Kapshuk

ORCID  [0000-0002-2859-2795](https://orcid.org/0000-0002-2859-2795)

Dnipro State Agrarian and Economic University, 25, Sergiia Efremova str., Dnipro, 49600, Ukraine  
Email: [kapshuk-1990@ukr.net](mailto:kapshuk-1990@ukr.net)

### How to Cite

Kapshuk, N. O. (2020) Reproductive potential of second lactation daughters from Holstein mother cows of different ages. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 183–188. doi: 10.31210/visnyk2020.03.20

The article highlights the research results of the level of reproductive function indices of the second lactation Holstein cows, born to mothers of different ages. The studies were performed on the second lactation animals, which included: cows born from mother cows in the first lactation ( $n=22$ ) - group I; cows born from mother cows in the second lactation ( $n=25$ ) – group II; cows born from mother cows in the third lactation ( $n=28$ ) – group III (control); cows born from cows in the fourth lactation ( $n=23$ ) – group IV. Animals of all experimental groups had unmatched value of the service period. Cows of the second lactation (group I), which were born from first-calf heifers, had the lowest value of the recovery period after calving – 1.0. In cows of the III (control) group, which were born by mothers of the third lactation, the service period already lasted more than 80 days, while in cows of the second lactation in group IV, which were born by mothers of the fourth lactation, this figure was 5 times higher and amounted to almost 5. The value of insemination index is directly proportional to the service period indicator. Its value in cows of group I corresponded to the classical reproduction scheme, and made almost no more than 60 days, while in animals of the same age of group IV, the service period was more than 4 times longer and made 222 days. Infertility level of daughter cows in the second lactation can be explained by the fact how effectively their reproductive system functions. Animals in group I did not have infertile days and milk and calf losses. In animals of groups II and III (control), the level of infertility was 13.3 and 20.3 days, respectively, which resulted in calves and milk losses of 0.045 heads and 308.4 kg, on average. Cows of group IV were distinguished by the highest infertility value – 151 days and product losses – 0.53 heads of calves and 2,597 kg of milk. The experimental herd of cows of groups I, II and III (control) was characterized by a positive value of adaptation index, which averaged 1.21. In contrast, cows in group IV had a negative value of adaptation index (-6.3), which exceeded the value of this indicator of cows in group III (control) by more than 26 times, and animals in group I by 32 times.

**Key words:** insemination index, service period, inter-calving period, adaptation index, infertility, product loss.

## ВІДТВОРНА ЗДАТНІСТЬ ДОЧОК ДРУГОЇ ЛАКТАЦІЇ ВІД ГОЛШТИНСЬКИХ КОРІВ-МАТЕРІВ РІЗНОГО ВІКУ

Н. О. Капшук

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

У статті висвітлено результати досліджень рівня показників репродуктивної функції голштинських корів другої лактації, народжених від матерів різного віку. Дослідження проводили на тваринах другої лактації: корови, народжені від корів-матерів у першу лактацію ( $n=22$ ) – I група; корови, народжені від корів-матерів у другу лактацію ( $n=25$ ) – II група; корови, народжені від корів-матерів у третю лактацію ( $n=28$ ) – III група (контрольна); корови, народжені від корів-матерів у четверту

лактацію ( $n=23$ ) – IV група. Тварини усіх піддослідних груп мали невіривняне значення сервіс-періоду. Корови другої лактації (I група), які були народжені від корів-первісток, відзначилися його найменшим значенням відновного періоду після отелення – 1,0. У корів III (контрольної) групи, яких народили матері третьої лактації, сервіс період уже тривав понад 80 діб, тоді як у корів другої лактації IV групи, які були отримані від матерів четвертої лактації, цей показник був більшим уже в 5 разів і становив майже 5. Значення індексу осіменіння прямопропорційно пов'язано з показником сервіс-періоду. Його значення у корів I групи відповідало класичній схемі відтворення, і становило не більше 60 діб, тоді як у їх одноліток IV групи сервіс-період був тривалішим у понад 4 рази і становив 222 доби. Рівень безпліддя корів-дочок у другу лактацію можна пояснити тим, наскільки ефективно функціонує їхня репродуктивна система. Тварини I групи не мають безплідних днів і втрач молоко та телят. У тварин II і III (контрольної) груп рівень безпліддя має такі показники – 13,3 і 20,3 діб відповідно, що призвело до втрат телят і молока в середньому на рівні 0,045 гол. і 308,4 кг. Корови IV групи відзначились найвищим значенням безпліддя – 151 доба та втратами продукції – 0,53 гол телят і 2597 кг молока. Піддослідне поголів'я корів I, II і III (контрольної) груп характеризувалось позитивним значенням індексу адаптації, яке в середньому дорівнювало 1,21. Натомість, корови IV групи мали від'ємне значення індексу адаптації (-6,3), що перевищувало значення цього показника корів III (контрольної) групи в понад 26 разів, а тварин I групи у 32 рази.

**Ключові слова:** індекс осіменіння, сервіс-період, міжжотельний період, індекс адаптації, безпліддя, втрати продукції.

### ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ДОЧЕРЕЙ ВТОРОЙ ЛАКТАЦИИ ОТ ГОЛШТИНСКИХ КОРОВ-МАТЕРЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

**Н. А. Капшук**

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина

В статье отражены результаты исследований уровня репродуктивной функции голштинской породы коров второй лактации, рожденных от матерей разного возраста. Коровы второй лактации (I группа), которые были рождены от коров-первотелок, отличились его наименьшим значением сервис-периода после отела – 1,0. У коров III (контрольной) группы, сервис-период уже длился более 80 суток, тогда как у коров второй лактации IV группы, которые были получены от матерей четвертой лактации, этот показатель был больше уже в 5 раз. Значение индекса осеменения прямо пропорционально связано с показателем сервис-периода. Его значение у коров I группы соответствовало классической схеме воспроизводства и составило почти не более 60 суток, тогда как у их сверстниц IV группы сервис-период был длительнее в 4 раза и составил 222 суток. Подопытное поголовье коров I, II, III (контрольной) группы характеризовалось положительным значением индекса адаптации, которое в среднем составляло 1,21. Коровы IV группы имели отрицательное значение индекса адаптации (-6,3), что превышало значение этого показателя коров III (контрольной) группы в 26 раз, а животных I группы в 32 раза.

**Ключевые слова:** индекс осеменения, сервис-период, межжотельный период, индекс адаптации, бесплодие, потери продукции.

#### Вступ

У галузі молочного скотарства рівень показників відтворної здатності – це основний фактор, який впливає на лактогенну функцію корів, і є взаємозалежним з їхньою молочною продуктивністю. Безпліддя корів вважається серйозною проблемою у розвитку галузі молочного скотарства [1, 2].

Високий рівень лактації спричиняє перебудову всього організму тварини, призводить до зміни кореляційних зв'язків між різними органами. Насамперед висока молочна продуктивність пред'являє підвищені вимоги до репродуктивної системи, оскільки розмноження і лактація – це послідовні етапи єдиного біологічного процесу відтворення. Якщо ж відбувається порушення морфофункціонального стану вимені незалежно від фізіологічного стану тварин, то це в подальшому впливає негативно на якість молока.

Успішне ведення селекційно-племінної роботи із голштинськими коровами передбачає дослідження і всебічне вивчення рівня її відтворної здатності. На сьогодні відтворну здатність високопродуктивних корів в умовах промислової технології виробництва молока досліджує чимало науковців в Україні та за її межами [3–9].

На рівень репродуктивних показників високопродуктивних корів впливає низка факторів: рівень годівлі тварин, підготовку корів і нетелів до отелення, профілактика гінекологічних захворювань, причини вибракування тварин, спосіб осіменіння корів, рівень підготовки кадрів [10–16].

Тому важливою умовою формування високої продуктивності молочних корів є стабільні показники їхньої репродуктивної функції. Через це для ефективного менеджменту відтворної функції високопродуктивних корів у разі інтенсивної технології експлуатації надзвичайно важливо об'єктивно оцінювати їх відтворювальну здатність.

*Мета роботи* – встановити рівень показників репродуктивної здатності у корів другої лактації, які були народжені від матерів першої, другої, третьої і четвертої лактації. Серед *завдань* – визначити індекс осіменіння, коефіцієнт відтворної здатності, тривалість сервіс-, сухостійного та міжотельного періодів корів-дочок другої лактації.

**Матеріал і методи досліджень**

Відібране поголів'я корів-дочок другої лактації залежно від віку голштинських матерів було сформоване в чотири групи: I група (n=22) – тварини, народжені від корів-матерів у першу лактацію; II група (n=25) – тварини, народжені від корів-матерів у другу лактацію; III (контрольна) група (n=28) – тварини, народжені від корів-матерів у третю лактацію; IV група (n=23) – тварини, народжені від корів-матерів у четверту лактацію.

Відтворну функцію піддослідних тварин характеризували за показниками індексу осіменіння, сервіс-, сухостійного та міжотельного періодів (діб), коефіцієнта відтворної здатності, періоду безпліддя (діб) та недоотримання продукції – телят (гол.) і молока (кг), а також встановлювали індекс адаптації.

Індекс адаптації – норма реакції тварин у взаємодії «генотип – середовище» [17]:

$$I = (365 - \text{МОП}) / \text{МЖ} \times 27,40,$$

де: *I* – індекс адаптації; *МОП* – міжотельний період (діб); 365 – тривалість року; *МЖ* – молочна продуктивність корів за закінчену (скорочену) або за 305 діб лактації, виражена в кілограмах молочного жиру; 27,40 – коефіцієнт.

Методи біометричного опрацювання результатів наукових досліджень були націлені насамперед на поставлену мету і завдання досліджень. Увесь отриманий цифровий матеріал опрацьовували згідно із загальноприйнятими методами варіаційної статистики [18, 19] з використанням стандартного пакету статистичних програм «Microsoft Office Excel». За результатами біометричної обробки отриманих даних визначали середню арифметичну величину (*M*) та її похибку (*m*), вірогідність різниці між порівняльними даними – за критерієм Ст'юдента (*td*) з визначенням рівня ймовірності (*P*) – стична вірогідність середніх величин на рівні *P*<0,05 і менше.

**Результати досліджень та їх обговорення**

Рівень відтворювальної функції корів-дочок у другу лактацію (табл. 1) прямо залежав від здатності до запліднення. У піддослідних чотирьох груп індекс осіменіння стрімко зростав від 1,0 до 4,9 одиниці. Тобто у корів I групи на одне запліднення у другу лактацію приходилося 1,0 штучних осіменінь, тоді як у корів IV групи – 4,9 штучних осіменінь, що вище показника тварин I групи майже у 5 разів (*P*<0,001).

**1. Відтворна функція корів-дочок у другу лактацію**

Група тварин	Індекс осіменіння	Сервіс-період, діб	Сухостійний період, діб	МОП, діб	КВЗ
I, n=22	1,0±0,001*	54,6±2,36**	42,7±1,19	331,3±2,45***	1,10±0,009
II, n=25	1,5±0,13	72,2±6,35**	44,8±1,02	350,9±6,43***	1,05±0,017
III (контрольна, n=28)	2,1±0,20	82,7±5,91	45,8±1,08	362,5±5,95	1,01±0,016
IV, n=23	4,9±0,29*	222,3±25,95**	44,8±0,95	501,0±25,84***	0,77±0,035

*Примітки:* \* – *P*<0,05; \*\* – *P*<0,001; \*\*\* – *P*<0,001.

А втім, у корів II і III (контрольної) груп показник індексу осіменіння зростав від 1,5 до 2,1 одиниці. У тварин III (контрольної) групи він становив у середньому 2,1, що перевищувало значення у тварин II групи на 28,57 % (*P*<0,05), а в корів I групи – на 52,38 % (*P*<0,001).

Індекс осіменіння прямо визначав тривалість сервіс-періоду, який, своєю чергою, визначав тривалість лактаційного періоду. Дослідження показали, що сервіс-період у піддослідних тварин I, II і III (контрольної) груп становив у середньому 70 діб, що було наближеним до оптимально значення (80–85 діб). Тільки у тварин IV групи він був найдовшим і становив 222,3 доби, що було у 4,07 раза ( $P<0,001$ ) вище порівняно з тваринами I групи та відповідно у 3,27 раза ( $P<0,001$ ) і у 2,33 раза ( $P<0,001$ ) у порівняно з тваринами II і III (контрольної) групи.

Що стосується періоду сухостою, то він був однаковим у тварин II і IV груп і становив у середньому 44,8 доби. Але піддослідні тварини I групи мали дещо нижчий цей показник, оскільки в них був відносно менш тривалим сухостійний період, середнє значення якого становило 42,7 доби, що було менше значення тварин III (контрольної) групи на 7,26 %.

Міжотельний період був найдовшим у корів IV групи, у яких середнє його значення становило 501,0 доби, що було вище показника корів I і II груп відповідно на 33,87 % ( $P<0,001$ ) і 29,96 % ( $P<0,001$ ), а порівняно з тваринами III (контрольної) групи – на 27,64 % ( $P<0,001$ ). Коефіцієнт відтворної здатності піддослідних корів-дочок другої лактації не опускався нижче показника 0,77 одиниці у тварин IV групи, хоча і не зростав вище 1,10 одиниці у тварин I групи.

Тривалий міжотельний період у первісток IV групи визначив, врешті-решт, низький показник коефіцієнта відтворної здатності, який не перевищував 0,77 одиниці та був меншим від значення корів II і III (контрольної) груп відповідно у 1,36 раза ( $P<0,001$ ) і у 1,31 раза ( $P<0,01$ ), а порівняно з тваринами I групи – у 1,43 раза ( $P<0,01$ ).

Ефективний стан відтворної функції у корів-дочок у другу лактацію, визначив у них показник безпліддя (табл. 2), який своєю чергою впливав на рівень втрат приплоду і молока. Тварини I групи взагалі не мали безпліддя, а тому втрат продукції не було. У піддослідних II і III (контрольних) групах корів період безпліддя був мінімальним і не перевищував 20,3 доби. Ось тому втрати приплоду в цих дослідних групах були мінімальними і становили в середньому відповідно 0,046 і 0,044 голови. При цьому і втрати молока від безпліддя в цих корів також були незначними. Якщо у тварин II групи цей показник становив у середньому 218,1 кг/гол., то у корів контрольної III групи він не перевищував 398,6 кг/гол., що було більше на 45,3 %.

Водночас період безпліддя у тварин IV групи становив у середньому 151,3 доби, що перевищувало показник корів II групи у 7,45 раза ( $P<0,001$ ). За такого рівня безпліддя від кожної тварини було недоотримано у середньому 0,5 голови приплоду. Втрати молока в цих тварин становили у середньому 2596,8 кг/гол., що було більше показника корів III (контрольної) і II груп відповідно 6,51 раза ( $P<0,001$ ) і 11,91 раза ( $P<0,001$ ).

**2. Ефективність відтворної функції корів-дочок у другу лактацію**

Група тварин	Безпліддя, діб	Втрати:		Індекс адаптації
		телят, гол.	молока, кг	
I, n=22	–	–	–	2,3±0,20
II, n=25	13,2±4,81*	0,046±0,0169	218,1±103,3**	1,1±0,37
III (контрольна, n=28)	20,3±4,29	0,044±0,0109	398,6±108,02	0,24±0,36
IV, n=23	151,3±25,95	0,53±0,09	2596,8±375,80	-6,3±1,13***

*Примітки:* \* –  $P<0,05$ ; \*\* –  $P<0,001$ ; \*\*\* –  $P<0,001$ .

Характеризуючи адаптаційну пластичність організму піддослідних тварин у другу лактацію чотирьох дослідних груп, необхідно відмітити, що лише у тварин I, II і III (контрольної) групи груп індекс адаптації мав позитивне значення, тоді як у тварин IV групи він був від’ємний і становив у середньому -6,3 одиниці, що було більше показника корів III (контрольної) групи у 26,3 раза ( $P<0,001$ ).

Проблема відтворення стада на промислових комплексах насамперед стосується племінних господарств, які розводять тварин голштинської породи та досягають удоїв за стандартну лактацію понад 7000 кг молока [20]. У проведених дослідженнях піддослідні тварини IV групи, отриманих від матерів четвертої лактації, характеризувалися досить високим індексом осіменіння (4,9 одиниці) та тривалим сервіс-періодом (222,3 доби), тоді як тварини I, II і III (контрольної) груп, отриманих від матерів відповідно у першу, другу і третю лактації, характеризувалися оптимальними значеннями цих показників – на рівні відповідно 1,0–2,1 і 54,6–82,7.

Alawneh et al., 2012 підкреслюють, що інтервал між отеленнями повинен становити ідеально 13–14 місяців, а тому корів потрібно осіменяти в період 120–150 діб після отелення і ті тварини, які залишилися безплідними, мають великий ризик бути вибракуваними [21]. Але деякі автори, зокрема Santolaria et al., 2012,

пов'язують збільшення продуктивності корів зі зменшенням у них коефіцієнта відтворної здатності. Roche, 2006 наголошує, що високопродуктивні корови мають більший негативний енергетичний баланс і його величина безпосередньо пов'язана з репродуктивною недостатністю [22, 23].

Відповідно до показників відтворної функції у піддослідних корів-дочок були показники як безпліддя, так і втрат продукції від нього. Якщо у корів III (контрольної) групи період безпліддя не перевищував у середньому 20,3 доби, то у тварин IV групи він становив 151,3 доби. При цьому на кожну тварину було недоотримано 0,5 голови приплоду та 2649,8 кг молока.

У другу лактацію показники норми реакції між організмом та середовищем піддослідних корів-дочок були задовільними. При цьому, у корів-дочок I і II груп індекс адаптації був позитивним (відповідно 30, і 0,9), а у корів III (контрольної) і IV груп – від'ємний (відповідно -0,5 і 6,5).

### Висновки

Індекс осіменіння піддослідних груп тварин був невіривняним. Корови I групи відзначились його найменшим значенням – 1,0, тоді як у тварин III (контрольної) групи він виявився вищим вдвічі, а у корів IV групи цей показник був більшим уже в 5 разів.

Сервіс-період напряму залежить від значення індексу осіменіння. У корів I групи він не досягав навіть 60 днів, тоді як у їхніх одноліток IV групи сервіс-період був тривалішим у понад 4 рази і становив 222 доби.

Рівень безпліддя корів-дочок у другу лактацію визначається ефективністю стану відтворної функції. У корів I групи безпліддя і втрати продукції відсутні. У тварин II і III (контрольної) груп рівень безпліддя незначний – 13,3 і 20,3 днів відповідно, а тому втрати телят і молока в середньому становлять 0,045 гол. і 308,4 кг. Корови IV групи відзначились найвищим значенням безпліддя – 151 доба та втратами продукції – 0,53 гол. телят і 2597 кг молока.

Індекс адаптації I, II і III (контрольної) груп тварин був з позитивним значенням і в середньому дорівнював 1,21. Корови IV групи мали від'ємне значення індексу адаптації (-6,3), що перевищувало значення цього показника корів III (контрольної) групи в понад 26 разів.

*Перспективною подальших досліджень* вбачаємо у необхідності дослідити індекс адаптації залежно від тривалості міжотельного і сервіс-періодів цих же тварин.

### References

1. Shrapa, V. S., & Havrylenko, M. S. (2011). Molochna produktyvnist i vidtvorna zdatnist koriv novostvorenykh porid. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series Technology of production and processing of livestock products*, 160 (1), 64–68 [In Ukrainian].
2. Hodovanets, L. V., & Huzieiev, Yu. V. (2013). Vidtvoriuvalna zdatnist koriv holshtynskoi porody v umovakh stepu Ukrainy. *Collection of Scientific Works of VNAU*, 1 (71), 56–61 [In Ukrainian].
3. Pishchan, S. H., Honchar, A. O., & Lytvyshchenko, L. O. (2019). Produktyvni ta vidtvorni pokaznyky holshtynskykh pervistok. *Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference Theory and Practice of Sheep Development in Ukraine in the context of European integration, Dnipro* [In Ukrainian].
4. Shkurko, T. P. (2009). *Produktyvne vykorystannia koriv molochnykh porid : monohrafiia*. Dnipropetrovsk: IMA. [In Ukrainian].
5. Honchar, A. O. (2014). Produktyvni ta vidtvorni yakosti holshtynskykh vysokoproduktyvnykh koriv druhoi laktatsii. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoї 80-richchiu kafedry TV moloka i miasa i 90-richchiu z dnia narodzhennia vchenoho-tekhnohloha, doktora s.-h. nauk, profesora Ye. I. Admina* [In Ukrainian].
6. Pishchan, I. S., Lytvyshchenko, L. O., Honchar A. O., & Pishchan, S. H. (2019). Tryvalyi laktatsiinyi period ta riven molochnoi produktyvnosti koriv na promyslovomu kompleksi. *Cereals*, 3 (1), 139–148 [In Ukrainian].
7. Milostivij, R. V. Vysokos N. P., Kalinichenko, A. A., Vasilenko, T. A., & Milostivaja, D. F. (2017). Produktivnoe dolgoletie korov golshtynskoj porody evropejskoj selekcii v uslovijah promyshlennoj tehnologii. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (3), 169–179. doi: 10.15421/2017\_66 [In Ukrainian].
8. Fricke, P. M. (2017). Reproductive programs to increase the fertility of dairy cows. *Management of a Large Dairy Herd?* 503–520. doi: 10.3168.
9. Maltz, E. (2020). Individual dairy cow management: achievements, obstacles and prospects. *Journal of Dairy Research*, 87 (2), 145–157. doi: 10.1017/s0022029920000382.
10. Mahmoud, S. El-Tarabany, M. S., Khairy, M., & El-Bayoumi. (2015) Reproductive performance of backcross Holstein × Brown Swiss and their Holstein contemporaries under subtropical environmental

conditions. *Research Article Theriogenology*, 3, 444–448.

11. Gorlov, I. F., Fedunin, A. A., Randelin, D. A., & Sulimova, G. E. (2014). Polymorphisms of bGH, RORC, and DGAT1 genes in Russian beef cattle breeds. *Russian Journal of Genetics*, 50 (12), 1302–1307. doi: 10.1134/S1022795414120035.

12. Fenchenko, N. Khairillina, N., Shamsutdinov, D., Galimov, R., Murdashov, R., Shaikhutdinova, A., & Ahmetgariev, N. (2012) Periodization of individual development of cattle on stages of embryogenesis. *Scientific Enquiry in the Contemporary World : Theoretical Basics and Innovative Approach*, 1, 117.

13. Beth, M. L. Lett, M, Brian, & Kirkpatrick, W. (2018). Heritability of twinning rate in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 5 ( 101), 4307–4311.

14. Cottle, D. J., Wallace, M., Lonergan, P., & Fahey, A. G. (2018). Bioeconomics of sexed semen utilization in a high-producing Holstein-Friesian dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 5 (101), 4498–4512.

15. Weigele, H. C., Gygax, L., Steiner, A., Wechsler, B., Burla, J.-B. (2018). Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 3 (101), 2370–2382.

16. Yin, T., & Sven, K. (2018). Genetic parameters for body weight from birth to calving and associations between weights with test-day, health, and female fertility traits. *Journal of Dairy Science*, 3 (101), 2158–2170.

17. Siratskyi ,Y. Z., & Fedorovych, Ye. I. (2001). Adaptatsiini osoblyvosti tvaryn ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 24–28 [In Ukrainian].

18. Merkur'eva, E. K. (1970). *Biometrija v selekcii i genetike sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh*. Moskva: Kolos [In Russian].

19. Plohinskij, N. P. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].

20. Sudarev, N. P., Abylkasymov, D., & Ionova, L. V. (2012). Vosproizvoditel'naja sposobnost' korov molochnyh porod i ih jekonomicheskaja ocenka. *Zootechnics*, 7, 27–28. [In Russian].

21. Alawneh, J. I., Alawneh, M. A. Stevenson, N. B. Williamson, N., Lopez, V., & Otley, T. (2012). The effect of liveweight change on reproductive performance in a seasonally calving, pasture fed dairy herd. *Livestock Science*, 145, 131–139.

22. Santolaria, P., López-Gatius, F., Sánchez-Nadal, J. A. and Yániz, J. (2012). Relationships between body weight and milk yield during the early postpartum period and bull and technician and the reproductive performance of high producing dairy cows. *Relationships Journal of Reproduction and Development*, 58, 366–370.

23. Roche, J. R. (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*, 96, 282–296.

Стаття надійшла до редакції 03.08.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Капшук Н. О. Відтворна здатність дочок другої лактації від голштинських корів-матерів різного віку. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 183–188.

© Капшук Наталя Олексіївна, 2020


**original article** | UDC 612;636 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.21

**MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF DIFFERENT BREED BOARS' SPERMATOZOA UNDER THE ACTION OF HEAT STRESS**

I. V. Pavlova

 ORCID  [0000-0002-8905-8879](https://orcid.org/0000-0002-8905-8879)

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

 E-mail: [inga17pavlova@gmail.com](mailto:inga17pavlova@gmail.com)

## How to Cite

 Pavlova, I. V. (2020). Morphological and physiological peculiarities of different breed boars' spermatozoa under the action of heat stress. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 189–195. doi: 10.31210/visnyk2020.03.21

In summer, farm animals are subjected to intensive heat stress, which is accompanied by a decrease in their reproductive function, especially with significant temperature fluctuations. It has been found out that at high temperatures the quality of sperm deteriorates significantly, especially with regard to survival, total sperm count, morphometric parameters, and the number of defective forms. The aim of the research was to determine the influence of humic substances on morphological and physiological indexes of breeding boars' sperm during heat stress. Adult breeding boars of two breeds, Poltava Meat (PM) and Red-White-Belted meat (RWB) breeds, analogues by age, live weight and quality of sperm, were used in the experiment. The animals were fed with biologically active feed additive "Humilid" during heat stress. As a result of the study it was found that the development of heat stress during the month deteriorated the quality of sperm production in breeding boars and reduced ejaculate weight, sperm count and motility in Poltava Meat breed, by 23.7 %, 21.9 % and 14.6 %, , and in Red - White -Belted meat breed – by 28.4 %, 17.6 % and 22.9 %, respectively. On the 30th day of the experiment, under the action of heat stress, the morphometric indexes of spermatozoa in the breeding boars' ejaculates changed: the total length decreased in Poltava Meat breed by 2.3 % ( $p < 0.01$ ) and in Red-White-Belted meat breed by 2.6 %; head length decreased by 30.2 % ( $p < 0.001$ ) and 5.4 % ( $p < 0.001$ ,) respectively. In animals of the control group of Poltava Meat breed under the action of thermal factor, a larger number of pathological spermatozoa forms was detected on the 30th day – 17.1 % and on the 60th day of the experiment, they reduced by 4.5 %. While in Red-White-Belted meat breed, abnormal spermatozoa forms had a more significant tendency to increase by 54.8 % and 34.2 %, respectively. Feeding humates to breeding boars improved the adaptability of Poltava Meat breed as to increasing the spermatozoa concentration at the end of the main period by 13.8 % and survival ability by 11.5 %, respectively, whereas in animals of Red-White-Belted meat breed, only an increase in spermatozoa concentration by 14.7 % was observed. The using of humates for 60 days resulted in increasing the adaptability to heat stress and also increasing spermatozoa length by 7.3 % in Poltava Meat breed and by 9.7 % in Red-White-Belted meat breed together with decreasing the number of pathological forms.

**Key words:** breeding boars, sperm, heat stress, humic compounds, spermatozoa activity.

**МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СПЕРМІЇВ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ РІЗНИХ ПОРІД ПІД ЧАС ТЕПЛООВОГО СТРЕСУ**

I. B. Павлова

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Досліджено вплив речовин гумінової природи на морфо-фізіологічні показники спермій кнурів-плідників під час теплового стресу. Встановлено, що розвиток теплового стресу протягом місячного періоду погіршує якість спермопродукції у кнурів-плідників – зменшує масу еякуляту, кількість

спермій та їхню рухливість у полтавської м'ясної породи відповідно на – 23,7 %, 21,9 % та 14,6 %, а у червоно-білопоясої м'ясної – 28,4 %, 17,6 % та 22,9 %. Тепловий стрес знижував загальну кількість спермій в еякулятах кнурів-плідників обох порід дослідних груп, однак згодовування гуматів сприяло послабленню дії цього фактору на 60-ту добу у ПМ 9,4% та ЧБП 15,6% відносно контрольних груп. Вживаність спермій у разі дії негативного фактора істотно знижувалася в період експерименту, проте спермії кнурів-плідників ПМ були більш стійкими та переважали за функціональною активністю порівняно із тваринами породи ЧБП на 30-ту добу – 24,1% та 60-ту добу – 14,6 %. Під час теплового стресу на 30-ту добу експерименту у еякулятах кнурів-плідників морфометричні показники спермій змінювались: загальна довжина зменшувалась у полтавської м'ясної породи на 2,3 % ( $p < 0,01$ ) та в червоно-білопоясої м'ясної породи на 2,6 %, а довжина головки відповідно на 30,2 % ( $p < 0,001$ ) та 5,4 % ( $p < 0,001$ ). У тварин інтактної групи полтавської м'ясної породи під впливом теплового фактору виявлено більшу кількість патологічних форм спермій на 30-ту добу – 17,1 % та 60-та доба експерименту їх зменшення на 4,5 %. Тоді як у червоно-білопоясої м'ясної породи аномальні форми спермій мали більш суттєву тенденцію до їхнього збільшення відповідно на 54,8 % та 34,2 %. Згодовування кнурам-плідникам гуматів підвищувало адаптаційну здатність породи полтавська м'ясна – в напрямі збільшення концентрації спермій по закінченні основного періоду 13,8 % та виживаності відповідно на 11,5 %. Тоді як у тварин червоно-білопоясої м'ясної породи відмічено лише збільшення концентрації спермій відповідно на 14,7 %. Вживання гуматів протягом 60-ти днів підвищує адаптаційну здатність до теплового стресу – збільшує довжину спермій на 7,3 % у полтавської м'ясної породи і на 9,7 % у червоно-білопоясої м'ясної породи зі зниженням кількості патологічних форм.

*Ключові слова:* кнури-плідники, сперма, тепловий стрес, гумінові сполуки, активність спермій.

## **МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПЕРМИЕВ ХРЯКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ПОРОД В ПЕРИОД ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛООВОГО СТРЕССА**

**И. В. Павлова**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Установлено влияние веществ гуминовой природы на морфо-физиологические показатели хряков-производителей во время теплового стресса. Развитие теплового стресса сопровождается ухудшением качества спермопродукции хряков-производителей – уменьшение массы эякулята, количества спермиев, их подвижности у полтавской мясной породы соответственно на 23,7 %, 21,9 % и 14,6 %, а у красно-белопоясой мясной – 28,4 %, 17,6 % и 22,9 %. При этом выявлено уменьшение общей длины спермиев и длины их головки, а также увеличение количества патологических форм. Скармливание гуматов хряками-производителями повышает адаптационную способность к тепловому стрессу – у породы полтавская мясная в направлении повышения концентрации спермиев на 13,8 %, выживаемости на 11,5%, а также увеличения общей длины на 7,3 %. В то время как у животных красно-белопоясой мясной породы отмечено увеличение концентрации на 14,7 % и общей длины спермиев на 9,7 %, а также уменьшение количества патологических форм.*

*Ключевые слова:* хряки-производители, сперма, тепловой стресс, вещества гуминовой природы, активность спермиев.

### **Вступ**

Використання кнурів-плідників у комерційних цілях для штучного осіменіння вимагає отримання від них якісної спермопродукції за мінімальних витрат. У літню пору року це питання є особливо актуальним, оскільки розпочинається період високих теплових навантажень на їхній організм. Особливо чутлива до таких негативних впливів репродуктивна система [18]. Саме в період розвитку теплового стресу відбувається зменшення кількісних і якісних показників сперми [19, 20]. Тому у промисловому відтворенні особливу увагу приділяють отриманню якісної спермопродукції кнурів-плідників. При високих літніх температурах якість сперми значно погіршується. У деяких кнурів спермії гинуть усі. Її якість відновлюється лише через 40 днів після того, як температура стає комфортною для тварин. Тоді як запліднення свиноматок при осіменінні значною мірою залежить від якості сперми та морфологічних показників спермій.

Для зменшення негативної дії теплового стресу застосовують оптимізацію умов утримання кнурів-плідників [2]. Але в нинішній кризовій ситуації у країні не кожне господарство та підприємство

може забезпечити повноцінну реконструкцію приміщень для їх утримання. Тому часто використовують властивості різних адаптогенів шляхом їх згодовування з метою покращення відтворювальної здатності цих тварин [9].

Для уникнення сезонного погіршення якості сперми у кнурів-плідників [2] використовують новітні доробки у сфері біологічно активних кормових добавок адаптивного характеру [1,9] з повною екологічною безпекою для навколишнього середовища. Серед таких речовин, які здатні знижувати негативний вплив несприятливих факторів навколишнього середовища на організм сільськогосподарських тварин, провідне місце відводять сполукам гумінової природи [15], які шляхом оптимізації основного обміну здійснюють позитивний вплив на резистентність, серцево-судинну систему, їх ріст та розвиток.

Для дослідження впливу біологічно активних кормових добавок на фізіологічно-морфологічні показники спермій кнурів-плідників під час теплового стресу була обрана добавка гумінової природи «Гумілід», яка виготовляється з екологічно чистих речовин, видобутих на вітчизняних родовищах торфу шляхом кислотно-лужних екстракцій [13].

*Мета* досліджень – встановити вплив речовин гумінової природи на морфо-фізіологічні показники спермій кнурів-плідників під час теплового стресу.

Для досягнення поставленої мети виконано такі *завдання*:

1. Проаналізовано якість спермопродукції у кнурів-плідників різних порід у період теплового стресу;
2. Проведено морфометричний аналіз спермій кнурів-плідників різних порід в умовах теплового стресу;
3. Досліджено вплив гуматів на якість спермопродукції кнурів-плідників різних порід та морфометричні показники спермій під час теплового стресу.

### Матеріали і методи досліджень

Експерименти проведені в умовах Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. У досліді використано кнурів-плідників полтавської м'ясної (ПМ) і червоно-білопоясої м'ясної (ЧБП) порід по 10 голів кожного генотипу, підібраних за методом аналогів (вік, жива маса, якість спермопродукції) [5]. З них сформовано чотири групи кнурів-плідників двох порід ПМ та ЧБП по 5 голів у кожній: I група – контрольна, II – дослідна. Годівля кнурів-плідників здійснювалась згідно з нормами ІСв і АПВ НААН. До корму додавали біологічну добавку «Гумілід», діюча речовина якої в кількості 1% міститься в літрі дистильованої води [13]. Дослідження проводили методом груп-періодів. Тривалість експерименту становила 100 діб, зокрема: 1 період – підготовчий 30 діб, 2 період – основний 40 діб та 3 період – завершальний 30 діб. Основний період тривав у літні місяці (липень-серпень), коли температура у приміщеннях становила 24–28 °С.

Сперму від кнурів одержували мануальним методом з використанням фантома з режимом використання 2 еякулята на тиждень. Якість спермопродукції оцінювали за: масою еякуляту, рухливістю і концентрацією спермій, загальною їхньою кількістю в еякуляті, а також виживанням спермій протягом трьох годин при температурі 38 °С (терморезистентна проба) [8].

Для морфометричної оцінки спермій зразки сперми фарбували барвником еозин – метиленовий синій по Май-Грюнвальду, дослідження мазків проводили при збільшенні 400 разів [7, 10].

### Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз результатів експерименту свідчить про те, що якісні та кількісні показники сперми кнурів-плідників істотно змінювалися впродовж теплового стресу (табл. 1). Встановлено, що в контрольних групах тварин маса еякуляту, кількість спермій та їхня рухливість у полтавської м'ясної зменшувалась відповідно на 23,7 %, 21,9 %, 14,6 %, а у червоно-білопоясої м'ясної на 28,4 %, 17,6 % та 22,9 %. До того ж концентрація спермій під час експерименту зменшувалась у контрольній групі полтавської м'ясної на 30-ту добу – 6,2 % і 60-ту добу – 3,3 %, тоді як дослідна група, що отримувала кормову добавку, мала тенденцію до збільшення цього показника 4,4 % та 9,8 % відповідно. У тварин червоно-білопоясої м'ясної породи в обох групах спостерігалися тенденції щодо росту концентрації спермій, особливо в II групі до 60-ої доби експерименту на 14,7 %. Тепловий стрес знижував загальну кількість спермій у еякулятах кнурів-плідників обох порід дослідних груп, однак згодовування гуматів сприяло послабленню дії цього фактору, особливо це помітно на 60-ту добу у ПМ 9,4 % та ЧБП 15,6 % відносно контрольних груп.

Виживаність спермій в умовах негативного фактора істотно знижувалася в період експерименту, проте спермії кнурів-плідників ПМ були більш стійкими та переважали за функціональною активністю порівняно із тваринами породи ЧБП на 30-ту добу – 24,1 % та 60-ту добу – 14,6 % (табл. 2).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

### 1. Вплив речовин гумінової природи на якість спермопродукції кнурів-плідників різних порід, ( $M \pm m$ ), $n = 10$

Періоди	Групи	Маса еякуляту, г, n=10	Концентрація сперміїв, млрд/см <sup>3</sup> , n=10	Загальна к-ть сперміїв у еякуляті, млрд, n=10	Кількість живих сперміїв у еякуляті, млрд., n=10	Загальна довжина спермія, мкм, n=100	Довжин головки спермія, мкм, n=100
<i>Полтавська м'ясна порода</i>							
1	I	272,32±8,18	0,186±0,04	50,59±1,49	43,35±3,72	58,65±0,115	9,08±0,043
	II	260,05±6,86	0,175±0,005	46,55±2,03	38,63±1,48	56,46±0,019	8,50±0,040
2	I	215,02±7,47	0,172±0,05	36,98±3,31	25,99±3,86	57,37±0,168	6,97±0,041
	II	220,03±10,16 <sub>ooo</sub>	0,183±0,004 <sub>o</sub>	40,26±2,02 <sub>ooo</sub>	30,43±1,99 <sub>ooo</sub>	52,06±0,098 <sub>oo**</sub>	6,88±0,037 <sub>ooo</sub>
3	I	220,50±5,56	0,180±0,02	39,63±3,53	29,64±2,39	55,88±0,136	6,83±0,035
	II	223,06±11,16 <sub>oo</sub>	0,194±0,003 <sub>ooo</sub>	43,26±2,63	35,04±3,03 <sub>*</sub>	56,06±0,044	7,05±0,034 <sub>ooo</sub>
<i>Червоно білопояса м'ясна порода</i>							
1	I	244,08±7,22 <sub>ooo</sub>	0,186±0,04	45,38±1,43 <sub>ooo</sub>	39,16±2,77	59,05±0,135	8,96±0,048
	II	235,87±9,24 <sub>oo</sub>	0,192±0,028	45,12±1,86	38,35±1,80	58,64±0,113	9,10±0,031 <sub>o</sub>
2	I	192,11±5,81 <sub>ooo</sub>	0,190±0,03	36,48±1,73	23,85±1,09	57,70±0,194	8,50±0,051 <sub>ooo</sub>
	II	205,75±6,82 <sub>**ooo</sub>	0,195±0,004	39,56±1,41 <sub>*ooo</sub>	28,01±1,48 <sub>**ooo</sub>	53,02±0,121 <sub>*ooo</sub>	7,28±0,025 <sub>*ooo</sub>
3	I	190,09±7,69 <sub>ooo</sub>	0,203±0,01	38,57±2,03	27,07±0,83	56,31±0,131 <sub>o</sub>	7,76±0,048 <sub>o</sub>
	II	203,55±5,83 <sub>*oo</sub>	0,225±0,011 <sub>**o</sub>	45,74±2,13 <sub>***ooo</sub>	33,43±1,69 <sub>**ooo</sub>	58,72±0,097 <sub>*o</sub>	7,01±0,036 <sub>*</sub>

*Примітки:* \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – порівняно з початковим періодом; o –  $p < 0,05$  oo –  $p < 0,01$ ; ooo –  $p < 0,001$  – порівняно з кнурами полтавської м'ясної породи; ° –  $p < 0,05$  °° –  $p < 0,01$ ; °°° –  $p < 0,001$  – порівняно з кнурами дослідних груп;

1 – підготовчий період. 2 – 30-та доба. 3 – 60-та доба; I – контрольна група. II – дослідна група.

Встановлено міжпорідну різницю за морфологічними показниками сперміїв, тварини породи ЧБП мали більші показники загальної довжини спермія та окремо голівки.

У підготовчий період кнури-плідники породи ЧБП мали більшу загальну довжину сперміїв на 3,7 % та довжину їх голівки на 6,6 % відносно іншого дослідного генотипу. Однак під час теплового стресу на 30-ту добу експерименту спостерігалось значне зменшення загальної довжини сперміїв у I групі на 8,5 % ( $p < 0,01$ ) та у II групі на 10,6 % ( $p < 0,001$ ). У дослідній групі з розвитком адаптаційних властивостей організму, зважаючи і на вживання гуматів, вже на 60-ту добу досліджень спостерігалось зростання цього показника на – 7,3 % в ПМ та 9,7 % у ЧБП.

Довжина голівки спермія протягом експериментального періоду істотно зменшувалась після дії теплового стресу у тварин дослідної групи ПМ на 30-ту добу 30,0 % ( $p < 0,001$ ), та 60-ту добу – 32,9 % ( $p < 0,001$ ) порівняно з початковим показником. У тварин породи ЧБП цей показник знижувався відповідно на 5,4 % та 15,4 %. У разі згодовування кормової добавки «Гумілід» довжина голівки спермія зменшилась, в ПМ – 23,5 % ( $p < 0,001$ ) та 20,6 % ( $p < 0,001$ ), відповідно в ЧБП порід – 25,0 % ( $p < 0,001$ ) та 29,8 % від початкового періоду. Згодовування біологічно активної добавки протягом 60 діб сприяло активізації адаптивних можливостей організму.

До дії теплового стресу кількість патологічних сперміїв в обох породах була в межах норми, що збігається з результатами інших дослідників [5, 6, 11, 17].

Під час теплового стресу на 30-ту добу експерименту з'явилася значна кількість дефективних сперміїв. У контрольній групі тварин спостерігалось збільшення дефективних сперміїв у тварин ПМ на 17,1 % та ЧБП порід – 54,8 %, де траплялися такі аномалії – закручений хвостик, відсутність голівки, протоплазматичні краплі на хвостиках. Наявність дефектів цих клітин спостерігалася майже у всіх

**СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО**

зразках. Це свідчить про те, що тепловий стрес при його тривалій дії негативно вплинув на морфометричні показники сперміїв кнурів, спричинивши появу дефективних форм цих клітин, які не придатні до запліднення.

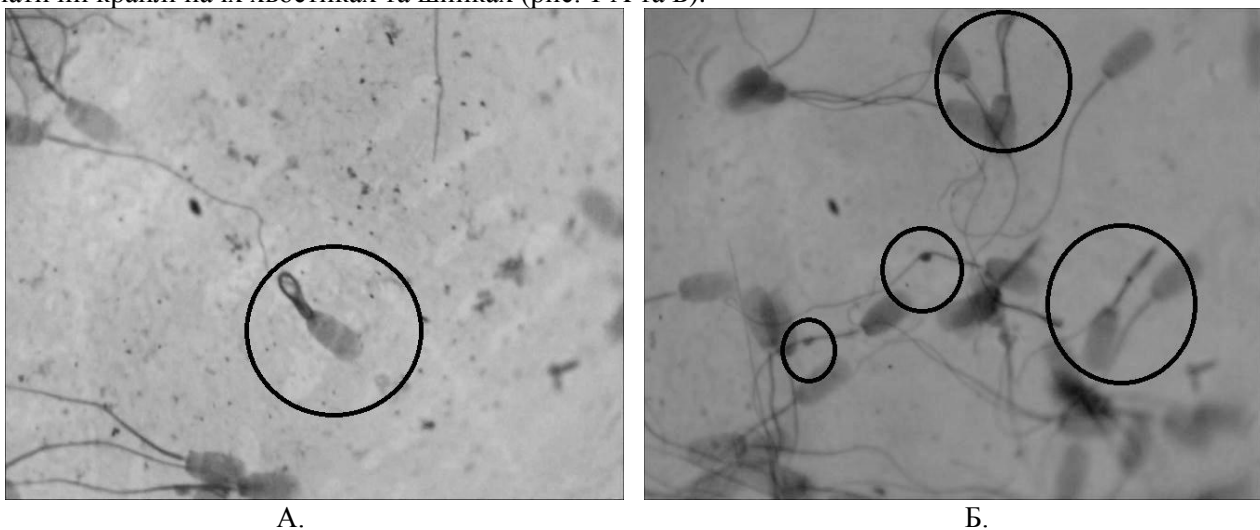
**2. Морфометричні показники сперміїв кнурів-плідників різних порід, (M±m), n=10**

Періоди	Групи	Рухливість сперміїв, %	Вживаність сперміїв, %, n=100	Аномальні форми сперміїв, %, n=100	Цілісність акросом, %, n=100	Цитоплазматичні краплі, %, n=100
<i>Полтавська м'ясна порода</i>						
1	I	85,73±0,102	73,21±0,435	12,82±0,137	90,67±0,283	9,16±0,137
	II	83,46±0,172	74,06±0,138	13,15±0,110	87,29±0,232	8,43±0,068
2	I	70,34±0,263	62,33±0,408	17,39±0,125	82,47±0,313	5,75±0,048
	II	75,68±0,245 *** <sup>oo</sup>	69,08±0,171 <sup>ooo</sup>	12,33±0,105 *** <sup>o</sup>	90,76±0,161 *	3,18±0,498 *** <sup>ooo</sup>
3	I	74,18±0,232	66,61±0,349	13,74±0,139	85,70±0,095	4,82±0,477
	II	81,02±0,272 **	72,06±0,189	8,57±0,079 ** <sup>ooo</sup>	93,34±0,155 *** <sup>oo</sup>	2,46±0,036 <sup>ooo</sup>
<i>Червоно білопояса м'ясна порода</i>						
1	I	86,36±0,337	73,20±0,334	10,43±0,081	92,13±0,293□	6,87±0,082
	II	85,05±0,242	71,00±0,176 □	11,18±0,084 □	90,73±0,151	7,35±0,068
2	I	65,47±0,292 □□	48,33±0,354 □□□	18,91±0,204	83,45±0,289	5,69±0,059
	II	70,84±0,194 * <sup>ooo</sup> □□	55,64±0,239 * <sup>ooo</sup> □□□	10,58±0,095 ***□□	86,59±0,165 <sup>ooo</sup> □□□	5,57±0,083 <sup>oo</sup> □
3	I	70,72±0,326	58,31±0,306 □□□	15,82±0,179	80,26±0,248 □	6,43±0,083
	II	73,16±0,199 <sup>ooo</sup> □□	62,89±0,209 <sup>ooo</sup> □□□	11,66±0,092 **□□□	88,44±0,167 ** <sup>o</sup> □□□	5,15±0,097 <sup>o</sup> □□□

*Примітки:* \* – p<0,05; \*\* – p<0,01; \*\*\* – p<0,001 – порівняно з початковим періодом; □ – p<0,05 □□ – p<0,01; □□□ – p<0,001 – порівняно з кнурами полтавської м'ясної породи; <sup>o</sup> – p<0,05 <sup>oo</sup> – p<0,01; <sup>ooo</sup> – p<0,001 – порівняно з кнурами дослідних груп;

1 – підготовчий період. 2 – 30-та доба. 3 – 60-та доба; I – контрольна група. II – дослідна група.

Зі збільшенням тривалості дії теплового стресу на 60-ту добу експерименту спостерігалось зростання кількості дефективних сперміїв – закручених хвостиків, аномально великі розміри, протоплазматичні краплі на їх хвостиках та шийках (рис. 1 А та Б).



А.

Б.

**Рис. 1. Фотографічне зображення препарату зі сперміями контрольної групи тварин порід: А. – полтавської м'ясної та Б. – червоно-білопоясої м'ясної на 60-ту добу експерименту (фарбування еозин метиленовий синій по Май-Грюнвальду) × 400**

Тварини, що отримували біологічно активну добавку гумінової природи мали меншу кількість дефективних форм сперміїв у породи ПМ на 6,5 % 30-та доба та 54,1 % 60-та доба в порівнянні з початковими показниками. Отримані дані свідчать про позитивний вплив препарату навіть за несприятливих навколишніх умов. Тоді як тварини породи ЧБП були менш чутливими до дії цієї добавки.

Отже, тепловий стрес має негативний вплив на весь організм кнурів, але насамперед це відбивається на репродуктивній системі [2, 18, 24]. Очевидно, що цей фактор негативно діє на морфологічні та біологічні показники сперміїв [20], і без втручання практично неможливо уникнути появи дефективних форм. Одним із ефективних та економічно доцільних способів є використання біологічно активних добавок, що було доведено в ході експерименту [22].

Встановлено, що протягом всього досліджуваного зменшення кількості дефективних форм сперміїв спостерігалось у тварин дослідної групи на 60-ту добу, це очевидно обумовлюється сумарним ефектом біологічно активної кормової добавки, про що свідчать світовий та вітчизняний досвід учених [9], які досліджували її вплив на якість спермопродукції [1], підвищення резистентності [3], продуктивних якостей [3, 15] та покращення фізико-хімічних властивостей м'яса свиней [23].

Використовувана біологічно активна кормова добавка «Гумілід» при накопиченні в організмі кнурів-плідників здатна задіяти адаптивні можливості їхнього організму та покращити якість спермопродукції в період теплового стресу.

### Висновки

1. Встановлено, що розвиток теплового стресу протягом місячного періоду погіршує якість спермопродукції у кнурів-плідників – зменшує масу еякуляту, кількість сперміїв та їхню рухливість у полтавської м'ясної породи відповідно на – 23,7 %, 21,9 % та 14,6 %, а у червоно-білопоясої м'ясної – 28,4 %, 17,6 % та 22,9 %.

2. Під час теплового стресу на 30-ту добу експерименту у еякулятах кнурів-плідників морфометричні показники сперміїв змінювались: загальна довжина зменшувалась у полтавської м'ясної породи на 2,3 % ( $p < 0,01$ ) та в червоно-білопоясої м'ясної породи на 2,6 %, а довжина головки відповідно на 30,2 % ( $p < 0,001$ ) та 5,4 % ( $p < 0,001$ ).

3. У тварин інтактної групи полтавської м'ясної породи під дією теплового фактору виявлено більшу кількість патологічних форм сперміїв на 30-ту добу – 17,1 % та 60-та доба експерименту їх зменшення на 4,5 %. Тоді як у червоно-білопоясої м'ясної породи аномальні форми сперміїв мали більш суттєву тенденцію до їхнього збільшення відповідно на 54,8 % та 34,2 %.

4. Додаткове згодовування кнурам-плідникам гуматів підвищувало адаптаційну здатність породи полтавська м'ясна – в напрямі збільшення концентрації сперміїв по закінченні основного періоду 13,8 % та виживаності відповідно на 11,5 %. Тоді як у тварин червоно-білопоясої м'ясної породи відмічено лише збільшення концентрації сперміїв відповідно на 14,7 %.

5. Вживання гуматів протягом 60-ти діб підвищує адаптаційну здатність до теплового стресу – збільшує довжину сперміїв на 7,3 % у полтавської м'ясної породи і на 9,7 % у червоно-білопоясої м'ясної породи зі зниженням кількості патологічних форм.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у вивченні відтворювальної функції кнурів-плідників та свиноматок з метою отримання нащадків з максимальним рівнем продуктивності.

### References

1. Buchko, O. M. (2013). Vilnoradykalni protsesy v orhanizmi porosiat za dii huminovoї dobavky. *Biologhiia Tvaryn*, 15 (1), 27–33 [In Ukrainian].
2. Huria, V. M., Usachova, V. Ye., Myronenko, O. I., & Slynko, V. H. (2019). Temperaturnyi komfort i produktyvnist svynei. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademi*, 2, 105–113. doi: 10.31210/visnyk2020.03.20 [In Ukrainian].
3. Hryban, V. H. (2010). Vykorystannia preparativ huminovoї pryrody dlia stymuliatsii rezystentnosti i produktyvnosti tvaryn. *Materialy Mezhdunarodnoj konferenciya «Humynovye veshchestva y fytohormony v selskom khoziaistve»*. Dnepropetrovsk [In Ukrainian].
4. Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen z biologii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
5. Kvasnytskyi, A. V. (1983). *Iskusstvennoe osemnenye svynei*. Kiev: Urozhai [In Russian].
6. Levyn, K. L. (1990). *Fyziolohyia y patolohyia vosproyvodstva svynei*. Moskva: Rosahropromyzzdat [In Russian].
7. Lylly, R. (1969). *Patolohycheskaia tekhnika y praktycheskaia hystokhymyia*. Moskva: Myr

[In Russian].

8. Melnyk, Yu. F. (2003). *Instruktsija iz shtuchnoho osimeninnia svynej*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

9. Moskalenko, S. P. (2018). Myrovoj opyt yspolzovanyia humynovykh kyslot v skotovodstve i svynovodstve. *Osnovy i Perspektivy Orhanyzatsyi Byotekhnolohyi*, 4, 11–15 [In Russian].

10. Romeis, B. (1953), *Mykroskopycheskaia tekhnika*. Moskva: Ynostrannaia lyteratura [In Russian].

11. Steklenev, E. P. (2005). Morfohenetycheskaja kharakterystika hamet mlekopytaiushchikh v svyazi s ikh hybrydzatsyej. Kiev: Ahrarna nauka [In Russian].

12. Rybalka, V. P. (Red.). (2005). *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].

13. TU U 15.7-00493675-004:2009 «Biologichno aktyvna kormova dobavka Humilid». *Chynnyi vid 2006-08-03*. (2007). Kyiv [In Ukrainian].

14. Shostia, A. M. (2015). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u svynei. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Lviv Nacionalnyj Univesytet Medytsyny ta Biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho, Lviv [In Ukrainian].

15. Shvetsova, O. M. & Stepchenko, L. M. (2014). Vplyv biologichno aktyvnoi kormovoi dobavky Humilid na fiziologichniy status ta produktyvni yakosti svynomatok. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Naukovo-Doslidnoho Tsentru Biobezpeky ta Ekologichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 2 (1). Retrived from: [http://biosafety-center.com/naukovi\\_vydannya/pdf/2\\_12.pdf](http://biosafety-center.com/naukovi_vydannya/pdf/2_12.pdf) [In Ukrainian].

16. Fraishtat, D. M. (1980). *Reaktyvy y preparaty dlia mykroskopii*. Moskva: Khymyia [In Russian].

17. Khokhlov, A. M., & Vasylev, V. S. (2014). Otsenka polovykh kletok svynomatok y khriakov v zavysymosti ot vozrastnykh i henetycheskykh faktorov. *Svynarstvo*, 65, 94–100 [In Russian].

18. Usachova, V. Ye., Hyria, V. M., Rak, T. M., Siabro, A. S., Pavlova, I. V. (2020). Teplostiikist svynei riznykh porid. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademi*, 2, 149–153. doi: 10.31210/visnyk2020.02.18. [In Ukrainian].

19. Becker, R. B., & Wilcox, C. J. (1969). Hereditary defects of spermatozoa. *Animals Digest*, 17 (12), 8–10.

20. Blom E. (1973). Studies on boar semen. I. A new major defect in the sperm head, the "SME"-defect. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 14 (4), 633–635.

21. Duhig, K., Chappell, L. C., & Shennan, A. H. (2016). Oxidative stress in pregnancy and reproduction. *Obstetric Medicine*, 9 (3), 113–116.

22. Ji, F., Mc Glone, J. J. & Kim, S. W. (2006). Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics and ammonia emission. *Journal of Animal Science*, 84, 2482–2490. doi: 10.2527/jas.2005-206.

23. 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.

24. Čeřovský, J., Frydrychová, S., Lustyková, A., & Rozkot, M. (2005). Changes in boar semen with a high and low level of morphologically abnormal spermatozoa. *Czech Journal of Animal Science*, 50 (7), 289–299.

Стаття надійшла до редакції 05.08.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Павлова І. В. Морфо-фізіологічні особливості сперміїв кнурів-плідників різних порід під час теплового стресу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 189–195.

© Павлова Інга Володимирівна, 2020


**original article** | 636.4.08 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.22

**PROOXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS IN SPERM OF BREEDING BOARS WITH DIFFERENT TYPES OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY**

 V. G. Stoianovskiy<sup>1</sup>

 S. O. Usenko<sup>2\*</sup>


 A. M. Shostya<sup>2</sup>


 V. I. Bereznytskyi<sup>2</sup>


 O. O. Usenko<sup>2</sup>


 Ye. V. Slynko<sup>2</sup>

 ORCID  [0000-0002-2057-869X](https://orcid.org/0000-0002-2057-869X)

 ORCID  [0000-0001-9263-5625](https://orcid.org/0000-0001-9263-5625)

 ORCID  [0000-0002-1475-2364](https://orcid.org/0000-0002-1475-2364)

 ORCID  [0000-0002-3261-2066](https://orcid.org/0000-0002-3261-2066)

 ORCID  [0000-0001-9813-4741](https://orcid.org/0000-0001-9813-4741)
<sup>1</sup> Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

<sup>2</sup> Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

\*Corresponding author

 E-mail: [sveta\\_usenko@ukr.net](mailto:sveta_usenko@ukr.net)

## How to Cite

 Stoianovskiy, V. G., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Bereznytskyi, V. I., Usenko, O.O., & Slynko, Ye.V. (2020). Pro-oxidant-antioxidant homeostasis in sperm of breeding boars with different types of higher nervous activity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 196–204. doi: 10.31210/visnyk2020.03.22

The peculiarities of types of higher nervous activity influence on the formation of pro-oxidant-antioxidant homeostasis in the ejaculates of breeding boars have been studied. Using motor-nutritional techniques, adult breeding boars of the Large White breed aged 24–36 months were distributed according to the main types of higher nervous activity. Four groups of 3 heads in each were formed. The first group included animals of a strong balanced lively (mobile) type; group II - a strong balanced calm (inert); group III - strong unbalanced (unrestrained); group IV – weak types of higher nervous activity. Sperm was obtained from breeding boars manually dividing the ejaculate into 4 fractions: F<sub>1</sub> – the first, F<sub>2</sub> – the second, F<sub>3</sub> – the third, F<sub>4</sub> – the fourth. It has been found out that the indexes of sperm production and the course of peroxidation processes in breeding boars are determined by the type of their higher nervous activity (HNA). In animals of strong unbalanced and weak types of HNA, the peroxidation process is more intensive, the antioxidant protection system is at a lower level – less superoxide dismutase activity ( $p < 0.05$ ), lower concentration of ascorbic acid ( $p < 0.001$ ), vitamin A ( $p < 0.01–0.001$ ) and vitamin E ( $p < 0.001$ ). At the same time, ejaculate mass and sperm saturation in individuals of weak HNA type was minimal ( $p < 0.001$ ). It has been found that sperm saturation significantly affects the course of peroxidation processes. Spermatozoa from the second ejaculate fraction were characterized by the highest survival ability, while in the third one they quickly lost functional activity. The sperm functional activity and peculiarities of PAH formation depend on types of HNA – acceleration of peroxidation processes is probable in strong unbalanced and weak types because of higher concentration of diene conjugates and dehydroascorbic acid. In animals with strong balanced lively and calm types of HNA, a higher level of antioxidant protection was registered as a result of catalase and superoxide dismutase activity, the amount of reduced glutathione, ascorbic acid and vitamin E. In the first and fourth ejaculate fractions, SOD activity, vitamin A and vitamin E were absent, which determined low functional activity and sperm survival ability. These fractions from a strong unbalanced and weak types of HNA were characterized by a probably higher content of DC ( $p < 0.05–0.01$ ) and TBA-active complexes ( $p < 0.05–0.001$ ), as well as a lower amount of AA ( $p < 0.01$ ), reduced glutathione ( $p < 0.05$ ) and SOD activity.

*Key words: breeding boars, types of higher nervous activity, sperm production, ejaculate fractions, peroxidation, antioxidants, spermatozoa.*

## ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНИЙ ГОМЕОСТАЗ У СПЕРМІ КНУРІВ-ПЛІДНИКІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

*В. Г. Стояновський<sup>1</sup>, С. О. Усенко<sup>2</sup>, А. М. Шостя<sup>2</sup>, В. І. Березницький<sup>2</sup>, О. О. Усенко<sup>2</sup>, Є. В. Слинько<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Досліджено особливості впливу типів вищої нервової діяльності на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у еякулятах кнурів-плідників. Використовуючи рухово-харчову методику, було протиповано дорослих кнурів-плідників великої білої породи віком 24–36 місяців за основними типами вищої нервової діяльності. Було сформовано чотири групи по 3 голови в кожній. До I-ї групи було віднесено тварин сильного врівноваженого жвавого (рухливого); II групи – сильного врівноваженого спокійного (інертного); III групи – сильного неврівноваженого (нестримного); IV групи – слабкого типів вищої нервової діяльності. Сперму отримували від кнурів-плідників, мануально розділяючи еякулят на 4 фракції – F<sub>1</sub> – перша, F<sub>2</sub> – друга, F<sub>3</sub> – третя, F<sub>4</sub> – четверта. Встановлено, що у кнурів-плідників показники спермопродукції і перебіг процесів пероксидації обумовлюється типом їх вищої нервової діяльності. У тварин сильного неврівноваженого і слабкого типів ВНД перебіг процесів пероксидації відбувається більш інтенсивно, система антиоксидантного захисту перебуває на нижчому рівні – менша активність супероксиддисмутази ( $p < 0,05$ ), концентрація аскорбінової кислоти ( $p < 0,001$ ), вітаміну А ( $p < 0,01–0,001$ ) та вітаміну Е ( $p < 0,001$ ). При мінімальній масі еякулятів та насиченості сперміями в особин слабкого типу ВНД ( $p < 0,001$ ). З'ясовано, що насиченість сперміями сперми істотно впливає на перебіг процесів пероксидації. Спермії із другої фракція еякуляту характеризувались найвищою виживаністю, третьою – більш швидко втрачають функціональну активність. Функціональна активність сперміїв і особливості формування ПАГ залежать від типів ВНД – вірогідне прискорення процесів пероксидації в сильного неврівноваженого і слабкого - більша концентрація дієних кон'югатів, дегідроаскорбінової кислоти. У тварини сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД спостерігається вищий рівень антиоксидантного захисту – активність каталази, супероксиддисмутази, кількість відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти і вітаміну Е. У першій і четвертій фракціях еякулятів встановлено відсутність активності СОД, вмісту вітаміну А та вітаміну Е, що визначає низьку функціональну активність та виживаність сперміїв. Ці фракції від сильного неврівноваженого і слабкого типів ВНД характеризуються вірогідно вищим вмістом ДК ( $p < 0,05–0,01$ ) і ТБК-активних комплексів ( $p < 0,05–0,001$ ), а також низькою кількістю АК ( $p < 0,01$ ), відновленого глутатіону ( $p < 0,05$ ) та активністю СОД.

**Ключові слова:** кнури-плідники, типи вищої нервової діяльності, спермопродукція, фракції еякуляту, спермії.

## КАЧЕСТВО СПЕРМОПРОДУКЦИИ У ХРЯКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОВ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*В. Г. Стояновский<sup>1</sup>, С. А. Усенко<sup>2</sup>, А. М. Шостя<sup>2</sup>, В. И. Березницкий<sup>2</sup>, О. А. Усенко<sup>2</sup>, Е. В. Слинько<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологии имени С.З. Гжицкого, г. Львов, Украина

<sup>2</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Установлено, что у хряков-производителей показатели спермопродукции и протекание процессов пероксидации обуславливается типом высшей нервной деятельности. У животных сильного неуравновешенного и слабого типов ВНД протекание процессов пероксидации происходит более интенсивно, система антиоксидантной защиты находится на низком уровне – меньшая активность суперок-

сиддисмутазы ( $p < 0,05$ ), концентрация аскорбиновой кислоты ( $p < 0,001$ ), витамина А ( $p < 0,01-0,001$ ) и витамина Е ( $p < 0,001$ ). Функциональная активность сперматозоидов и особенности формирования ПАГ зависят от типов ВНД – вероятно ускорение процессов пероксидации у сильного неуравновешенного и слабого – большая концентрация диеновых конъюгатов, дегидроаскорбиновой кислоты. У животного сильного уравновешенного оживленного и спокойного типов ВНД наблюдается высокий уровень антиоксидантной защиты – активность каталазы, супероксиддисмутазы, количество восстановленного глутатиона, аскорбиновой кислоты и витамина Е. В первой и четвертой фракциях эякулятов установлено отсутствие активности СОД, содержания витамина А и витамина Е, что определяет низкую функциональную активность и выживаемость спермиев.

**Ключевые слова:** хряки-производители, типы высшей нервной деятельности, спермопродукция, фракции эякулята, сперматозоиды.

### Вступ

Серед дієвих важелів збільшення обсягів виробництва продукції свинарства є нарощування поголів'я свиней на основі широкого використання методу штучного осіменіння. Це досягається через максимальне використання генетичного потенціалу кнурів-плідників, що стає можливим при фізіологічно правильній годівлі, утриманні та технології отримання сперми, і дасть змогу повною мірою проявити статеві рефлекси, які часто визначаються особливостями вищої нервової діяльності.

Адаптаційна здатність, резистентність, продуктивні та відтворювальні показники сільськогосподарських тварин перебувають під впливом нервової системи, яка формується, зважаючи на умовно-рефлекторну діяльність, швидкість якої визначається особливостями метаболізму [4, 10, 11]. Зокрема, у свиней доведено вплив типів вищої нервової діяльності (ВНД) на перебіг процесів пероксидації, що супроводжується перетворенням активних форм Оксигену, рівень яких перебуває під динамічним контролем прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) [12, 26, 31].

Спермії є особливо чутливими до змін ПАГ. Фізіологічні рівні активних форм Оксигену часто виконують сигнальну роль, регулюють життєздатність цих клітин [18, 21]. Зниження антиоксидантного захисту клітин епідидиміса супроводжується зростанням кількості активних форм Оксигену, які ініціюють апоптоз спермій, знижуючи їхню запліднюючу здатність [17, 32, 33, 35], порушують ерекційну функцію [14], ушкоджують структуру ДНК, що часто полягає в основі загибелі зигот, ембріонів і нащадків [16, 23].

Пізнання особливостей впливу ПАГ на процеси дозрівання спермій дозволить глибше зрозуміти важливі процеси репродукції у свиней. З'ясування механізмів формування даних гомеостатичних констант матиме важливе значення для розкриття закономірностей перебігу фізіолого-метаболічних процесів, що відбуваються при проходженні спермій статевими шляхами кнурів-плідників та свиноматок для розроблення підходів до прогнозування і регулювання запліднюючої здатності цих клітин. Це й зумовлює науково-практичну актуальність проведення таких досліджень.

*Метою* досліджень було з'ясувати вплив типів вищої нервової діяльності на формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі *завдання*:

- визначено типи вищої нервової діяльності у кнурів-плідників;
- досліджено стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу (ПАГ) у фракціях еякулятів кнурів-плідників різних типів вищої нервової діяльності.

### Матеріал і методи досліджень

Експерименти було проведено в умовах станцій штучного осіменіння свиней Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН та Державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» ІС і АПВ НААН».

Для визначення основних типологічних властивостей нервової діяльності у свиней використано спрощену рухово-харчову методику, пристосовану до виробничих умов, яка відповідає біологічним і фізіологічним особливостям свиней. Ця методика дає можливість визначити типологічні особливості свиней протягом 4–5 днів [3]. Визначення типів ВНД проводили шляхом детального вивчення їхньої поведінки. Із протипованих кнурів-плідників великої білої породи віком 24–36 місяців за основними типами вищої нервової діяльності було сформовано чотири групи по 3 голови в кожній. I група – сильний врівноважений жвавий (рухливий); II група – сильний врівноважений спокійний (інертний); III група – сильний неврівноважений (нестримний); IV група – слабкий тип ВНД. Крім цього звертали увагу на прояв 5 безумовних статевих рефлексів – локомоторного (зближення, статевий потяг), ерек-

ції, об'ємального і парувального.

Поранжовані кнури-плідники за типом вищої нервової діяльності мали окремі біологічні особливості. Тварини сильного врівноваженого жвавого типу характеризувались міцною конституцією, активною реакцією на зовнішні подразники з добре орієнтовним рефлексом.

Тварини врівноваженого спокійного типу мали добре розвинений кістковий і м'язовий каркас, знижена їх рухова активність супроводжувалась ожирінням, іноді вони слабо, невміло орієнтуються у приміщенні.

Представники сильного неврівноваженого типу, маючи міцну тілобудову, добре реагували на зміни подразників зовнішнього середовища, а також у них слабо вироблялись умовні рефлекси.

Слабкий тип нервової системи був у кнурів-плідників, які мали слабку конституцію, насторожено реагували на зміну незнайомої обстановки, бажали уникати помірних і сильних подразників. Ці тварини мали підвищену збудливість, швидше виснажувались при інтенсивних статевих навантаженнях.

Сперму отримували від кнурів-плідників мануально з урахуванням загального часу еякуляції, розділяючи еякулят на 4 фракції –  $F_1$  – перша,  $F_2$  – друга,  $F_3$  – третя,  $F_4$  – четверта з подальшим відбором зразків. Якість сперми визначили за такими показниками: вага еякуляту, концентрація, рухливість та виживаність сперміїв згідно з Інструкцією зі штучного осіменіння [5]. Режим статевого навантаження складав 2 садки на тиждень. Для уникнення виникнення гальмівних нервових процесів при проявленні статевого рефлексу в манежі зберігали умови для формування позитивних умовних рефлексів (місце отримання сперми, незмінне чучело свиноматки, один технік).

Для оцінки стану прооксидантно-антиоксидантного стану у спермі кнурів-плідників аналізували інтенсивність перебігу процесів пероксидного окиснення, визначаючи концентрацію дієнових кон'югатів – спектрофотометрично [2] і ТБК-активних комплексів (альдегіди і кетони) – фотоелектроколориметрично [6]. Стан системи антиоксидантного захисту оцінювали за активностями супероксиддисмутази [1] та каталази [8], кількістю відновленого глутатіону [13], вітаміну А і вітаміну Е [7], аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот [6].

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх міжгрупових різниць використовували t-критерій Ст'юдента, а результат вважали вірогідним після  $p < 0,05$ .

### Результати досліджень та їх обговорення

Дані експерименту свідчать про те, що максимальною масою еякулятів характеризуються кнури-плідники сильного врівноваженого жвавого типу, а мінімальною слабого типу ( $p < 0,001$ ). Найбільш насиченими сперміями були еякуляти в особин сильного врівноваженого живого та сильного неврівноваженого нестриманого, найменш – сильного врівноваженого спокійного і слабого типів ВНД.

Результати дослідження вказують на те, що кнури-плідники з різним типом ВНД мають окремі особливості формування ПАГ у еякулятах (табл. 1). Загалом у спермі тварин сильного врівноваженого жвавого та спокійного типів ВНД насиченість дієновими кон'югантами була мінімальною, тоді як у сильного неврівноваженого суттєво переважала відповідно в 1,4 та 1,8 рази. Найбільш контрастна різниця кількості цих речовин була встановлена у другій та третій фракціях еякуляту.

Встановлено, що найбільш інтенсивно процеси пероксидного окиснення протікають у тварин слабого та сильного неврівноваженого типів, де концентрація ТБК-активних сполук істотно переважає відносно особин сильного врівноваженого спокійного відповідно на 33,8 і 42,0 %. При цьому найменшою ємністю системи антиоксидантного захисту характеризувались тварини сильного врівноваженого типу, де приріст концентрації ТБК-активних сполук становив – 16,5 %, тоді як у представників інших типів ВНД він сягав – 21,8–37,0 %. Загалом у порядку збільшення рівня цих сполук встановлено таке ранжування перша, четверта, третя та друга фракції сперми. Очевидно така залежність обумовлена тим, що у другій фракції сперми кнурів-плідників рухливість сперміїв є найбільшою. Максимальною функціональною активністю цих гамет характеризувались тварини сильного врівноваженого живого типу, а мінімальною – слабого ( $p < 0,001$ ). Спермії четвертої фракції характеризуються найнижчою рухливістю, особливо у тварин сильного врівноваженого живого типу.

Виявлено, що рівень СОД суттєво не відрізнявся в різних типів ВНД, однак у сильного врівноваженого спокійного активність була максимальною, переважаючи в інших типів у межах 24,3–31,1 %. При цьому активність цього ензиму була невідновленою в першій фракції сперми, у четвертій – мінімальна, другій – максимальна.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

### 1. Інтенсивність процесів пероксидації у спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm t$

Фракції еякуляту, n	Типи вищої нервової діяльності			
	Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
<i>Дієнові кон'югати, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	1,92±0,23	1,33±0,15*	2,24±0,22	5,53±0,21***
F <sub>2</sub> , n=30	9,17±1,08	7,7±0,98	13,43±1,21**	803±1,05
F <sub>3</sub> , n=30	5,56±0,82	4,31±0,69	7,35±1,07	6,24±0,99
F <sub>4</sub> , n=30	2,21±0,17	1,81±0,25	3,53±0,49**	3,74±0,82
Середня кількість, =120	4,64±0,43	3,79±0,38	6,64±0,57**	5,89±0,43*
<i>ТБК-активні комплекси, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	5,78±0,93	7,18±1,01	12,2±1,38***	11,73±2,01*
F <sub>2</sub> , n=30	34,23±3,07	25,37±3,74	31,73±4,38	34,43±2,92
F <sub>3</sub> , n=30	24,37±3,36	8,43±1,19	15,38±2,81*	194±2,21
F <sub>4</sub> , n=30	9,32±1,13	8,39±10,99	15,20±2,21***	19,47±2,36***
Середня кількість, =120	18,42±1,57	12,34±1,22**	18,63±1,57	21,26±1,39
<i>ТБК-активні комплекси після інкубування, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	7,38±0,99	10,3±1,44	16,83±2,02***	14,25±1,87**
F <sub>2</sub> , n=30	43,8±2,41	32,73±2,22*	43,1±2,61	39,77±1,73
F <sub>3</sub> , n=30	25,36±3,67	19,63±1,84	20,3±2,25	32,57±3,69
F <sub>4</sub> , n=30	1167±1,20	15,73±2,01	19,62±2,29**	22,20±2,44***
Середня кількість, =120	22,05±1,74	19,60±1,21	24,96±1,49	27,19±1,54*
<i>Супероксиддисмутаза, у.о./мл</i>				
F <sub>1</sub>	-	-	-	-
F <sub>2</sub> , n=30	0,94±0,1	0,98±0,17	0,71±0,14	0,76±0,16
F <sub>3</sub> , n=30	0,48±0,09	0,67±0,12	0,58±0,07	0,54±0,09
F <sub>4</sub> , n=30	0,25±0,04	0,56±0,07***	0,24±0,03	0,31±0,04
Середня кількість, n=90	0,56±0,05	0,74±0,07*	0,51±0,06	0,54±0,06
<i>Каталаза, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	8,02±1,03	10,23±1,11	11,43±1,26*	12,17±1,45*
F <sub>2</sub> , n=30	16,83±1,95	25,4±2,97*	13,37±1,79	9,02±0,65***
F <sub>3</sub> , n=30	27,7±2,94	43,47±1,53***	18,53±2,44	20,37±2,26
F <sub>4</sub> , n=30	12,37±1,54	15,20±1,82	12,43±1,99	16,27±23,90
Середня кількість, =120	16,23±1,18	23,57±1,51***	13,94±0,96	14,45±0,97

Примітки: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – порівняно з I-ю групою.

Активність каталази була істотно вищою у другій і третій фракції еякуляту переважно у кнурів-плідників сильного врівноваженого спокійного типу ( $p < 0,05 \dots 0,001$ ). У тварин інших досліджуваних типів ВНД встановлено аналогічну закономірність розподілу активності каталази у фракціях.

У спермі кнурів-плідників I і II груп вміст відновленого глутатіону вірогідно переважав над встановленим у тварин III-ї групи ( $p < 0,05 \dots 0,001$ ) та IV груп ( $p < 0,05 \dots 0,001$ ) (табл. 2). Максимальною концентрацією цієї речовини характеризувались F<sub>2</sub> і F<sub>3</sub> еякуляту. При чому найбільша різниця у 44,9 % ( $p < 0,05$ ) існувала в межах другої фракції між особинами слабого та сильного врівноваженого жвавого на користь останнього типу.

Насиченість сперми аскорбіновою кислотою була вірогідно найменшою ( $p < 0,05 \dots 0,001$ ), а її окисненої форми найбільшою ( $p < 0,01$ ) у представників сильного неврівноваженого і слабого типів, а в сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів встановлено існування протилежної закономірності. Виявлено, що інтенсивне накопичення дегідроаскорбінової кислоти через окиснення її відновленої форми спостерігалось у третій фракції еякуляту та незначно повільніше у другій.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

### 2. Вміст низькомолекулярних антиоксидантів у спермі кнурів-плідників залежно від типу вищої нервової діяльності, $M \pm t$

Фракції еякуляту	Типи вищої нервової діяльності			
	Сильний врівноважений жвавий (I група)	Сильний врівноважений спокійний (II група)	Сильний неврівноважений (III група)	Слабкий (IV група)
<i>Відновлений глутатіон, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	0,26±0,08	0,21±0,03	0,29±0,04	0,23±0,02
F <sub>2</sub> , n=30	0,78±0,14	0,65±0,17	0,46±0,11	0,43±0,1*
F <sub>3</sub> , n=30	0,68±0,12	0,53±0,06	0,38±0,04*	0,40±0,07
F <sub>4</sub> , n=30	0,43±0,08	0,34±0,04	0,21±0,03**	0,26±0,03*
Середня кількість, n=120	0,54±0,05	0,43±0,048	0,34±0,03***	0,33±0,03***
<i>Аскорбінова кислота, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	5,72±0,79	4,84±0,92	4,12±0,81	3,88±0,51
F <sub>2</sub> , n=30	13,12±2,88	10,17±1,86	7,18±1,02	8,27±0,70
F <sub>3</sub> , n=30	10,38±4,51	8,30±1,04	6,52±0,97	8,15±1,13
F <sub>4</sub> , n=30	7,27±1,06	5,39±1,02	3,56±0,52**	5,04±0,99
Середня кількість, n=120	9,12±0,90	7,17±0,65	5,34±0,43***	6,33±0,46**
<i>Дегідроаскорбінова кислота, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub> , n=30	3,57±0,52	4,19±0,87	4,29±0,72	5,82±0,78*
F <sub>2</sub> , n=30	11,17±1,88	8,37±1,35	1,29±2,04	14,08±1,84
F <sub>3</sub> , n=30	9,07±1,41	7,13±1,03	11,00±1,04	13,10±1,58
F <sub>4</sub> , n=30	6,77±0,86	5,37±0,65	5,6±0,63	9,23±1,06
Середня кількість, n=120	7,64±0,67	6,26±0,51	8,45±0,69	10,56±0,73**
<i>Вітамін А, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub>	-	-	-	-
F <sub>2</sub> , n=30	1,09±0,15	0,79±0,09	1,51±0,12*	1,31±0,08
F <sub>3</sub> , n=30	0,82±0,09	0,69±0,08	0,91±0,11	0,74±0,10
F <sub>4</sub>	-	-	-	-
Середня кількість, n=60	0,96±0,13	0,74±0,09	0,21±0,13***	1,02±0,11
<i>Вітамін Е, мкмоль/л</i>				
F <sub>1</sub>	-	-	-	-
F <sub>2</sub> , n=30	2,48±0,17	2,15±0,14	2,01±0,13*	1,43±0,11***
F <sub>3</sub> , n=30	1,73±0,14	1,65±0,18	0,93±0,22**	1,41±0,15**
F <sub>4</sub>	-	-	-	-
Середня кількість, n=60	2,10±0,18	1,9±0,17	1,47±0,21*	1,27±0,13***

*Примітки:* \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  – порівняно з I-ю групою.

Максимальною концентрацією вітаміну А характеризувалась друга фракція еякулятів кнурів-плідників, а у третій фракції його вміст був меншим на 24,8 % (I-а група), 12,6 % (II-а група), 39,7 % (III-я група) та 43,5 % (IV-а група). При цьому вітамін А у першій та четвертій фракціях еякуляту не визначено. У другій та третій фракціях еякулятів кількість цього вітаміну була у тварин сильного врівноваженого спокійного.

Загалом мінімальною кількістю вітаміну А у спермі характеризувались тварини сильного врівноваженого спокійного, а максимальною сильного неврівноваженого типів ВНД, де різниця між ними становила відповідно 47,7 % ( $p < 0,01$ ) та 24,2 %.

Визначення вмісту вітаміну Е у еякуляті показало його відсутність у F<sub>1</sub> та F<sub>4</sub> фракціях сперми. Максимальний рівень цього вітаміну встановлений у F<sub>2</sub> фракції, дещо меншу у F<sub>3</sub>. Максимальним вмістом вітаміну Е характеризувались кнури-плідники сильного врівноваженого жвавого типу, в інших типів його кількість виявилась меншою на 9,5% в сильного врівноваженого спокійного, 30 % ( $p < 0,05$ ) сильного неврівноваженого та 39,5 % ( $p < 0,001$ ) у слабого. Встановлено вірогідно нижчу концентрацію вітаміну Е у F<sub>2</sub> фракції в особин сильного неврівноваженого і слабого типів порівняно із сильним врівноваженим жвавим відповідно на 19,0 ( $p < 0,05$ ) та 42,3 % ( $p < 0,001$ ), а в F<sub>3</sub> дещо меншу різницю на 46,2 % ( $p < 0,01$ ) і 35,8 % ( $p < 0,01$ ).

Встановлений розподіл компонентів антиоксидантного захисту та особливості перебігу процесів пероксидного окиснення в різних фракціях еякулятів, очевидно, визначав функціональну активність спермій. Виявлено, що спермії із другої фракції сперми характеризувались найвищою життєздатністю, а найменшою – четвертої. У третій фракції сперми спермії більш швидко втрачають функціональну активність, особливо у тварин сильного врівноваженого жвавого і сильного врівноваженого спокійного типів ВНД відповідно на 22,8 % та 17 %.

Отже, викладені результати експерименту вказують на істотний вплив типу вищої нервової діяльності на якість спермопродукції та формування ПАГ у еякулятах у кнурів-плідників. Це, очевидно, відбувається через центри регуляції еякуляції – окремі ділянки середнього мозку, мигдалевидне тіло і мозочок [22]. Ці структури мозку впливають прямо чи опосередковано через гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникову, а також гіпоталамо-гіпофізарно-гонадну системи на формування біологічної повноцінності спермій у придатку сім'яника, тонус гладкої мускулатури сім'яного протоку, вивільнення секрету із цибулевидних і передміхурових залоз, скорочення тазових судин та м'язів [19].

Важливою особливістю діяльності центральної нервової та репродуктивної систем є відкриття спільних рис функціональної активності спермій із нервовими клітинами, які їх об'єднують – властивість до екзоцитозу та рецепторної передачі сигналів за допомогою активних форм Оксигену [28, 30].

Протягом сперматогенезу та під час зберігання відбувається поетапна зміна умов дозрівання спермій в абіотичному стані, їх розрідження секретами цибулевидних залоз після еякуляції з набуттям властивості до руху та капацитації. У розвитку цих процесів особливу увагу відводять активним формам оксигену та інтенсивності перебігу процесів пероксидації. Саме накопичення ТБК-активних речовин у спермі сильних неврівноважених та слабких типів може супроводжуватися зниженням рухливості спермій та підвищенням проникності їх мембран [15, 25, 34]. При цьому доведено, що високі рівні відновленого глутатіону у спермі тварин врівноваженого рухливого й інертного типів істотно підвищують систему антиоксидантного захисту та сприяють покращенню рухливості спермій та цілісності їх акросом [27].

Встановлені особливості формування ПАГ у різних частинах еякуляту, особливо у F<sub>2</sub> і F<sub>3</sub> фракціях – інтенсивний перебіг процесів пероксидації, очевидно, зумовлений сперміями, які здатні генерувати незначні кількості активних форм оксигену. Про різний ПАГ у сім'яниках у процесі дозрівання спермій також відмічає [24]. Встановлено, що у придатку сім'яника спостерігається невисока активність СОД, глутатіонпероксидази та мінімальна активність каталази. Однак у секретах передміхурової залози (спермальній плазмі) виявлено максимальні рівні СОД і каталази.

Отже, до дії технологічних факторів особливо вразливими виявляються тварини слабого та сильного неврівноваженого жвавого типів вищої нервової діяльності, що проявляється прискоренням процесів пероксидації в репродуктивних органах, зокрема спермі. Це може призводити до зниження відтворювальної здатності у сільськогосподарських тварин [9, 20].

### Висновки

У кнурів-плідників показники спермопродукції і перебіг процесів пероксидації обумовлюється типом їхньої вищої нервової діяльності. У тварин сильного неврівноваженого і слабого типів ВНД перебіг процесів пероксидації відбувається більш інтенсивно, система антиоксидантного захисту перебуває на нижчому рівні – менша активність супероксиддисмутази ( $p < 0,05$ ), концентрація аскорбінової кислоти ( $p < 0,001$ ), вітаміну А ( $p < 0,01-0,001$ ) та вітаміну Е ( $p < 0,001$ ). При мінімальній масі еякулятів та насиченості сперміями в особин слабого типу ВНД ( $p < 0,001$ ). З'ясовано, що насиченість сперміями сперми істотно впливає на перебіг процесів пероксидації. Спермії із другої фракції еякуляту характеризувались найвищою виживаністю, із третьої – більш швидко втрачають функціональну активність. Функціональна активність спермії і особливості формування ПАГ залежать від типів ВНД – вірогідне прискорення процесів пероксидації в сильного неврівноваженого і слабого – більша концентрація дієнових кон'югатів, дегідроаскорбінової кислоти. У тварини сильного врівноваженого жвавого і спокійного типів ВНД спостерігається вищий рівень антиоксидантного захисту – активність каталази, супероксиддисмутази, кількість відновленого глутатіону, аскорбінової кислоти і вітаміну Е. У першій і четвертій фракціях еякулятів встановлено відсутність активності СОД, вмісту вітаміну А та вітаміну Е, що визначає низьку функціональну активність та виживаність спермій. Дані фракції від сильного неврівноваженого і слабого типів ВНД характеризуються вірогідно вищим вмістом ДК ( $p < 0,05-0,01$ ) і ТБК-активних комплексів ( $p < 0,05-0,001$ ), а також нижчою кількістю АК ( $p < 0,01$ ), відновленого глутатіону ( $p < 0,05$ ) та активністю СОД.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження буде спрямовано на підвищення повноцінності отримуваних спермоз через оптимізацію процесів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників та покращення функціональної активності спермії.

## References

1. Brusov, O. S., Herasymov, A. M., & Panchenko, L. F. (1976). Vliyanye pryrodnikh ynhybytorov radikalnykh reaktsyi na avtookyslenye adrenalyna. *Biulleten Eksperimentalnoi Byolohyy u Medytsyni*, 1, 33–35 [In Russian].
2. Havrylov, V. B., & Melkorudnaia, M. Y. (1983). Spektrofotometrycheskoe opredelenye sodержaniya hydroperekyssei lypydov v plazme krovy. *Laboratornoe Delo*, 3, 33–36 [In Russian].
3. Evdokymov, N. V. (2013) *Selektsyonno-henetycheskye pryemy povysheniya produktyvnosti khriakov. Uchebnoe posobyе*. Cheboksari: Chuvashskaia HSKhA [In Russian].
4. Evdokymov, N. V., & Kamaldynov, Y. N. (2020) Vosproyzvodytelnaia sposobnost khriakov s raznymi tytamy visshoi nervnoi deiatelnosti. *Veterynarnii Vrach*, 1, 41–48 [In Russian].
5. Melnyk, Yu. F. (Red.). (2003). *Instruktsiia iz shtuchnoho osimeninnia svynei* (2003). Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
6. Kaidashev, I. P. (1996). *Posibnyk z eksperymentalno–klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny*. Poltava [In Ukrainian].
7. Rybalka, V. P. (Red.). (2005). *Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi*. Poltava [In Ukrainian].
8. Koroliuk, M. A., Yvanova, L. Y., Maiorova, Y. H., & Tokare, E. V. (1988). Metod opredeleniia aktyvnosti katalazi. *Laboratornoe Delo*, 1, 16–19 [In Russian].
9. Nezhdanov, A. H., & Smyrnova, E. V. (2014) Etolohycheskaia aktyvnost doinikh korov kak pokazatel ykh reproduktyvnogo zdorovia. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 13 (108), 163–166 [In Russian].
10. Postoi, R. V., Karpovskiy, V. I., & Postoi, V. V. (2019) Vmist tryatsylhlitseroliv ta kholesterolu v krovi kholostykh svynomatok zalezno vid osoblyvostei diialnosti nervovoi systemy. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 5 (81). doi: 10.31548/dopovidi2019.05.014 [In Ukrainian].
11. Trokoz, V. O., & Shesterynska, V. V. (2017) *Osoblyvosti obminu vuhlevodiv u svynei riznykh tytip vyshchoi nervovoi diialnosti: Monohrafiia*. Kyiv: Ekspo-druk [In Ukrainian].
12. Peskyn, A. V. (1998). O rehuliatornoii roly aktyvnykh form kysloroda. *Byokhymiya*, 63 (9), 1309–1308 [In Russian].
13. Shabunyn, S. V. (2010). *Metodycheskye polozeniya po yzucheniiu protsessov svobodnoradykalnoho okysleniia v sisteme antyoksydantnoi zashchyty orhanyzma*. Voronezh [In Russian].
14. Agarwal, A., Gupta, S., & Sikka, S. (2006) The role of free radicals and antioxidants in reproduction. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*, 18, 325–332.
15. Barranco, I., Tvarijonaviciute, A., Perez-Patiño, C., Parrilla, I., Ceron, J. J., Martinez, E. A., Rodriguez-Martinez, H., & Roca, J. (2015). High total antioxidant capacity of the porcine seminal plasma (SP-TAC) relates to sperm survival and fertility. *Scientific Reports*, 5 (1). doi: 10.1038/srep18538.
16. Chen, H., Liao, S.-B., Cheung, M. P. L., Chow, P. H., Cheung, A. L. M., & O, W. S. (2012). Effects of sperm DNA damage on the levels of RAD51 and p53 proteins in zygotes and 2-cell embryos sired by golden hamsters without the major accessory sex glands. *Free Radical Biology and Medicine*, 53 (4), 885–892. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.007.
17. Folgerø, T., Bertheussen, K., Lindal, S., Torbergsen, T., & Øian, P. (1993). Andrology: Mitochondrial disease and reduced sperm motility. *Human Reproduction*, 8 (11), 1863–1868. doi: 10.1093/oxfordjournals.humrep.a137950.
18. Forman, H. J. (2007). Use and abuse of exogenous H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in studies of signal transduction. *Free Radical Biology and Medicine*, 42 (7), 926–932. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.011.
19. Fode, M., Krogh-Jespersen, S., Brackett, N. L., Ohl, D. A., Lynne, C. M., & Sønksen, J. (2011). Male sexual dysfunction and infertility associated with neurological disorders. *Asian Journal of Andrology*, 14 (1), 61–68. doi: 10.1038/aja.2011.70.
20. García-Díaz, E. C., Gómez-Quiroz, L. E., Arenas-Ríos, E., Aragón-Martínez, A., Ibarra-Arias, J. A., & Retana-Márquez, M. del S. I. (2015). Oxidative status in testis and epididymal sperm parameters after acute and chronic stress by cold-water immersion in the adult rat. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, 61 (3), 150–160. doi: 10.3109/19396368.2015.1008071.
21. Hensley, K., Robinson, K. A., Gabbita, S. P., Salsman, S., & Floyd, R. A. (2000). Reactive oxygen species, cell signaling, and cell injury. *Free Radical Biology and Medicine*, 28 (10), 1456–1462. doi: 10.1016/s0891-5849(00)00252-5.

22. Holstege, G., Georgiadis, J. R., Paans, A. M. J., Meiners, L. C., van der Graaf, F. H. C. E., & Reinders, A. A. T. S. (2003). Brain Activation during Human Male Ejaculation. *The Journal of Neuroscience*, 23 (27), 9185–9193. doi: 10.1523/jneurosci.23-27-09185.2003.
23. Kankofer, M., Albera, E., Feldman, M., Gundling, N., & Hoedemaker, M. (2010). Comparison of antioxidative/oxidative profiles in blood plasma of cows with and without retained fetal placental membranes. *Theriogenology*, 74 (8), 1385–1395. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.06.009.
24. Koziorowska-Gilun, M., Koziorowski, M., Fraser, L., & Strzeżek, J. (2010). Antioxidant Defence System of Boar Cauda Epididymidal Spermatozoa and Reproductive Tract Fluids. *Reproduction in Domestic Animals*, 46 (3), 527–533. doi: 10.1111/j.1439-0531.2010.01701.x.
25. Kumaresan, A., Kadirvel, G., Bujarbaruah, K. M., Bardoloi, R. K., Das, A., Kumar, S., & Naskar, S. (2009). Preservation of boar semen at 18°C induces lipid peroxidation and apoptosis like changes in spermatozoa. *Animal Reproduction Science*, 110 (1-2), 162–171. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.01.006.
26. Lewis, S. E. M., Sterling, E. S. L., Young, I. S., & Thompson, W. (1997). Comparison of individual antioxidants of sperm and seminal plasma in fertile and infertile men. *Fertility and Sterility*, 67 (1), 142–147. doi: 10.1016/s0015-0282(97)81871-7.
27. 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.
28. Meizel, S. (2004). The sperm, a neuron with a tail: “neuronal” receptors in mammalian sperm. *Biological Reviews*, 79 (4), 713–732. doi: 10.1017/s1464793103006407.
29. Narayan, E., & Parisella, S. (2017). Influences of the stress endocrine system on the reproductive endocrine axis in sheep (*Ovis aries*). *Italian Journal of Animal Science*, 16 (4), 640–651. doi: 10.1080/1828051x.2017.1321972.
30. Pierce, A., Miller, G., Arden, R., & Gottfredson, L. S. (2009). Why is intelligence correlated with semen quality? Biochemical pathways common to sperm and neuron function and their vulnerability to pleiotropic mutations. *Communicative & Integrative Biology*, 2 (5), 385–387. doi: 10.4161/cib.2.5.8716.
31. Purdey, M. S., Connaughton, H. S., Whiting, S., Schartner, E. P., Monro, T. M., Thompson, J. G., Aitken, J., Abell, A. D. (2015). Boronate probes for the detection of hydrogen peroxide release from human spermatozoa. *Free Radical Biology and Medicine*, 81, 69–76. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.01.015.
32. Velayutham, M., Hemann, C., & Zweier, J. L. (2011). Removal of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and generation of superoxide radical: Role of cytochrome c and NADH. *Free Radical Biology and Medicine*, 51 (1), 160–170. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2011.04.007.
33. Vicari, E. (2000). Effectiveness and limits of antimicrobial treatment on seminal leukocyte concentration and related reactive oxygen species production in patients with male accessory gland infection. *Human Reproduction*, 15 (12), 2536–2544. doi: 10.1093/humrep/15.12.2536.
34. 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.
35. Zakošek Pipan, M., Mrkun, J., Kosec, M., Nemeč Svete, A., & Zrimšek, P. (2014). Superoxide Dismutase: A Predicting Factor for Boar Semen Characteristics for Short-Term Preservation. *BioMed Research International*, 2014, 1–7. doi: 10.1155/2014/105280.

Стаття надійшла до редакції 11.08.2020 р.

#### Бібліографічний опис для цитування:

Стояновський В. Г., Усенко С. О., Шостя А. М., Березницький В. І., Усенко О. О., Слинко Є. В. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі кнурів-плідників з різними типами вищої нервової діяльності. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 196–204.

© Стояновський Володимир Григорович, Усенко Світлана Олексіївна, Шостя Анатолій Михайлович, Березницький Віктор Іванович, Усенко Олег Олександрович, Слинко Єлизавета Вікторівна, 2020




original article | UDC 639.11.65:616.99:576:595.132.7 |  
doi: 10.31210/visnyk2020.03.23

## EPIZOOTOLOGICAL PECULIARITIES OF THE COURSE OF CATTLE AND SHEEP PARASITOSE IN THE SUMMER PASTURE PERIOD


V. Yevstafieva

ORCID  [0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)


O. Kruchynenko

ORCID  [0000-0003-3508-0437](https://orcid.org/0000-0003-3508-0437)


V. Melnychuk\*

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)


S. Mykhailiutenko

ORCID  [0000-0001-6634-1244](https://orcid.org/0000-0001-6634-1244)


L. Korchan

ORCID  [0000-0002-6064-5922](https://orcid.org/0000-0002-6064-5922)

N. Shcherbakova

ORCID  [0000-0002-3573-7673](https://orcid.org/0000-0002-3573-7673)

O. Dolhin

ORCID  [0000-0003-0368-317X](https://orcid.org/0000-0003-0368-317X)

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

\*Corresponding author

E-mail: [melnychyk86@ukr.net](mailto:melnychyk86@ukr.net)

### How to Cite

Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., Korchan, L., Shcherbakova, N., & Dolhin, O. (2020). Epizootological peculiarities of the course of cattle and sheep parasitoses in the summer pasture period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 205–212. doi: 10.31210/visnyk2020.03.23

Parasitic diseases of ruminants are widely spread in many countries and cause significant economic losses to livestock farming. Intensification of this branch affects the species composition, prevalence and intensity indices of the invasion, as well as the peculiarities of the course of parasitoses. The study of separate aspects of the epizootological process in animal parasitic disease will allow to prevent their occurrence and to implement effective preventive measures in time. The research was conducted at the Laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary- Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian Academy. The aim of the study was to elucidate the peculiarities of spreading cattle and sheep parasitoses during the summer pasture period. According to the results of coproovoscopic studies, it has been found that cattle are affected by pathogens of trichuriasis, fasciolosis and eimeriosis, in which the average prevalence of parasitoses infestation is 75.0 %. The intensity of helminthic invasions, on average, ranged from 8.28 to 12.50 eggs in 1 g of feces, and eimeriosis – was 29.13 oocysts/g. In 83.33 % of cases, mono-invasions were diagnosed (eimeriosis – 60 %, trichuriasis – 20 % and fasciolosis – 20 %). Eimeriosis-trichuriasis (16.66 % of the total number of diseased animals) was registered in mixed invasions. It has been found that sheep in the summer-pasture period are affected by strongylates of the digestive organs, trichuriasis, strongyloides and eimeriosis, and prevalence of infection was 20.0 %. The intensity of helminthic invasions, on average, ranged from 28.0 to 232.0 eggs/g, and eimeriosis – was 652 oocysts/g. Sheep parasitoses in sheep were mostly in the form of poly-invasions (71.43 % of the total number of diseased animals), which were represented by two- (90.48 % of detected poly-invasions) and three-component (9.52 %) associations of helminthes and coccidia. Simultaneous course of strongyloidiasis and strongylatosis of digestive organs was most often detected (76 % of detected poly-invasions). Mono-invasions were diagnosed in 28.57 % of infected animals. They were represented by two varieties: strongyloidiasis (63.64 % of the number of animals suffering from mono-invasion), and strongylatosis (36.36 %).

**Key words:** parasitoses, cattle, sheep, spreading, mono-invasion, mixed-invasion, degree of infestation

**ЕПІЗООТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ПАРАЗИТОЗІВ У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ТА ОВЕЦЬ У ЛІТНЬО-ПАСОВИЩНИЙ ПЕРІОД**

*В. О. Євстаф'єва, О. В. Кручиненко, В. В. Мельничук, С. М. Михайлютенко, Л. М. Корчан, Н. С. Щербакова, О. С. Долгін*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*Паразитарні хвороби жуйних тварин широко розповсюджені в багатьох країнах світу і завдають суттєвих економічних збитків тваринництву. Інтенсифікація цієї галузі впливає на видовий склад, показники екстенсивності й інтенсивності інвазії, а також особливості перебігу паразитозів. Вивчення окремих аспектів епізотологічного процесу у разі паразитарних захворювань тварин дозволить своєчасно попередити їх виникнення та впровадити ефективні профілактичні заходи. Дослідження виконували на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. Метою досліджень було з'ясувати особливості поширення паразитозів великої рогатої худоби та овець у літньо-пасовищний період. За результатами проведених копроовоскопічних досліджень встановлено, що велика рогата худоба уражена збудниками трихуридозу, фасціольозу та еймеріозу, де середня екстенсивність інвазії паразитами становить 75,0 %. Інтенсивність гельмінтозних інвазій в середньому коливалася від 8,28 до 12,50 яєць у 1 г фекалій, а еймеріозної – становила 29,13 ооцист/г. У 83,33 % випадків діагностовано моноінвазії (еймеріозну – 60 %, трихуриозну – 20 % та фасціольозну – 20 %). З мікстинвазій реєстрували еймеріозно-трихуриозну (16,66 % від загальної кількості хворих тварин). Виявлено, що вівці у літньо-пасовищний період уражені стронгілятами органів травлення, трихуридами, стронгілоїдами та еймеріями, де екстенсивність інвазії паразитами становила 20,0 %. Інтенсивність гельмінтозних інвазій, в середньому, коливалася від 28,0 до 232,0 яєць/г, а еймеріозної – становила 652 ооцисти/г. Переважно паразитози в овець перебігали як поліінвазії (71,43 % від загальної кількості хворих тварин), що були представлені дво- (90,48 % від виявлених поліінвазій) та трикомпонентними (9,52 %) асоціаціями гельмінтів та кокцидій. Найчастіше виявляли одночасний перебіг стронгілоїдесів та стронгілят органів травлення (76 % від виявлених поліінвазій). Моноінвазії діагностували у 28,57 % інвазованих тварин. Вони були представлені двома різновидами: стронгілоїдозна (63,64 % від кількості тварин, хворих на моноінвазії), та стронгілятозна (36,36 %).*

**Ключові слова:** паразитози, велика рогата худоба, вівці, поширення, моноінвазії, мікстинвазії, ступінь ураження.

**ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ПАРАЗИТОЗОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ОВЕЦ В ЛЕТНЕ-ПАСТБИЩНЫЙ ПЕРИОД**

*В. А. Евстафьева, О. В. Кручиненко, В. В. Мельничук, С. Н. Михайлютенко, Л. Н. Корчан, Н. С. Щербакова, А. С. Долгин*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

*Представлены результаты изучения особенностей распространения паразитозов крупного рогатого скота и овец в летне-пастбищный период. Установлено, что у крупного рогатого скота фауна представлена возбудителями трихуридоза, фасциолеза и эймериоза, где средняя экстенсивность инвазии паразитами составила 75,0 %. В 83,33 % случаев диагностирована моноинвазия (еймериозная, трихуриозная и фасциолезная). Фауна паразитозов у овец представлена возбудителями стронгилятозов органов пищеварения, трихуридоза, стронгилоидоза и эймериоза, где экстенсивность инвазии составила 20,0 %. Заболевания, преимущественно, протекали в виде полиинвазий (71,43 %), которые были представлены двух- (90,48 %) и трехкомпонентными (9,52 %) ассоциациями гельминтов и кокцидий.*

**Ключевые слова:** паразитозы, крупный рогатый скот, овцы, распространение, моноинвазии, микстинвазии, степень поражения.

**Вступ**

Паразитози жуйних тварин в Україні завжди були і залишаються окремою, досить часто значною, проблемою для фахівців ветеринарної медицини [1–3]. Під час стійлово-пасовищного періоду в орга-

нізмі великої рогатої худоби можуть формуватися стійкі паразитоценози, співчленами яких є гельмінти (шлунково-кишкові стронгіляти, фасціоли, парамфістоми) й найпростіші, зокрема еймерії [4].

З травня 2014 року по квітень 2015 року іноземні науковці вивчали паразитофауну жуйних тварин м. Сохаг (Єгипет). З'ясовано, що у великої рогатої худоби ЕІ гельмінтами в середньому становила 47,5 %, у буйволів – 30,0 %, а у овець – 50,3 %, де домінуючими виявилися нематоди родини *Trichostrongylidae* [5].

В Ефіопії ступінь ураження жуйних тварин гельмінтами шлунково-кишкового тракту був вищий у овець (63,33 %), ніж у великої рогатої худоби (36,84 %) та кіз (52,67 %) [6]. На території Індії встановлено, що ураження великої рогатої худоби збудниками паразитозів було вищим, ніж у буйволів [7].

Дослідження, проведені в Північно-Східній Колумбії, підтверджують циркуляцію в жуйних тварин таких паразитів, як *Eimeria* spp., *Fasciola hepatica* та гельмінтів ряду *Strongylida*. Варто зазначити, що ураженість овець виявилася вищою (63,0 %), ніж у великої рогатої худоби (50,5 %) [8]. У вівчарських господарствах Португалії ідентифіковані такі види паразитів: *Nematodirus* spp., *Skrjabinema* spp., *Moniezia expansa*, *Moniezia benedeni*, *Trichuris* spp., *Capillaria* spp., *Eimeria* spp., *Dicrocoelium* spp. і *Fasciola hepatica* [9]. Встановлено, що найбільш поширені серед паразитозів овець міста Кумасі (Гана) були нематоди шлунково-кишкового тракту (ЕІ – 94,5 %). Ураженість ооцистами еймерій була також досить високою – 51,8 % [10].

За даними вітчизняних авторів встановлено, що вівці значно уражені збудниками стронгілятозів шлунково-кишкового тракту (ЕІ – 54,60 %). Водночас доведено їх асоціативний перебіг з монієзіями, еймеріями, трихурисами та стронгілоїдесами. В умовах господарств Полтавської області найвищі показники екстенсивності та інтенсивності стронгілятозної інвазії зафіксовано у молодняку овець віком від одного до двох років (ЕІ – 69,66 %, ІІ – 295,51±26,02 яєць у 1 г фекалій) [11]. Іншими дослідження свідчать, що паразитофауна еймерій кіз на території м. Полтави була представлена такими видами: *Eimeria arloingi* (Marotel, 1905, Martin, 1909), ЕІ – 56 %; *E. caprina* (Lima, 1979), ЕІ – 30 %; *E. alijeji* (Musaev, 1970), ЕІ – 28 %; *E. ninakohlyakimovae* (Yakimoff-Rastegaieff, 1930), ЕІ – 15 %; *E. jolchijevi* (Musaev, 1970), ЕІ – 12 %; *E. christenseni* (Levine, Ivens & Fritz, 1962), ЕІ – 6 % [12]. На території Харківщини у овець виявлено трихурозно-еймеріозну мікстинвазію, що перебігала на фоні шлунково-кишкових стронгілятозів переважно у формі паразитоносійства. Водночас нематодіруси виявилися найчисельнішим видом серед стронгілят шлунково-кишкового тракту тварин [13].

З огляду на значне розповсюдження протозоозів та гельмінтозів серед великої рогатої худоби та овець у світі, зокрема в Україні, метою досліджень було встановити ступінь інвазованості великої рогатої худоби та овець збудниками паразитозів у літньо-пасовищний період. Для досягнення мети розв'язували такі задачі: з'ясувати склад збудників шлунково-кишкових паразитів, що інвазують тварин у літньо-пасовищний період; виявити особливості перебігу збудників паразитозів у складі моно- та мікстинвазій.

### Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж літнього періоду 2020 року на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії і в умовах СБК «Радянський» Полтавської області. При паразитологічному обстеженні поголів'я основними показниками ураження великої рогатої худоби та овець збудниками гельмінтозів та протозоозів були екстенсивність та інтенсивність інвазії (ЕІ, ІІ). Гельмінтоооскопію проб посліду проводили за методами Трача В. Н. (1992) [14] та МакМастера (1976) [15], вираховували кількість яєць, ооцист у 1 г фекалій. Визначення видової належності яєць паразитів проводили за допомогою атласів диференціальної діагностики гельмінтозів Черепанова А. А. та ін. (1999) [16] і протозоозів Манжоса О. Ф. та ін. (2006) [17].

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартну похибку (SE) і середні значення (M).

### Результати досліджень та їх обговорення

За наслідками копроовоскопічних досліджень встановлено, що велика рогата худоба у літньо-пасовищний період інвазована нематодами *Trichuris* spp. (рис. 1 а) трематодами *Fasciola hepatica* (рис. 1 б) та найпростішими організмами *Eimeria* spp. (рис. 1 в), де середня екстенсивність інвазії становила 75,0 %.

Виявлено, що найчастіше у великої рогатої худоби реєстрували еймеріоз, екстенсивність інвазії становила 50,0 % у разі інтенсивності інвазії 29,13±9,53 ооцист/г. Трихуроз зареєстровано у 25,0 %

обстеженого поголів'я, де II становила  $12,50 \pm 2,13$  яєць/г. Рідше діагностували фасціольоз, EI становила лише 12,5 %, II – 8,28 яєць/г.



Рис. 1. Збудники паразитозів великої рогатої худоби, виявлені у літньо-пасовищний період: а – *Trichuris* spp. ( $\times 100$ ); б – *Fasciola hepatica* ( $\times 80$ ); в – *Eimeria* spp. ( $\times 400$ )

Щонайбільше (83,33 %) діагностували моноінвазію. Мікстинвазію виявлено у 16,66 % від загальної кількості хворої худоби, співчленами яких були трихури та еймерії (рис. 2 а). Моноінвазії були представлені трьома різновидами: еймеріозна – 60 %, трихурозна – 20 % та фасціольозна – 20 % (від хворих на моноінвазії тварин) (рис. 2 б).

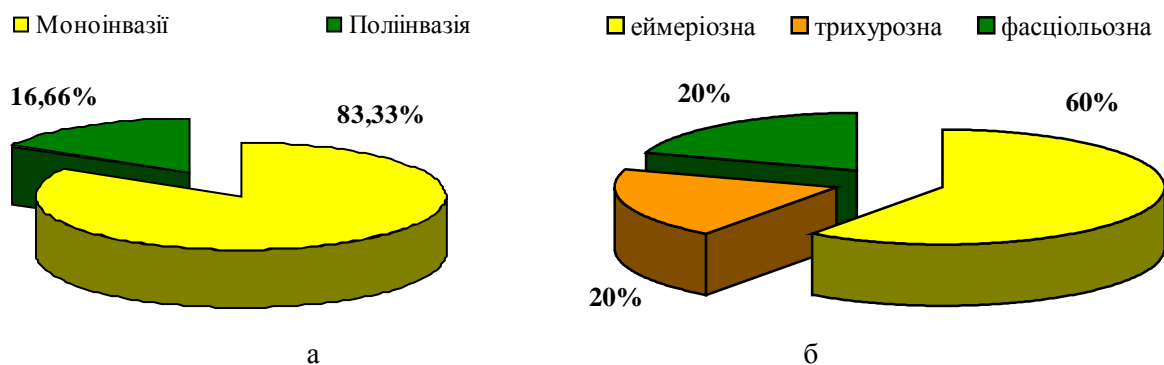


Рис. 2. Особливості перебігу паразитозів великої рогатої худоби у літньо-пасовищний період: а – відсоткове співвідношення моно- та поліінвазій; б – різновиди моноінвазій

За результатами копроовоскопічних досліджень овець у літньо-пасовищний період виявлено збудників стронгілятозів травного каналу (рис. 3 а), стронгілоїдозу (рис. 3 б), трихурузу (рис. 3 с) та еймеріозу (рис. 3 д), де середня екстенсивність інвазії становила 20,0 %.

Зі збудників паразитарних захворювань найчастіше в овець реєстрували стронгілят травного каналу та стронгілоїдесів. Екстенсивність інвазії відповідно становила 80,5 та 75,0 %, у разі середньої інтенсивності інвазії  $232,00 \pm 68,36$  та  $60,59 \pm 12,32$  яєць/г. Рідше діагностували еймеріоз та трихуроз, де EI відповідно становила – 19,44 та 5,55 %, у разі середньої інтенсивності інвазії  $652,00 \pm 541,19$  ооцист/г та  $28,00 \pm 20,00$  яєць/г.

Переважно паразитози в овець перебігали як поліінвазії (71,43 % від загальної кількості хворих тварин). Моноінвазії виявляли рідше (у 28,57 % випадків). Вони були представлені двома різновидами: стронгілоїдозна (63,64 % від кількості тварин, хворих на моноінвазії) та стронгілятозна (36,36 %) (рис. 4 а, б). Поліінвазії були представлені дво- (90,48 % від виявлених поліінвазій) та трикомпонентними (9,52 %) асоціаціями гельмінтів та кокцидій (рис. 4 с).

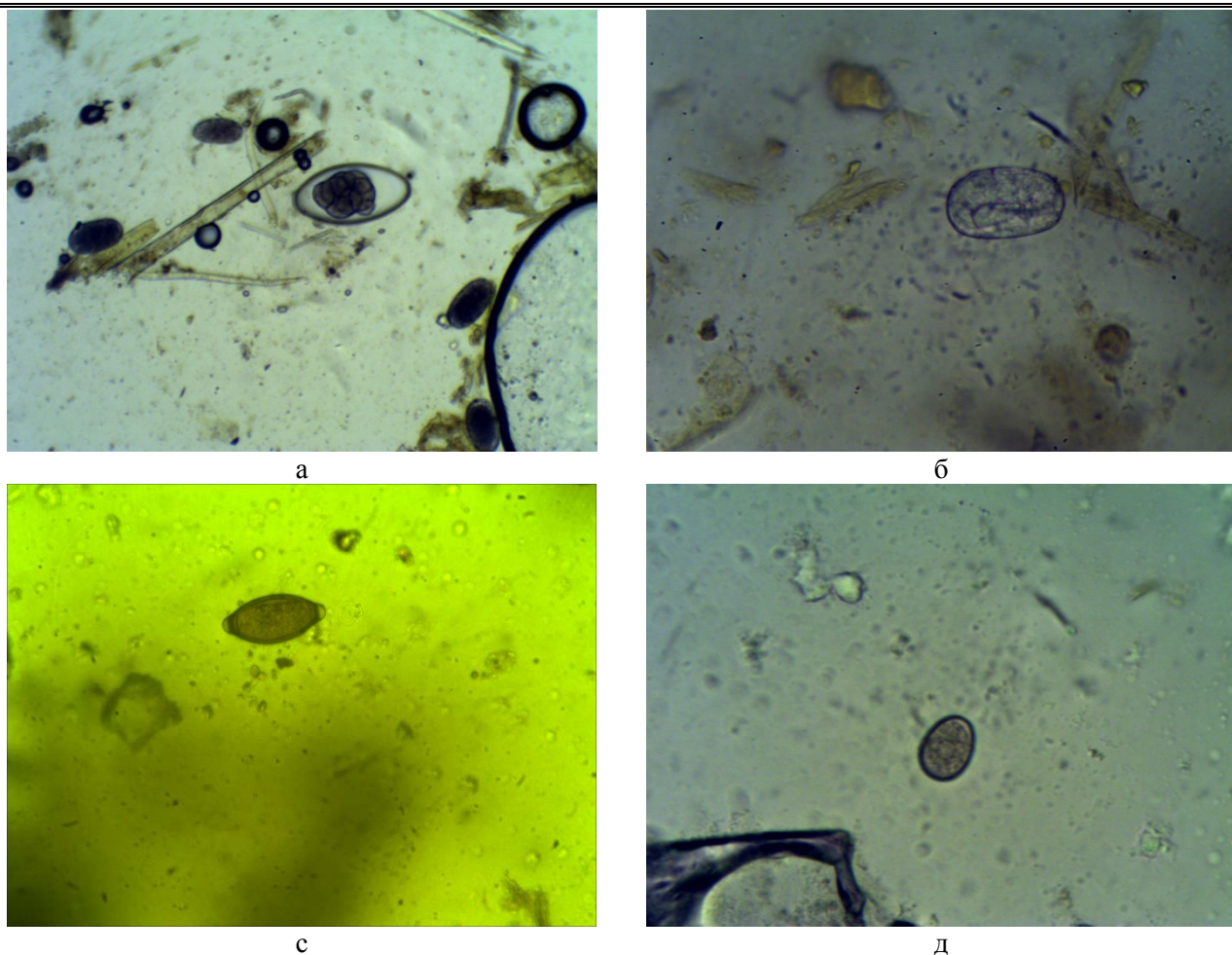


Рис. 3. Збудники паразитозів овець, виявлені у літньо-пасовищний період: а – ряду Strongylida ( $\times 100$ ), б – *Strongyloides papillosus* ( $\times 400$ ), с – *Trichuris* spp. ( $\times 100$ ), д – *Eimeria* spp. ( $\times 400$ )

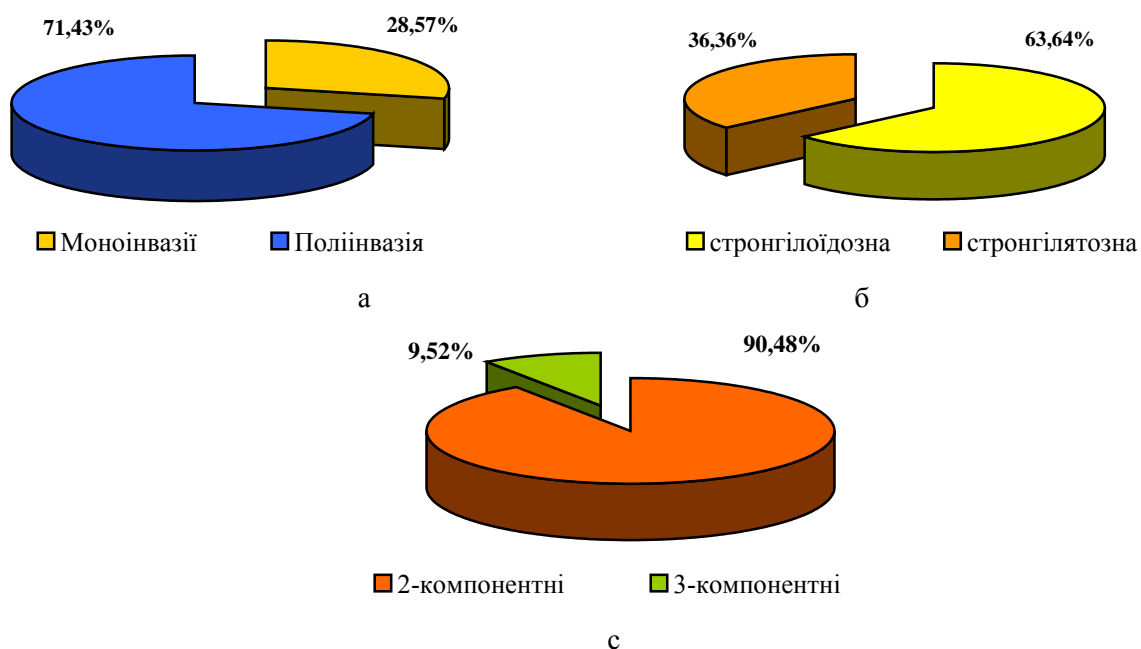
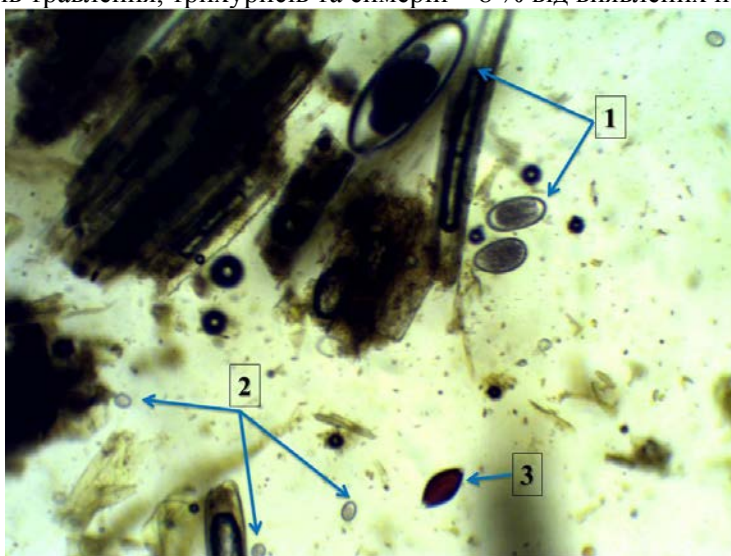


Рис. 4. Особливості перебігу паразитозів овець у літньо-пасовищний період: а – відсоткове співвідношення моно- та поліінвазій; б – різновиди моноінвазій; с – різновиди поліінвазій

У складі двокомпонентних поліінвазій найчастіше виявляли одночасний перебіг стронгілоїдесів та стронгілят органів травлення (76 % від виявлених поліінвазій). Рідше діагностували стронгілятозно-еймеріозну (12 %) та стронгілоїдозно-еймеріозну (4 %) інвазії. Трикомпонентна поліінвазія складалася зі стронгілят органів травлення, трихурисів та еймерій – 8 % від виявлених поліінвазій (рис. 5).



**Рис. 5. Трикомпонентна поліінвазія у овець:**

1 – яйця нематод ряду *Strongylida*, 2 – ооцисти *Eimeria* spp., 3 – яйце *Trichuris* spp. (× 100)

Науковці доводять, що гельмінтози та протозоози є поширеними інвазіями великої рогатої худоби та овець у різних природно-географічних регіонах світу, зокрема і в Україні. Причому худоба найбільш уражена збудниками еймеріозу та шлунково-кишкових гельмінтозів, де екстенсивність інвазії може сягати до 90 % [18–21]. Доведено, що в різні сезони залежно від способу утримання великої рогатої худоби і овець, видовий склад паразитів та показники інвазованості тварин значно відрізняються [22, 23]. Тому вивчення фауни, особливостей перебігу виявлених інвазій дасть змогу ефективно проводити заходи щодо боротьби та профілактики паразитарних захворювань зважаючи на системи і способи утримання тварин. Проведені копроовоскопічні дослідження свідчать, що в літньо-пасовищний період ураженість великої рогатої худоби паразитозами становила 75,0 %, збудниками яких були еймерії (ЕІ – 50,0 %, П – 29,13±9,53 ооцист/г), трихуриси (ЕІ – 25,0 %, П – 12,50±2,13 яєць/г), фасціоли (ЕІ – 12,5 %, П – 8,28 яєць/г). Водночас ураженість овець паразитозами була незначною і становила 20,0 %. Однак фауна збудників була більш різноманітною і представлена стронгілятами травного каналу (ЕІ – 80,5 %, П – 232,00±68,36 яєць/г), стронгілоїдесами (ЕІ – 75,0 %, П – 60,59±12,32 яєць/г), еймеріями (ЕІ – 19,44 %, П – 652,00±541,19 ооцист/г) та трихурисами (ЕІ – 5,55 %, П – 28,00±20,00 яєць/г). Також ми з'ясували, що в літньо-пасовищний період паразитози у великої рогатої худоби здебільшого (83,33 %) перебігають як моноінвазії (еймеріозна, трихурозна та фасціольозна). Виявлено один різновид мікстинвазії, співчленами якої є трихуриси та еймерії. У овець паразитози переважно перебігали як поліінвазії (71,43 %), як дво- (90,48 %) та трикомпонентні (9,52 %) асоціації гельмінтів та кокцидій. Про асоціативний перебіг паразитозів у овець свідчать дослідження багатьох науковців, які зазначають, що найбільш частими співчленами поліінвазій є збудники трихурошу, стронгілоїдозу, монієзіозу, еймеріозу та стронгілятозів органів травлення [24, 25].

### Висновки

У літньо-пасовищний період ступінь інвазованості великої рогатої худоби паразитозами згідно з копроовоскопічними дослідженнями становила 75,0 %, овець – 20,0 %. Фауна збудників інвазій у великої рогатої худоби представлена нематодами *Trichuris* spp., трематодами *Fasciola hepatica* та кокцидіями *Eimeria* spp. У овець виявлено нематод ряду *Strongylida*, видів *Strongyloides papillosus* і *Trichuris* spp., а також кокцидій *Eimeria* spp. Визначено, що паразитози у великої рогатої худоби переважно перебігають як моноінвазії (83,33 %), у овець – як поліінвазії (71,43 %). Найбільш поширеними у овець є двокомпонентні (90,48 %) асоціації стронгілоїдесів та стронгілят органів

травлення, стронгілат та еймерій, стронгілоїдесів та еймерій. У великої рогатої худоби виявлено двокомпонентну трихурино-еймеріозну інвазію.

*Перспективи подальших досліджень.* У подальших дослідженнях планується вивчити ефективність антигельмінтних препаратів у разі шлунково-кишкових паразитозів великої рогатої худоби та овець.

### References

1. Bojko, O. O. (2015). Gelmintofauna ovec i kiz. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo Universytetu*, 6 (2), 87–92. doi: 10.15421/021516 [In Ukrainian].
2. Dahno, I. S., & Klymenko, O. S. (2006). Parazytozy velykoi' rogatoj' hudoby. *Naukovyj Visnyk Nacionalnogo Agrarnogo Universytetu*, 98, 49–52 [In Ukrainian].
3. Kruchynenko, O., Klymenko, O., Myhajljutenko, S., & Temnyj, M. (2015). Vyznachennja gelmintoziv velykoi rogatoj hudoby. *Tvarynyctvo Ukrainy*, 10, 22–26 [In Ukrainian].
4. Bajsarova, Z., & Ajshanov, S. (2016). Zakonomernosti formirovanija parazitocenzov u krupnogo rogatogo skota na stojlovom i pastbishnom rezhime sodержanija. *Rossijskij Parazitologicheskij Zhurnal*, 2, 131–134. doi: 10.12737/20054 [In Russian].
5. Al-Aboody, M. S., & Omar, M. A. (2016). Prevalence of gastrointestinal nematodes of farm animals by copro-culture. *Russian Journal of Parasitology*, 2, 168–174. doi: 10.12737/20059.
6. Belina, D., Giri, A., Mengistu, S., & Eshetu, A. (2017). Gastrointestinal nematodes in ruminants: the parasite burden, associated risk factors and anthelmintic utilization practices in selected districts of East and Western Hararghe, Ethiopia. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 8 (2), 433–439. doi: 10.4172/2157-7579.1000433.
7. Marskole, P., Verma, Y., Dixit, A. K., & Swamy, M. (2016). Prevalence and burden of gastrointestinal parasites in cattle and buffaloes in Jabalpur, India. *Veterinary World*, 9 (11), 1214–1217. doi: 10.14202/vetworld.2016.1214-1217.
8. Pinilla León, J. C., Delgado, N. U., & Florez, A. A. (2019). Prevalence of gastrointestinal parasites in cattle and sheep in three municipalities in the Colombian Northeastern Mountain. *Veterinary World*, 12 (1), 48–54. doi: 10.14202/vetworld.2019.48-54.
9. Ruano, Z., Cortinhas, A., Carolino, N., Gomes, J., Costa, M., & Mateus, T. (2020). Gastrointestinal parasites as a possible threat to an endangered autochthonous Portuguese sheep breed. *Journal of Helminthology*, 94, e103. doi: 10.1017/S0022149X19000968.
10. Owusu, M., Sekyere, J. O., & Adzitey, F. (2016). Prevalence and burden of gastrointestinal parasites of Djallonke sheep in Ayeduase, Kumasi, Ghana. *Veterinary World*, 9 (4), 361–364. doi: 10.14202/vetworld.2016.361-364.
11. Melnychuk, V. V., & Stepanjuk, V. K. (2016). Vikova dynamika strongiljatoziv organiv travlennja ovec na terytorii' Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii*, 3, 81–83. doi: 10.31210/visnyk2016.03.18 [In Ukrainian].
12. Yevstafieva, V. O., Korchan, L. M., Korchan, M. I., & Mordovceva, O. M. (2014). Ejmerioz kiz v umovah osobystyh pidsobnyh gospodarstv mista Poltava. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii*, 1, 43–46. doi: 10.31210/visnyk2014.01.11 [In Ukrainian].
13. Byrka, V. I., Mazannyj, O. V., & Nikiforova, O. V. (2017). Ejmeriozno-tryhurozna invazija ovec (poshyrennja, projav ta likuvannja). *Problemy Zooinzhenerii ta Veterynarnoi Medycyny*, 34 (2), 282–287 [In Ukrainian].
14. Trach, V. N. (1992). *Rekomendacii po primeneniju novogo metoda ucheta jaic gel'mintov i cist prostejshih v fekalijah zhivotnyh*. Gosagroprom USSR, Kiev [in Russian].
15. Zajac, A. M., & Conboy, G. A. (2012). *Veterinary clinical parasitology. 8th ed.* New Jersey: John Wiley & Sons, Hoboken
16. Cherepanov, A. A., Moskvina, A. S., Kotelnikov, G. A., & Hrenov, V. M. (1999). *Differencial'naja diagnostika gel'mintozov po morfoloicheskoj strukture jaic i lichinok vozbuditelej*. Moskva: Kolos [in Russian].
17. Manzhos, O. F., & Panikar, I. I. (2006). *Veterynarna protozoologija*. Doneck [In Ukrainian].
18. Yusof, A. M., & Md. Isa, M. (2016). Prevalence of gastrointestinal nematodiasis and coccidiosis in goats from three selected farms in Terengganu, Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6 (9), 735–739. doi: 10.1016/j.apjtb.2016.07.001.
19. Waruiru, R. M., Kyvsgaard, N. C., Thamsborg, S. M., Nansen, P., Bøgh, H. O., Munyua, W. K., &

Gathuma, J. M. (2000). The prevalence and intensity of helminth and coccidial infections in dairy cattle in central Kenya. *Veterinary Research Communications*, 24 (1), 39–53. doi: 10.1023/a:1006325405239.

20. Zvinorova, P. I., Halimani, T. E., Muchadeyi, F. C., Matika, O., Riggio, V., & Dzamaa, K. (2016). Prevalence and riskfactors 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.

21. Ovcharuk, N. P. (2010). Epizootologija shlunkovo-kyshkovykh strongiljatoziv velykoi rogotoi hudoby na terytorii Ukrainy. *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 12, 2 (44), 230–233 [In Ukrainian].

22. Fox, N. J., Marion, G., Davidson, R. S., White, P. C., & Hutchings, M. R. (2012). Livestock helminths in a changing climate: approaches and restrictions to meaningful predictions. *Animals*, 2 (1), 93–107. doi: 10.3390/ani2010093.

23. Bhat, S. A., Mir, M. U. R., Qadir, S., Allaie, I. M., Khan, H. M., Husain, I., & Sheikh, B. A. (2012). Prevalence of gastro-intestinal parasitic infections in sheep of Kashmir valley of India, *Veterinary World*, 5 (11), 667–671. doi: 10.5455/vetworld.2012.667-671.

24. Barutzki, D. (1990). Parasitosen bei Schaf und Ziegen in Deutschland. *Tierärztliche Praxis*, 2, 245–250.

25. Yevstafieva, V. O., Gryshko, A. O., & Perebyjnis, O. V. (2016). Nematodiroz u skladi mikstin vazij travnogo kanalu ovec v umovah gospodarstv Poltavskoi oblasti. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medycyny*, 33 (2), 131–134 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 10.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Євстаф'єва В. О., Кручиненко О. В., Мельничук В. В., Михайлютенко С. М., Корчан Л. М., Щербакова Н. С., Долгін О. С. Епізоотологічні особливості перебігу паразитозів у великої рогатої худоби та овець у літньо-пасовищний період. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 205–212.

© Євстаф'єва Валентина Олександрівна, Кручиненко Олег Вікторович,  
Мельничук Віталій Васильович, Михайлютенко Світлана Миколаївна,  
Корчан Леонід Миколайович, Щербакова Наталія Сергіївна,  
Долгін Олександр Сергійович, 2020



**original article** | UDC 636.7.09:616.995.428:616-036.2(477.53-25) |  
**doi: 10.31210/visnyk2020.03.24**

**THE EPISOOTOLOGICAL FEATURES OF SARCOPTOSIS  
DOGS IN POLTAVA**


**S. O. Kravchenko\***


**V. V. Melnychuk**


**N. S. Kanivets**

**T. L. Burda**

ORCID  [0000-0002-7420-9320](https://orcid.org/0000-0002-7420-9320)

ORCID  [0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)

ORCID  [0000-0001-9520-2999](https://orcid.org/0000-0001-9520-2999)

ORCID  [0000-0002-2262-9040](https://orcid.org/0000-0002-2262-9040)

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

\*Corresponding author

E-mail: [terapia@pdaa.edu.ua](mailto:terapia@pdaa.edu.ua)

How to Cite

*Kravchenko, S. O., Melnychuk, V. V., Kanivets, N. S., & Burda, T. L. (2020). The epizootological features of sarcoptosis dogs in Poltava. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 213–218. doi: 10.31210/visnyk2020.03.24*

*Diseases, caused by Acariformes have become a serious problem for owners of domestic animals, including dogs. Sarcoptic scab is one of such diseases caused by *Sarcoptes scabiei* var. *canis*, Gerlach, 1857 sarcoptiform mites. Despite a considerable number of available medicaments on the market of veterinary preparations used to fight sarcoptic invasion, the amount of diseased animals gradually increases, which indicates the topicality of studying separate aspects connected with spreading the invasion on certain territories. The aim of the article was to determine the level of infestation with dog sarcoptic scab in the city of Poltava. The studies were conducted in the laboratory of parasitology at the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expert Examination and at the clinic of veterinary medicine “Lokes-Krupka T.P.” at the Department of Therapy named after P. I. Lokes at Poltava State Agrarian Academy. In order to diagnose the disease, acarological studies of dogs using the method of V. O. Yevstafieva and others were applied. According to this method, the mixture of “Bischofite” and glycerin, one part to one, was used for softening and clearing scrapings from the skin; the scrapings were kept in the mixture for 1-2 minutes. In all, 11 dogs of different breeds (decorative, utility, hunting), as well as mongrels and non-pedigree animals were studied; dogs were distributed in four age groups: young animals up to 1 year old, dogs from 1 to 4 years old, from 4 to 8 years old and those older than 8. As a result of acarological studies, it has been revealed that dogs are infected with sarcoptic scab on the territory of Poltava. The infestation index made 18.20 %, on the average. It should be mentioned that dog sarcoptic invasion had certain peculiarities. It has been found that animals of various breeds were infected with sarcoptic scab causative agent differently. Animals of hunting breeds, non-pedigree, and mongrels were affected most of all (EI=38.46 and 36.76 %, respectively). Dogs of decorative breeds were the least infected (EI=3.92 %). Besides, the infestation index of dogs also depended on their age. It has been revealed that dogs aged from 1 to 4 years and from 4 to 8 years turned out to be infected with the causative agent of sarcoptic scab most of all (EI=45.81 and 42.94 %, respectively). Thus, the obtained data have significant scientific and practical importance, because they supplement the information concerning epizootic condition as to sarcoptic invasion of dogs in the city of Poltava.*

**Key words:** dogs, sarcoptic scab, prevalence of infection, age susceptibility, breed susceptibility.

ОСОБЛИВОСТІ ЕПІЗООТОЛОГІЇ САРКОПТОЗУ СОБАК У МІСТІ ПОЛТАВИ

*С. О. Кравченко, В. В. Мельничук, Н. С. Канивець, Т. Л. Бурда*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Захворювання, спричинювані акариформними кліщами, стали справжньою проблемою для власників домашніх тварин, зокрема й собак. Однією з таких хвороб є саркоптоз, що викликається саркоптиформним кліщем *Sarcoptes scabiei* var. *canis*, Gerlach, 1857. Незважаючи на значну кількість наявних лікарських засобів на ринку ветеринарних препаратів, що застосовуються для боротьби із саркоптозною інвазією, кількість хворих тварин поступово збільшується, що свідчить про актуальність вивчення окремих аспектів, пов'язаних із поширенням інвазії на певних територіях. Метою статті було з'ясувати рівень інвазованості собак саркоптозом на території м. Полтави. Робота виконувалася в умовах лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи та клініки ветеринарної медицини «ФОП Локес-Крупка Т. П.» при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавської державної аграрної академії. З метою встановлення діагнозу проводили акарологічні дослідження собак за методикою В. О. Євстаф'євої та ін., згідно з якою для розм'якшення та просвітлення зішкрібків зі шкіри застосовували суміш, що складалася з «Бішофіту» та гліцерину у співвідношенні 1 : 1, у якій зішкреби витримували упродовж 1–2 хвилин. Загалом досліджено 11 різних порід собак (декоративні, службові, мисливські) а також метисів і безпородних, яких розділили на чотири вікові групи: молодяк віком до одного року, тварини у віці від 1 до 4 років, від 4 до 8 років та старші 8-ми річного віку. Акарологічні дослідження свідчать, що на території міста Полтави собаки інвазовані збудником саркоптозу. Показник ураженості в середньому становив 18,20 %. Варто зазначити, що саркоптозна інвазія в собак мала певні особливості. Встановлено, що тварини різних порід неоднаково інвазовані збудником саркоптозу. Найбільш ураженими виявилися тварини мисливських порід та безпородні й метиси (ЕІ=38,46 та 36,76 % відповідно). Найменшого інвазування зазнають тварини декоративних порід (ЕІ=3,92 %). Окрім того, показник інвазованості собак також залежав від віку тварин. Встановлено, що собаки у віці від 1-го до 4-х років та від 4-х до 8-и років виявилися найбільш ураженими збудником саркоптозу (ЕІ=45,81 та 42,94 %, відповідно). Отже, отримані дані мають важливе наукове та практичне значення, адже доповнюють відомості з приводу епізоотичного стану щодо саркоптозної інвазії собак на території м. Полтави.

**Ключові слова:** собаки, саркоптоз, екстенсивність інвазії, вікова сприйнятливність, порідна сприйнятливність.

ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САРКОПТОЗА СОБАК В ГОРОДЕ ПОЛТАВЕ

*С. А. Кравченко, В. В. Мельничук, Н. С. Канивец, Т. Л. Бурда*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Заболевания, вызываемые акариформными клещами, стали настоящей проблемой для владельцев домашних животных, в том числе и собак. Одним из таких заболеваний является саркоптоз, вызываемый саркоптиформным клещом *Sarcoptes scabiei* var. *canis*. Несмотря на значительное количество существующих лекарственных средств, применяемых для борьбы с саркоптозной инвазией, количество больных животных постепенно увеличивается, что свидетельствует об актуальности изучения отдельных аспектов, связанных с распространением инвазии на определенных территориях. Целью статьи было выяснить уровень пораженности собак саркоптозом на территории г. Полтавы. Исследования доказывают, что на территории города Полтавы собаки инвазированы возбудителем саркоптоза. Показатель пораженности в среднем составил 18,20 %. Наиболее пораженными оказались животные охотничьих пород, а также беспородные и метисы (ЭИ=38,46 и 36,76 % соответственно). Также установлено, что собаки в возрасте от 1-го до 4-х лет и от 4-х до 8-и лет оказались наиболее поражены возбудителем саркоптоза (ЭИ=45,81 и 42,94 % соответственно).

**Ключевые слова:** собаки, саркоптоз, экстенсивность инвазии, возрастная восприимчивость, породная восприимчивость.

### Вступ

У розвитку шкірних захворювань м'ясоїдних тварин важливу роль відіграють ектопаразити, а саме акарози [1–4]. До найбільш розповсюджених акарозних захворювань м'ясоїдних тварин, зокрема й собак відносять саркоптоз [5–8]. Хворобу в домашніх собак спричиняє кліщ із класу Arachnida ряду Acariformes, а саме вид *Sarcoptes scabiei* var. *canis* (Gerlach, 1857) [9–11].

Про ураженість собак збудником саркоптозу повідомляють науковці різних країн світу: США – R. Six, et al. (2000) [12], Польщі – T. A. Yazwinski et al. (1981) [13], Нігерії – O. C. Nwufoh, et al. (2000) [11], Аргентини – G. Túpez and J. Nuntón (2017) [14], A. Giordano and A. N. Aprea (2003) [15], України – В. О. Євстаф'єва та К. А. Гаврик (2015) [3], О. В. Семенко та Д. М. Курінець (2011) [16], Н. М. Сорока та Т. А. Смурний (2005) [17].

За даними вчених, останніми роками спостерігається тенденція до збільшення поширення акарозних захворювань серед м'ясоїдних тварин. Це пов'язано з підвищенням поголів'я собак та котів, збільшенням популяції бродячих тварин (джерело інвазії), а також утриманні тварин без належного ветеринарно-санітарного обслуговування [18–20].

Загальновідомим є факт, що результативність лікувальних заходів у разі паразитарних захворювань тварин, зокрема й у разі саркоптозної інвазії в собак, значною мірою залежить від своєчасно встановленого діагнозу та знання епізоотичної ситуації щодо поширення збудника відповідного захворювання на окремих територіях. Тому вивчення епізоотичної ситуації щодо саркоптозної інвазії собак є надзвичайно важливим питанням, яке потребує розв'язання.

Зважаючи на вищенаведене, метою нашої роботи було з'ясувати рівень інвазованості собак саркоптозом на території м. Полтави.

Серед завдань досліджень: за наслідками паразитологічних досліджень встановити показники інвазованості собак саркоптозом на території м. Полтави; визначити породну та вікову сприйнятливість собак до саркоптозної інвазії.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили упродовж 2018–2020 рр. на базі лабораторії паразитології кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи та клініки ветеринарної медицини «ФОП Локес-Крупка Т. П.» при кафедрі терапії імені професора П. І. Локеса Полтавської державної аграрної академії.

Поширення саркоптозу в собак на території м. Полтави вивчали на тваринах, що надходили до клініки. Акарологічні дослідження зіскрібків зі шкіри проводили згідно зі способом В. О. Євстаф'євої та ін. (2014) [21]. Основним показником ураженості собак саркоптесами була екстенсивність інвазії (EI).

Вікову динаміку та породну сприйнятливість собак до саркоптозу досліджували на тваринах 11 різних порід (декоративних, службових, мисливських), метисах і безпородних собаках чотирьох вікових груп: 0–12-ти міс., 1–4 р., 4–8 р. та старші 8-ми років.

Усього обстежено 423 собаки.

### Результати досліджень та їх обговорення

За наслідками проведених акарологічних досліджень у собак зареєстровано паразитування саркоптіформних кліщів виду *Sarcoptes scabiei* var. *canis* (= *Sarcoptes canis*), Gerlach, 1857 (рис. 1).



Рис. 1. Кліщі виду *Sarcoptes scabiei* var. *canis* у зіскрібку зі шкіри (x 100)

Виявлено, що інвазованість собак збудником саркоптозу в м. Полтаві в середньому становила 18,20 %.

Варто зазначити, що показник інвазованості собак залежав від породних особливостей (рис. 2).

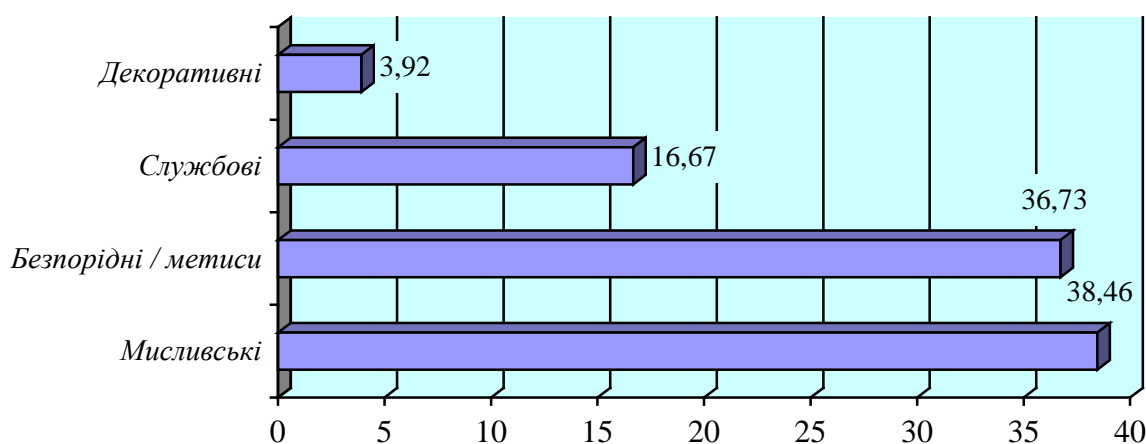


Рис. 2. Сприйнятливості собак різних порід та безпородних тварин до саркоптозу

Найбільш сприйнятливими виявилися собаки мисливських порід (EI=38,46 %) а також безпорідні й метиси (EI=36,73%). Собаки службових порід були менш уражені збудником саркоптозу (EI=16,67). Найменш інвазованим виявилися собаки декоративних порід, де показник екстенсивності інвазії становив 3,92 %.

На нашу думку, саме таку тенденцію з боку порідної сприйнятливості собак до саркоптозної інвазії можна пояснити особливостями утримання та господарського призначення тварин. Собаки мисливських порід, а також безпорідні й метиси здебільшого перебувають на безприв'язному утриманні та можуть контактувати з безпритульними тваринами, що підтверджено у працях як українських, так і закордонних учених, зокрема В. О. Євстаф'євої та К. А. Гаврик (2015), S. Alasaad et al. (2012) [3, 22].

Вивчаючи показники вікової динаміки саркоптозу собак, встановлено, що на ступінь ураження тварин кліщем *Sarcoptes scabiei* var. *canis* впливає вік тварин (рис. 3).

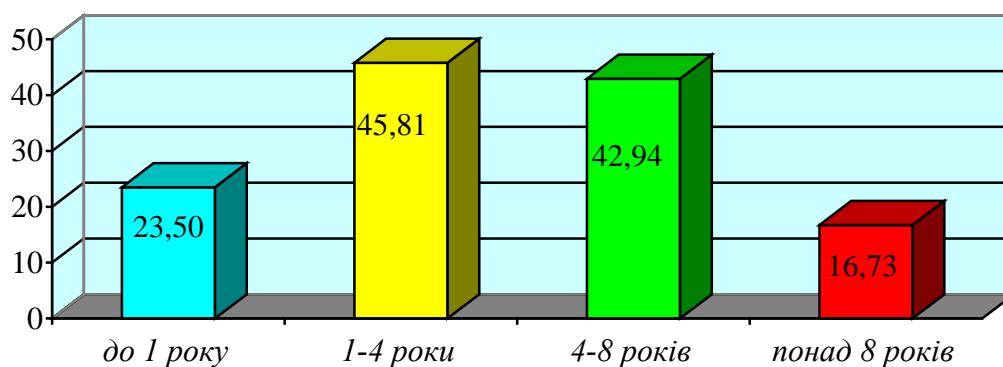


Рис. 3. Вікова динаміка саркоптозу в собак у м. Полтаві

Найбільшу кількість інвазованих тварин виявлено у групі собак 1–4-х та 4–8-и річного віку (45,81 та 42,94 %, відповідно). Дещо менше (23,5 %) виявилися інвазованими собаки до однорічного віку. Найменш сприйнятливими до саркоптозної інвазії виявилися собаки віком понад 8 років.

На нашу думку, таку вікову сприйнятливості тварин можна пояснити високою активністю собак середнього віку та їх максимальним службовим використанням, що супроводжується великою кількістю контактів з іншими тваринами. Натомість, цуценята, як правило, утримуються в більш ізольованих умовах та менше контактують з іншими собаками. Це стосується також і старих собак. Схожі результати також були отримані G. A. Lukyanova та S. D. Kovalchuk (2018) [23].

**Висновки**

Встановлено, що саркоптоз у собак є досить розповсюдженим захворюванням на території м. Полтави, середній показник ураженості сягає 18,20 %. Виявлено максимальну екстенсивність інвазії саркоптесами у собак мисливських порід (EI=38,46 %) та безпородних тварин і метисів (EI=36,76 %). Максимальний показник ураженості собак збудником *Sarcoptes scabiei* var. *canis* спостерігається у тварин віком від 1 до 4 років (EI=45,81%) та від 4 до 8 річного віку (EI=42,94 %).

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності сучасних лікарських засобів для боротьби із саркоптозною інвазією в собак.

**References**

1. Túpez, G., & Nuntón, J. (2017). Prevalence of *Sarcoptes scabiei* in dogs (*Canis familiaris*) half bood through cutaneous scars in the district of Zarumilla. *Manglar*, 14 (1), 65–72. doi: 10.17268/manglar.2017.009.
2. Pekmezci, G. Z., Pekmezci, D., & Bölükbaş, C. S. (2018). Molecular Characterization of *Demodex Canis* (Acarina: Demodicidae) in Domestic Dogs (*Canis Familiaris*). *Kocatepe Veterinary Journal*, 1–4. doi: 10.30607/kvj.449025.
3. Yevstafieva, V. O., & Havryk, K. A. (2015). Spryiniatlyvist sobak riznykh porid do zbudnykiv demodekozu, otodektozu ta sarkoptozu. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 7 (37), 135–139 [In Ukrainian].
4. Lohse, J., Rinder, H., Gothe, R., & Zahler, M. (2002). Validity of species status of the parasitic mite *Otodectes cynotis*. *Medical and Veterinary Entomology*, 16(2), 133–138. doi:10.1046/j.1365-2915.2002.00355.x
5. Medvedev, K. S. (1999). *Bolezni kozhi sobak i koshek*, Kiev: Vima [In Russian].
6. Brimer, L., Bak, H., & Henriksen, S. A. (2004). Rapid quantitative assay for acaricidal effects on *Sarcoptes scabiei* var. *suis* and *Otodectes cynotis*. *Experimental and Applied Acarology*, 33 (1/2), 81–91. doi: 10.1023/b:appa.0000029974.88938.8e.
7. Fourie, L., Heine, J., & Horak, I. (2006). The efficacy of an imidacloprid/moxidectin combination against naturally acquired *Sarcoptes scabiei* infestations on dogs. *Australian Veterinary Journal*, 84 (1-2), 17–21. doi: 10.1111/j.1751-0813.2006.tb13117.x.
8. Terada, Y., Murayama, N., Ikemura, H., Morita, T., & Nagata, M. (2010). *Sarcoptes scabiei* var. *canis* refractory to ivermectin treatment in two dogs. *Veterinary Dermatology*, 21 (6), 608–612. doi: 10.1111/j.1365-3164.2010.00895.x.
9. *Sarcoptes* in National Center for Biotechnology Information (NCBI). *NCBI Taxonomy*. Retrieved from: <https://www.gbif.org/species/104185487>.
10. *Sarcoptes scabiei* var. *canis* in National Center for Biotechnology Information (NCBI). *NCBI Taxonomy*. Retrieved from: <https://www.gbif.org/species/166494219>.
11. Nwufoh, O. C., Sadiq, N. A., & Emikpe, B. O. (2018). Establishment of infestivity model for *Sarcoptes scabiei* var *canis* in Nigerian dogs. *Journal of parasitic diseases: official organ of the Indian Society for Parasitology*, 42 (4), 519–526. doi: 10.1007/s12639-018-1028-5.
12. Six, R. ., Clemence, R. ., Thomas, C. ., Behan, S., Boy, M. ., Watson, P., & Jernigan, A.. (2000). Efficacy and safety of selamectin against *Sarcoptes scabiei* on dogs and *Otodectes cynotis* on dogs and cats presented as veterinary patients. *Veterinary Parasitology*, 91 (3-4), 291–309. doi: 10.1016/s0304-4017(00)00300-9.
13. Yazwinski, T. A., Pote, L., & Tilley, W. (1981). Efficacy of ivermectine against *Sarcoptes scabiei* and *Otodectes cynotis* infestation of dogs. *Veterinary Medicine, Small Animal Clinician*, 76 (12) 1749–1751.
14. Túpez, G., & Nuntón, J. (2017).Prevalence of *Sarcoptes scabiei* in dogs (*Canis familiaris*) half bood through cutaneous scars in the district of Zarumilla. *Manglar*, 14 (1), 65–72. doi: 10.17268/manglar.2017.009.
15. Giordano, A., & Aprea, A. N. (2003). Sarna sarcóptica (escabiosis) en caninos: actualidad de una antigua enfermedad. *Analecta Veterinaria*, 23, 42–46.
16. Semenko, O. V. & Kurinets, D. M. (2011) Poshyrennia ektoparazytiv sered populatsii bezpnytulnykh sobak u Kyievi. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 7 (29). Retrieved from: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nd/2011-7/11sov.pdf> [In Ukrainian].

17. Soroka, N. M., & Smurnyi, T. A. (2005). Klinichni proiavy ta uskladnennia akaroznykh khvorob miasoidnykh tvaryn, *Vestnyk Zoolohyi*, 19, 318–319 [In Ukrainian].
18. Arhipov, I. A., Borzunov, J. C., & Shajkin, V. I. (2002). Rasprostranenie parazitov sobak i koshek v Rossii. *Aktualnye voprosy veterinarnoy medicyny melkih domashnih zhyvotnyh: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii fakulteta veterinarnoy medicyny NGAU*. Novosibirsk [In Russian].
19. Golovina, O. V. (2007). Arahno-entomozy melkih domashnih zhyvotnyh i metody borby s nimi. *Veterinarnaya Patologiya*, 3 (22), 46–47 [In Russian].
20. Zavodskih, A. V., & Shapovalov, A. S. (2008). Epizooticheskaya situatsiya po zaraznym boleznyam sobak i koshek v Moskovskoy oblasti. *Rossiyskiy Veterinarny Zhurnal «Melkie Domashnie Zhivotnye»*, 3, 14 [In Russian].
21. Yevstafieva, V. O., Havryk, K. A., Melnychuk, V. V., & Havryk, B. A. (2014). *Patent Ukrainy № 98373*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
22. Alasaad, S., Permian, R., Gakuya, F., Mutinda, M., Soriguer, R. C., & Rossi, L. (2012). Sarcotic-mange detector dogs used to identify infected animals during outbreaks in wildlife. *BMC Veterinary Research*, 8 (1), 110. doi: 10.1186/1746-6148-8-110.
23. Lukyanova, G. A., & Kovalchuk, S. D. (2018). Epizootology of sarcoptoidoses of carnivorous pets in the republic of Crimea. *Veterinaria Kubani*, 5. Retrieved from: [http://www.vetkuban.com/en/num5\\_2018.html](http://www.vetkuban.com/en/num5_2018.html).

Стаття надійшла до редакції 12.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Кравченко С. О., Мельничук В. В., Канівець Н. С., Бурда Т. Л. Особливості епізоотології саркоптозу собак у місті Полтаві. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 213–218.

© Кравченко Сергій Олександрович, Мельничук Віталій Васильович, Канівець Наталія Сергіївна, Бурда Тетяна Леонідівна, 2020



**original article** | UDC 636.52/.58.09:616.981.49-07:-084:631.115.1(474.53) |  
**doi: 10.31210/visnyk2020.03.25**


## DIAGNOSTICS OF BROILER SALMONELLOSIS ON A PRIVATE FARM

*O. O. Peredera\**

*R. V. Peredera*

*K. S. Savchenko*

ORCID  [0000-0002-8613-6827](https://orcid.org/0000-0002-8613-6827)

ORCID  [0000-0002-9906-1211](https://orcid.org/0000-0002-9906-1211)

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

\*Corresponding author:

E-mail: [lenavet26@ukr.net](mailto:lenavet26@ukr.net)

### How to Cite

*Peredera, O. O., Peredera, R. V., & Savchenko, K. S. (2020). Diagnostics of broiler salmonellosis on a private farms. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 219–226. doi: 10.31210/visnyk2020.03.25*

*The article presents the main points of diagnostics, elimination and prevention of broiler salmonellosis. During the studies, epizootic process of the disease in dynamics was investigated. The synchronicity of catching the disease by a significant number of birds, changing feed for the group of poultry, in which the disease was registered, was taken into account. One of the components of combined feed (meat and bone meal) was of doubtful origin, privately produced. Clinical signs were not characteristic for salmonellosis. The chickens rapidly developed depression. Broilers refused to eat. Anemia was quite noticeable while studying the skin of the crest, gills and mucous membranes. Hens sat ruffling up feathers, and died 1-2 days after appearing the first clinical signs. The pathological changes detected at autopsy were typical for avian salmonellosis. Changes resulting from sepsis were well noticed. The most characteristic pathological changes were found in the spleen, heart, liver and small intestine. Changes in the liver of most broiler chickens indicated long-term toxic processes, which could be associated not only with the intensive propagation and discharge of endotoxins by pathogenic microorganisms, but also by the action of fungal toxins. Signs of fibrinous peritonitis and numerous synechias in the abdomen were registered in all broilers at autopsy. Kidney enlarging was also registered. After isolating pure salmonella culture from the internal organs of dead poultry and from compound feed, a batch of test feeds containing the infected meat and bone meal was recommended to be removed from the diet. Pieces of internal organs of dead poultry, samples of feed, meat and bone meal were the materials for bacteriological and mycological examination. During bacteriological studies specific nutrient media were used: Endo medium, Ploskirev agar, Levin medium, and bismuth sulfite agar. Samples of feed, meat and bone meal to detect pathogenic fungi were incubated on Saburo agar. As a result of bacteriological analysis, salmonella causative agent was found in the internal organs of dead poultry, combined feed, meat and bone meal. The growing of salmonellosis pathogen on differential nutrient media was characteristic, rapid and intensive. Fungi of Aspergillus genus were found in samples of combined feed, meat and bone meal. Determining the sensitivity of isolated micro-flora to medicines is one of the important points in treatment of infectious diseases. To determine the sensitivity of microorganisms to antimicrobials by disco-diffusion method in accordance with generally accepted NCCLS standards, Mueller-Hinton agar was used. According to the results of studies, the isolated salmonella culture was resistant to polymyxin, tylosin, neomycin, tetracycline, laevomycetin, rifampicin, decamethoxine. The pathogen showed moderate resistance to gentamicin, kanamycin, cephalosolin. On the studied private farm, pure culture of the isolated pathogen showed the highest sensitivity to amoxicillin.*

**Key words:** broilers, diagnostics, salmonella.

**ДІАГНОСТИКА САЛЬМОНЕЛЬОЗУ БРОЙЛЕРІВ У ПРИВАТНОМУ ГОСПОДАРСТВІ****О. О. Передера, Р. В. Передера, К. С. Савченко**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведено основні моменти діагностики, ліквідації та профілактики бройлерів. У період досліджень було вивчено епізоотичний процес захворювання бройлерів на сальмонельоз у динаміці. При цьому брали до уваги синхронність захворювання значної кількості птиці, зміну корму для групи птиці, де було зареєстроване захворювання. Один зі складників комбікорму (м'ясо-кісткове борошно) мало сумнівне походження, приватного виробництва. Клінічні ознаки у бройлерів не були характерними для сальмонельозу. У курчат стрімко розвивалося пригнічення. Бройлери відмовлялися від корму. Анемія була досить помітною при дослідженні шкіри гребеня, сережок і слизових оболонок. Кури сиділи, нахохлившись пір'я, через 1–2 доби від появи перших клінічних ознак гинули. Виявлені при розтині патологоанатомічні зміни були типовими для сальмонельозу птиці. Добре вираженими були зміни, що настали в результаті сепсису. Найбільш характерні патологічні зміни виявляли в селезінці, серці, печінці та тонкому відділі кишківника. Зміни в печінці більшості бройлерних курчат вказували на тривалі токсичні процеси, що могли бути пов'язані не лише з інтенсивним розмноженням і виділенням ендотоксинів патогенними мікроорганізмами, а й наслідком дії токсинів гриба. У всіх бройлерів при розтині виявляли ознаки фібринозного перитоніту та численні спайки в порожнині. Реєстрували збільшення нирок. Матеріалом для бактеріологічного та мікологічного дослідження слугували шматочки внутрішніх органів загиблої птиці, проби комбікорму та м'ясо-кісткового борошна. При проведеному бактеріологічному дослідженні застосовували також специфічні поживні середовища: середовище Ендо, агар Плоскірева, середовище Левіна, та вісмут сульфід агар. Проби комбікорму та м'ясо-кісткового борошна для виявлення патогенних грибів культивували на агарі Сабуро. У результаті бактеріологічного дослідження збудник сальмонельозу було виявлено у внутрішніх органах загиблої птиці, комбікормі та м'ясо-кістковому борошні. Ріст збудника сальмонельозу на диференційних поживних середовищах був характерний, швидкий та інтенсивний. У пробах комбікорму і м'ясо-кісткового борошна були виявлені гриби роду *Aspergillus*. Одним із важливих моментів у діагностиці інфекційних хвороб є визначення чутливості виділеної мікрофлори до лікарських засобів. Для визначення чутливості мікроорганізмів до антимікробних засобів диско-дифузійним методом відповідно до загальноприйнятого стандарту NCCLS застосовували агар Мюллера-Хінтона. Згідно з результатами досліджень виділена культура сальмонел була резистентною до поліміксину, тілозину, неомицину, тетрацикліну, левоміцетину, рифампіцину, декаметоксину. Помірну стійкість збудник продемонстрував до гентаміцину, канаміцину, цефалозоліну. У досліджуваному приватному господарстві чиста культура виділеного збудника показала найвищу чутливість до амоксициліну.

**Ключові слова:** бройлери, діагностика, сальмонели

**ДІАГНОСТИКА САЛЬМОНЕЛЛЕЗА БРОЙЛЕРОВ В ЧАСТНОМ ХОЗЯЙСТВЕ****Е. А. Передера, Р. В. Передера, К. С. Савченко**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье приведены основные моменты диагностики, ликвидации и профилактики бройлеров. У цыплят стремительно развивалось угнетение. Бройлеры отказывались от корма. Анемия кожи гребня, сережек и слизистых оболочек была достаточно заметной. Куры сидели нахохлившись, через 1–2 суток после появления первых клинических признаков погибали. Выявленные при вскрытии патологоанатомические изменения были типичными для сальмонеллеза птицы и характерными для сепсиса. Наиболее характерные патологические изменения выявлены в селезенке, сердце, печени и тонком отделе кишечника. Изменения в печени большинства бройлерных цыплят указывали на длительные токсические процессы, которые могли быть связаны не только с интенсивным размножением и выделением эндотоксинов сальмонеллами, но и следствием действия токсинов гриба. У всех бройлеров при вскрытии обнаружены признаки фибринозного перитонита и многочисленные спайки в полости. Регистрировали увеличение почек. Одним из важных моментов в диагностике является определение чувствительности выделенной микрофлоры к лекарственным средствам. В исследуемом частном хозяйстве чистая культура выделенного возбудителя показала самую высокую чувствитель-

ність к амоксициллину.

**Ключевые слова:** бройлери, діагностика, сальмонелли

### Вступ

Останніми роками населення Полтавської області почало приділяти значну увагу вирощуванню бройлерів. Висока рентабельність приватних господарств з вирощування птиці пов'язана з високою інтенсивністю росту окремих ліній птиці. Через масове вирощування бройлерів у приватних господарствах проявляється тенденція до розвитку інфекційних захворювань. Окрім хвороби Ньюкасла, хвороби Марека, Гамборо, значних збитків завдають емерджентні хвороби: колібактеріоз, сальмонельоз, пастерельоз [2, 3, 7].

Одним із основних збудників інфекційних захворювань у різних країнах світу, що нерозривно пов'язане з галузями птахівництва, є сальмонела. Серед 2400 серотипів цього збудника найбільшу небезпеку для людини становлять *S. typhimurium* і *S. enteritidis* [7, 18, 20].

Основним збудником харчових токсикоінфекцій є *S. Enteritidis*. Цей вид виявляють у м'ясі бройлерів майже в 40% випадків сальмонельозної інфекції [10, 14].

За даними науковців, останніми роками зареєстровано помітне суттєве зростання захворюваності на сальмонельоз в усіх країнах Азії, Європи, Америки. Такі ж тенденції спостерігаються і в Україні. За останні десять років захворюваність на сальмонельоз серед людей зростає [7, 12, 15].

Поширення сальмонельозу пов'язано з широким носійством збудника домашніми і дикими тваринами [2, 3, 4]. У птахівництві поширення хвороби забезпечується факторами передачі: контамінованими кормами, водою, підстилкою, послідом. 2015 року Європейська асоціація з безпеки харчування EFSA у 0,8% кормів для птиці виявляла патогенні штами сальмонели. Згідно з матеріалами компанії «Лалеманд» птахи (особливо бройлерні кури) займають значне місце в епідеміології сальмонельозу: в них бактеріоносійство відбувається роками [15]. Збудників сальмонельозу виявляють у м'ясі, внутрішніх органах, яйцях птиці. Захворюваність на сальмонельоз курчат сягає 36–42%. Летальність дорослих курей коливається і складає 5–30% у разі спонтанного зараження. Економічні збитки за умови сальмонельозу спричинені загибеллю маленьких курчат, втратою продуктивності дорослого поголів'я птиці, накладанням карантинних обмежень на збут продукції з господарств; витрати на здійснення оздоровчих ветеринарно-санітарних заходів [18, 20].

Особливості епізоотичного, епідемічного та інфекційного процесів сальмонельозу пов'язані зі змінами властивостей циркулюючих збудників: підвищенням множинної резистентності до антибактерійних засобів, дезінфектантів, факторів зовнішнього середовища [9, 20]. Тому кожен спалах сальмонельозу тварин чи птиці потребує детального вивчення.

**Мета** – встановити причину загибелі курей бройлерного типу у визначеному господарстві.

**Завдання:** провести епізоотичне дослідження та аналіз причин виникнення сальмонельозу птиці у конкретних умовах приватного господарства, вивчити клінічні ознаки у разі спонтанного сальмонельозу, визначити основні патологоанатомічні зміни. Провести лабораторну діагностику та визначення чутливості виділеного збудника до низки антибактерійних засобів.

### Матеріали і методи досліджень

Робота виконували 2018–2019 років на базі приватного господарства м. Гадяча Полтавської області. Дослідження проводили в умовах навчальної лабораторії епізоотології кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії.

Дослідження здійснювали у два етапи.

**На першому етапі** проводилася комплексна діагностика сальмонельозу бройлерів у приватному господарстві [13]. При цьому вивчали епізоотичний стан господарства; умови виникнення та загальні тенденції розвитку епізоотії. Враховували дані анамнезу. Значну увагу приділяли клінічним ознакам і патолого-анатомічним змінам. Розтин проводили методом евісцерації [18].

Для бактеріологічного дослідження стерильними інструментами відбирали кров із серця, шматочки паренхіматозних органів: печінки, селезінки, легень [5]. Оскільки виникла підозра на наявність збудника в кормах, також відбирали проби комбікорму, що згодовували птиці цієї групи. Із внутрішніх органів та відбраного комбікорму здійснювали посіви на м'ясо-пептонний агар.

При проведенні бактеріологічних досліджень застосовували також специфічні поживні середовища: середовище Ендо, агар Плоскирева, середовище Левіна, та вісмут сульфід агар.

Проби комбікорму та м'ясо-кісткового борошна для виявлення патогенних грибів культивували на

агарі Сабуро.

На другому етапі вивчали чутливість виділеної культури сальмонел до окремих антибактеріальних речовин за допомогою диско-дифузійного методу. Він включав приготування поживного середовища та суспензії мікроорганізмів, їх інокуляцію, накладення дисків, інкубацію посівів та облік результатів. Як поживне середовище використовували агар Мюллера-Хинтона. Для його приготування розмішували 38,0 г порошку М173 в 1000 мл дистильованої води. Потім кип'ятили до повного розчинення, стерилізували автоклавуванням (1,1 атм) протягом 15 хв. Після цього розливали у стерильні чашки Петрі. Після застигання середовища на поверхню вносили 1–2 мл суспензії і рівномірно розподіляли її на поверхні агару. Через 10 хв. після цього стерильним пінцетом наносили 4–5 диски з антибіотиками (на одну чашку Петрі). Диски пінцетом притискали до поверхні агару. Потім чашки догори дном поміщали в термостат на одну добу при 37 °С [11].

Чашки Петрі після закінчення інкубації розглядали і вимірювали зону затримки росту мікроорганізмів спеціальною лінійкою.

Чутливість виділеної мікрофлори визначали із застосуванням дисків виробництва ТОВ «АСПЕКТ». Чутливість мікрофлори визначали до амоксіциліну, левофлораксацину, цефазоліну, амоксіклаву, тілозину, гентаміцину, поліміксину, неоміцину, тетрацикліну, канаміцину, енрофлоксацину, амоксіклаву, левоміцетину, неоміцину, ріфампіцину, норфлоксацину, декаметоксину.

### Результати досліджень та їх обговорення

У зимовий період (грудень) 2018 року на кафедрі інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавської державної аграрної академії звернувся мешканець м. Гадяча Полтавської області за наданням кваліфікованої допомоги з приводу раптової загибелі курей (бройлерного типу).

При зборі анамнезу з'ясовано, що у приватному господарстві відбулася масова загибель бройлерів 1,5 місячного віку. Хвороба впродовж тижня швидко поширювалася по стаду. Кількість загинувших курчат збільшувалася.

Власник хворої птиці повідомив, що захворювання і загибель курчат почалося через 4–6 діб після зміни кормів. У цей час курчат цієї групи перевели на інший комбікорм, до якого домішували м'ясокісткове борошно невідомого виробника.

Дослідження показали надгострий та гострий перебіг хвороби. У бройлерів реєстрували відмову від корму, виражену анемію шкіри, слизових оболонок і гребеня. Через 1–3 доби курчата переставали реагувати на зовнішні подразники і в період глибокого пригнічення гинули. Клінічні ознаки, що реєстрували, не були характерними.

У результаті проведених розтинів птиці, що загинула під час гострого і надгострого перебігу сальмонельозу, встановлено, що трупи були не виснажені. Підшкірна клітковина добре виражена, містила значну кількість жирової тканини. У підшкірній клітковині були добре виражені ознаки венозного застою. Окремі ділянки мали ознаки геморагічного діатезу.

Селезінка була септичною: темно-фіолетова, збільшена; не пружна. Зішкрібкок інтенсивний, колір пульпи темно-червоний. Нирки збільшені, мали ознаки венозного застою та крапчасті крововиливи.

У загиблій птиці реєстрували збільшену печінку жовто-сірого кольору, збільшений жовчний міхур, переповнений жовчю темно-зеленого кольору.

У всіх бройлерів при розтині виявляли ознаки фібринозного перитоніту та численні спайки в порожнині; ознаки венозного застою та численні крововиливи у внутрішніх органах.

Серце було округлої форми, м'яке, збільшене, зі значною кількістю перикардіальної рідини та крововиливами на епікарді. Стінки порожнини серця стоншені, розтягнуті. Поверхневі судини кровонаповнені.

В окремих ділянках тонкого відділу кишківника були виявлені ознаки венозного застою. Найбільше таких ділянок локалізувалася у дванадцятипалій кишці. На її поверхні були добре помітні переповнені судини та численні крапкові геморагії. Також ознаками венозного застою характеризувалася і брижа.

На розрізі окремих ділянок тонкого відділу кишківника, що характеризувалися змінами з боку катаральної оболонки, виявляли ознаки катарального, катарально-геморагічного запалення та численні крововиливи. При дослідженні слизових оболонок м'язових та залозистих шлунків курчат патолого-анатомічних змін не виявляли.

За даними анамнезу, в результаті клінічних та патолого-анатомічних досліджень було встановлено підозру на інфекційне захворювання.

Діагноз встановлювали комплексно: враховували анамнез, епізоотологічні характеристики, характерні клінічні ознаки та результати патолого-анатомічного розтину. Остаточний діагноз встановлювали на основі бактеріологічних досліджень.

Після здійснення посівів на м'ясо-пептонному агарі (МПА) чашки Петрі поміщали в термостат. Після цього, впродовж двох діб здійснювали їх культивування за температури 38°C. Спостереження за ростом молоді культури починали через 18 годин.

Через 24 години на м'ясо- пептонному агарі наступної доби виростили округлі, випуклі, колонії. Їх краї були чітко окреслені.

Чашки Петрі з посівами на агарі Сабуро (комбікорму та м'ясо-кісткового борошна) культивували за температури 23–25 °С упродовж тижня.

Інтенсивний ріст бактеріальної мікрофлори спостерігали у культурі посівів із внутрішніх органів.

Із мікроорганізмів, що утворювали колонії, виявляли крупні палички, що за Грамом забарвлювалися негативно.

Ріст збудника сальмонельозу на диференційних поживних середовищах був швидкий та інтенсивний. На середовищі Ендо колонії виростили уже через 16 годин. Колонії були світло-сірого кольору, чітко окреслені, округлі. При рості колоній колір середовища не змінювався.

На середовищі Левіна ріст був більш інтенсивний, колонії зливалися між собою, утворюючи товсті хвилясті лінії. Вони були кремового кольору або мали незначний сіро-рожевий відтінок.

На середовищі Плоскирева колонії виростили через добу культивування, у вигляді несучільного нальоту. Колонії були випуклі, безколірні або мали сіруватий відтінок на фоні яскраво забарвленого середовища.

При посіві на вісмут-сульфіт агар отримали найбільш характерний ріст сальмонел. Колонії мали правильну округлу форму. Вони були яскраво-чорного кольору, дрібні, блискучі. При стиранні шпателем колонії, у товщі вісмут-сульфіт агару залишався чорний пігмент (рис. 1).



*Рис. 1. Ріст сальмонел на вісмут-сульфіт агарі*

За морфологічними ознаками колоній диференційовано збудник роду *Salmonella* [9].

У посівах із м'ясо-кісткового борошна та комбікормів на середовищі для культивування грибів (агарі Сабуро) спостерігали суцільний ріст колоній грибів. Ці мікроорганізми за морфологічними ознаками були визначені як гриби з роду *Aspergillus*. На м'ясо-кістковому борошні ріст грибів був більш інтенсивний.

Результати оцінки визначення чутливості сальмонел до окремих антибіотиків наведено в таблиці 1.

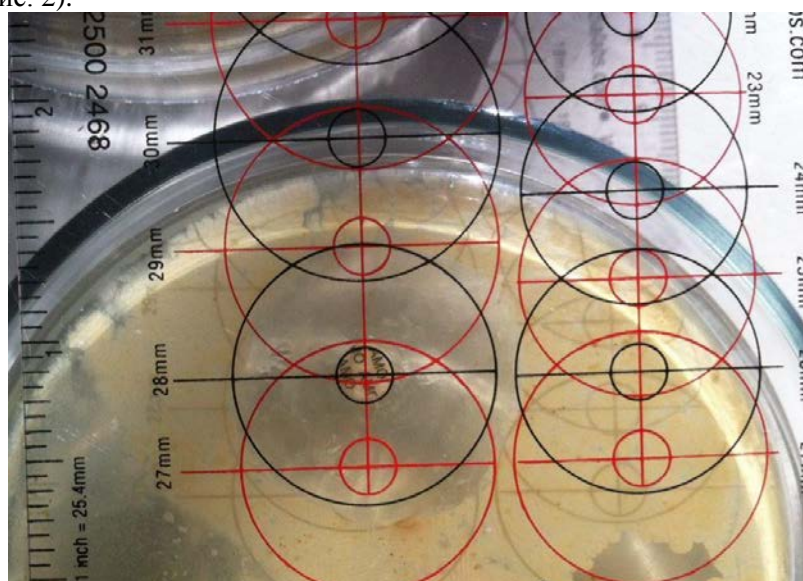
## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

### 1. Чутливість виділеної мікрофлори до антибактерійних засобів

Назва препарату	Зона затримки росту мікрофлори, мм	Категорії чутливості
Амоксицилін	19-28	<b>Чутливий</b>
Норфлоксацин	-	Резистентний
Левофлоксацин	5-6	Резистентний
Поліміксин	2-3	Резистентний
Тетрациклін	-	Резистентний
Амоксиклав	-	Резистентний
Енрофлоксацин	-	Резистентний
Неоміцин	2-4	Резистентний
Тілозин	-	Резистентний
Левоміцетин	-	Резистентний
Цефазолін	9-12	<i>Помірно-стійкий</i>
Канаміцин	11-14	<i>Помірно-стійкий</i>
Гентаміцин	14-16	<i>Помірно-стійкий</i>
Ріфампіцин	3-5	Резистентний
Декаметоксин	-	Резистентний

Згідно з результатами досліджень виділена культура сальмонел була резистентною до поліміксину, тілозину, неоміцину, тетрацикліну, левоміцетину, ріфампіцину, декаметоксину. Помірну стійкість збудник продемонстрував до гентаміцину, канаміцину, цефалозоліну.

Найвища чутливість мікроорганізмів була зареєстрована до амоксициліну. Зона затримки росту складала 19–28 мм (рис. 2).



**Рис. 2. Визначення чутливості виділеної мікрофлори**

Після виділення чистої культури сальмонел із внутрішніх органів загиблої птиці і з комбікорму партію досліджуваних кормів, що містили уражене м'ясо-кісткове борошно, було рекомендовано вилучити із раціону.

Отже, у результаті досліджень збудник сальмонельозу проявляв високу чутливість до амоксициліну.

У період досліджень ми вивчали епізоотичний процес захворювання бройлерів на сальмонельоз у динаміці. При цьому зважали на синхронність захворювання значної кількості птиці, зміну корму для групи птиці, де було зареєстроване захворювання. Одним зі складників комбікорму (м'ясо-кісткове борошно) мав сумнівне походження, приватного виробництва.

Про інтенсивне обсіменіння кормів рослинного походження різноманітними патогенними серова-

ріантами сальмонел повідомляв Івченко В. М. (2012). Він досліджував шляхи зараження на сальмонельоз телят. Після поїдання уражених кормів при проведенні бактеріологічних досліджень патологічного матеріалу, відібраного від загиблих телят, найчастіше виділяли *Salmonella dublin* і *S. typhimurium*. Виявлення сальмонел у кормах тваринного походження є свідченням недотримання технологічних етапів їх приготування та недостатньої стерилізації [5].

Клінічні ознаки у бройлерів не були характерними для сальмонельозу. У курчат стрімко розвивалося пригнічення. Бройлери відмовлялися від корму. Анемія була досить помітною при дослідженні шкіри гребеня, сережок і слизових оболонок. Кури сиділи, наохлившись пір'я, через 1–2 доби від появи перших клінічних ознак гинули.

На нашу думку, нехарактерна для цього захворювання клінічна картина пов'язана з тим, що процес ускладнювався токсинами кормового гриба. Це знаходить підтвердження у працях дослідників, які займалися подібними дослідженнями [8].

Виявлені при розтині патологоанатомічні зміни були типовими для сальмонельозу птиці. Добре вираженими були зміни, що настали в результаті сепсису. Найбільш характерні патологічні зміни виявляли в селезінці, серці, печінці та тонкому відділі кишківника. Зміни в печінці більшості бройлерних курчат вказували на тривалі токсичні процеси, що могли бути пов'язані не лише інтенсивним розмноженням і виділенням ендотоксинів патогенними мікроорганізмами, а й наслідком дії токсинів гриба. У всіх бройлерів при розтині виявляли ознаки фібринозного перитоніту та численні спайки в порожнині. Реєстрували збільшення нирок. Результати наших досліджень узгоджуються з даними окремих науковців [1, 9].

Один із важливих моментів, що стосується лікування інфекційних хвороб, є визначення чутливості виділеної мікрофлори до лікарських засобів [11].

Безконтрольне застосування антибактерійних засобів для лікування низки хвороб та ускладнень призводить до множинної стійкості штамів бактерій. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), на сьогодні понад 60 % збудників набули стійкості до основних груп антибіотиків. Через 10–20 років практично всі мікроорганізми набудуть резистентності до антимікробних засобів [14, 19].

Отже, при здійсненні лабораторних досліджень після встановлення діагнозу необхідно обов'язково проводити визначення чутливості виділеної мікрофлори до антибактерійних речовин.

### Висновки

У результаті бактеріологічного дослідження було виявлено збудника роду *Salmonella* у кормі, до якого господар додавав м'ясо-кісткове борошно невідомого походження. Також у кормі було виявлено наявність грибів роду *Aspergillus*. Згідно з одержаними результатами найвища чутливість мікроорганізмів була зареєстрована до амоксициліну, зона затримки росту складала 19–28 мм.

*Перспективи подальших досліджень* – послуговуючись результатами лабораторних досліджень потрібно розробити ефективні заходи боротьби і профілактики із сальмонельозом бройлерів у цьому господарстві.

### References

1. Akulov, A. V. (1978). *Patologoanatomicheskaè diagnostika boleznei ptits*. Moskva: Kolos [In Russian].
2. Bakharev, Y. (2019). Ekologo-epidemiczni aspekti zoogennikh rezervuariv i dzherel salmonel u pivnichnozakhidnomu prichornomori. *ΛΟΓΟΣ. The art of Scientific Mind*, 7, 50–58. doi: 10.36074 / 2617-7064.07.00011 [In Ukrainian].
3. Bakharev, Y. (2019). Ekologichna, etiologichna ta epidemiczna spetsifika salmonel iz obktiv zovnishnogo seredovishcha na teritorii pivnichno-zakhidnogo prichornomoria. *Biologichni Nauki*, 10 (74), 364–371. doi: 10.32839/2304-5809/2019-10-74-80 [In Ukrainian].
4. Boiko, P. K., Kurtyak, Sen, O. M., Pundyak, T. O., & Sobko, G.V. (2014). Osoblivosti kontrolyu epizootichnogo protsesu za salmonelozu ptitsi u ptakhivnichikh gospodarstvakh Ukraini. *Naukovii Visnik LNUVMBT imeni S.Z. Gzhitskogo*, 163 (60 (1)), 58–64 [In Ukrainian].
5. Ivchenko, V. M., & Rublenko, I. O. (2006) *Metodichni rekomendatsii shchodo bakteriologichnikh metodiv doslidzhennia na salmoneloz (dlia likariv-bakteriologiv laboratorii veterinarnoi meditsini Ukraini ta studentiv fakultetu veterinarnoi meditsini*. Bila Tserkva [In Ukrainian].
6. Ivchenko, V. M., & Fedorchenko, A. M. (2012). Serovari salmonel, vidileni z trupiv teliat i kormiv. *Naukovii Visnik Veterinarnoi Meditsini* 9 (92), 63–66 [In Ukrainian].

7. Ivchenko, V. M., & Sakhniuk, N. I. (2007). Rozpovsiudzhennia zbudnikiv salmoneloznoi infektsii v Ukraini – seriozna sotsialno-ekonomichna problema. *Visnik Bilotserkivskogo Derzhavnogo Agrarnogo Universitetu*, 44, 59–62 [In Ukrainian].
8. Kenney, L. J. (2019). The role of acid stress in Salmonella pathogenesis. *Current Opinion in Microbiology*, 47, 45–51.
9. Kornienko, L. E., Nalivaiko, L. I., & Nedosekov, V. V. (2012). *Infektsiini khvorobi ptitsi*. Kherson: Grin D. S. [In Ukrainian].
10. Lokhov, V., & Monl, M. (2012). Uspeshnoe pitsevodstvo: rol probiotikov. *Suchasne ptakhivnitstvo: Naukovo-Virobnichii Zhurnal* 1, 22–23 [In Ukrainian].
11. *Metodichni ukazivki po viznachennyu chutlivosti do antibiotikov zbudnikiv infektsiynikh khvorob silskogospodarskikh tvarin* (2006). Kiev: Urozhaj [In Ukrainian].
12. Moskalyuk, V. D., Sidorchuk, A. S., Sorokhan, V. D., Bogachik, N. A., & Venglovska, Yu. V. (2016). Kliniko-epidemiologichni aspekty shlunkovo-kishkovogo salmonelozu v Chernivets'kii oblasti za period z 2011 po 2015 rik. *Infektsiini Khvorobi*, 3 (85), 10–14. doi: 10.11603 / 1681-2727.2016.3.6882 [In Ukrainian].
13. Nakaz MOZ Ukraini vid 05.04.2007 №167 «Viznachennya chutlivosti mikroorganizmiv do antibakterialnikh preparativ» Dokument v0167282-07 [In Ukrainian].
14. Rublenko, N. (2018). Molecular genetics of salmonela survival and resistance. *Naukovij Visnik Veterinarної Medicini*, (2 (144)), 6–12. doi: 10.33245/2310-4902-2018-144-2-6-12.
15. Kontrol salmoneli. (2018). *Nashe Ptakhivnitstvo*. Retrived from: <https://agrotimes.ua/article/kontrol-salmoneli/> [In Ukrainian].
16. Srikanth, C. V. (2011). Salmonella effector proteins and host-cell responses. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 68 (22), 3687.
17. Tang, T., Gao, Q., Lin, H., Biville, F., Xiong, J., Pei, X., Zheng, B., Zou, X., & Wang, C. (2017). ClpXP affects the cell metabolism of Salmonella typhimurium partially in an RpoS-dependent manner. *Metabolomics*, 13 (12). doi: 10.1007/s11306-017-1296-6.
18. Vabishchev, F. S., Dudnikov, L. A., & Dreval, D. V. (2010). Patologoanatomicheskii diaгноз - vazhnaya sostavlyayushchaya diaгноza zabolevaniya kur. *Suchasna Veterinarna Meditsina*, 3, 15–22 [In Ukrainian].
19. Vovk, O. O., Boychenko, M. S., Matveeva, I. V., Zhuk, O. V., & Boychenko, S. V. (2017). Bakteriofagi - nova paradigma ta perevagi pered antibiotikami u likuvalno- profilaktichnikh tsiliakh. *Naukoemni Tekhnologii*, 2 (34), doi: 10.18372/2310-5461.34 [In Ukrainian].
20. Zaritskii, A. M., Glushkevich, T. G., & Bubalo, V. O. (2016). Aktualnist salmonelozu v Ukraini ta perspektivi borotbi z nim. *Infectious Diseases*, 3 (85), 5–9. doi: 10.11603 / 1681-2727.2016.3.6881 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 12.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Передера О. О., Передера Р. В., Савченко К. С. Діагностика сальмонельозу бройлерів у приватному господарстві. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 219–226.

© Передера Олена Олександрівна, Передера Роман Вікторович, Савченко Катерина Сергіївна, 2020



**original article** | 636.7.09:616.37-002 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.26

## DIAGNOSTICS OF DOG ACUTE PANCREATITIS: CLINICAL CASE FROM VETERINARY PRACTICE


*D. Yu. Chekantseva*

*N. S. Kanivets\**

*L. P. Karysheva*

*V. V. Bobrova*

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: nataliia.kanivets@pdaa.edu.ua

### How to Cite

*Chekantseva, D. Yu., Kanivets, N. S., Karysheva, L. P., & Bobrova, V. V. (2020). Diagnostics of dog acute pancreatitis: clinical case from veterinary practice. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 227–232. doi: 10.31210/visnyk2020.03.26*

*Pancreatitis is an inflammation of the pancreas, and dogs most often have an acute course. It is characterized by vomiting, colic, squealing, unnatural posture at standing, and sometimes diarrhea. The research was conducted in the Veterinary Medicine Clinic of the city of Mykolaiiv. The aim of the research was to analyze the diagnostics of dog acute pancreatitis. We investigated and presented a case from clinical practice of a dog of boxer breed, 5 years old having body weight of 17 kg and suffering from acute pancreatitis. Different diagnostic methods for revealing the disease have been described. As a result of the conducted examination the data of the patient's anamnesis were taken into account. The main reason of the disease was identified - uncontrolled feeding (unlimited access to the feeder, containing food), which causes excessive consumption of food by the dog. Changes in the dog's clinical condition were identified and characteristic signs were registered (hyperthermia, tachypnea, tachycardia, untypical posture at standing, and weakness). During hematological studies, inflammatory anemia and moderate leukocytosis were diagnosed. The analysis of biochemical indicators revealed hyper-enzymia of alpha-amylase almost twice as high as the standard for dogs. The increase of activity in the blood serum of this enzyme was registered at damaging pancreas cells, especially in case of acute pancreatitis. At the same time, bilirubinemia and transaminases (ALT and AST) increased activity were diagnosed. Ultra-sonographic examination detected changes in the pancreas size and structure. At sonography, the visualization of the organ was unclear and hypo-echogenic, which confirmed the swelling of its tissues. The results obtained by us should be taken into account by practicing veterinary doctors in differentiating the pancreas diseases.*

**Key words:** *pancreas, hyper-fermentation, alpha-amylase, acute course, inflammatory anemia.*

## ДІАГНОСТИКА ГОСТРОГО ПАНКРЕАТИТУ В СОБАКИ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК З ВЕТЕРИНАРНОЇ ПРАКТИКИ

*Д. Ю. Чеканцева, Н. С. Канівець, Л. П. Карішева, В. В. Боброва*

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

*Панкреатит – це запалення підшлункової залози, що в собак найчастіше має гострий перебіг. У хворих тварин виявляються блювання, кольки, скавчання, неприродна поза під час стояння, інколи проноси. Дослідження проводили в умовах клініки ветеринарної медицини міста Миколаєва. Мета*

досліджень – аналіз діагностики собаки у разі гострого панкреатиту. Ми дослідили і навели випадок з клінічної практики – це собака породи боксер віком 5 років масою тіла 17 кг, хвора на гострий панкреатит. Описано різні методи діагностики для постановки правильного діагнозу. В результаті проведеного обстеження брали до уваги дані анамнезу хворої тварини. Виявлено основну причину захворювання – безконтрольна годівля (необмежений доступ до годівниці, у якій постійно був корм), яка спричинює надмірне споживання собакою кормів. Визначено зміни клінічного стану собаки та встановлено характерні ознаки (гіпертермію, тахіпноє, тахікардію, невластиву позу під час стояння, кволість). У разі гематологічних досліджень діагностовано «запальну анемію» і помірний лейкоцитоз. Під час аналізу біохімічних показників виявлено гіперферментемію альфа-амілази, яка була майже удвічі вище за показник норми для собак. Підвищення активності в сироватці крові цього ферменту реєструється у разі ураження клітин підшлункової залози, особливо у разі гострого панкреатиту. Водночас діагностували білірубінемію та підвищення активності трансаміназ (АлАТ і АсАТ). Ультрасонографічно встановлено зміни розмірів та структури підшлункової залози. Візуалізація органу під час сонографії була нечітка та гіпоехогенна, що підтверджує набряк його тканин. На отримані результати доцільно зважати ветеринарам-практикам за необхідності диференціювання захворювань підшлункової залози.

**Ключові слова:** підшлункова залоза, гіперферментемія, альфа-амілаза, гострий перебіг, «запальна анемія».

### ДІАГНОСТИКА ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА У СОБАКИ: КЛІНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ИЗ ВЕТЕРИНАРНОЙ ПРАКТИКИ

*Д. Ю. Чеканцева, Н. С. Канивец, Л. П. Карышева, В. В. Боброва*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Панкреатит – это воспаление поджелудочной железы, у собак чаще всего имеет острое течение. Исследования проводили в условиях клиники ветеринарной медицины города Николаева. Целью исследований был анализ диагностики собаки с острым панкреатитом. В результате проведенного обследования обнаружено основную причину заболевания – это бесконтрольное кормление (неограниченный доступ к кормушке с наличием в ней корма), которое вызывает чрезмерное потребление кормов животным. Определены изменения клинического состояния собаки и установлены характерные признаки (гипертермия, тахипноэ, тахикардия, несвойственная поза во время стояния, слабость). В результате гематологических исследований диагностировано «воспалительную анемию» и умеренный лейкоцитоз. Биохимический анализ сыворотки крови позволил определить гиперферментемию альфа-амилазы, которая была почти вдвое выше показателя нормы для собак. В то же время определили билирубинемию и повышение активности трансаміназ (АлАТ и АсАТ). Ультрасонографически выявлены изменения размеров и структуры поджелудочной железы. Визуализация органа сонографически была нечеткая и гипоехогенная, что подтверждает отек его тканей.

**Ключевые слова:** поджелудочная железа, гиперферментемия, альфа-амилаза, острое течение, «воспалительная анемия».

#### Вступ

Панкреатит відноситься до захворювань, що спричиняють руйнування клітин підшлункової залози, є небезпечним для здоров'я, та, за даними окремих дослідників (Hue Su K. та ін.; 2006), щороку вражає близько 80 000 людей [1]. На сьогодні панкреатит є однією з поширених хвороб у собак незалежно від перебігу (гострого чи хронічного) і часто неправильно діагностованою проблемою [2].

Панкреатит широко класифікується як гостре, рецидивуюче або хронічне захворювання. Нині у ветеринарній гастроентерології розрізняють гострий і хронічний панкреатит залежно від ступеня зворотності патологічних змін у тканинах підшлункової залози [3]. Так, у разі гострого панкреатиту після усунення етіологічного фактору і запальної реакції майже всі викликані зміни в органі зворотні. У разі хронічного – спостерігається більш тривале запалення з формуванням незворотних гістологічних змін (фіброз, некроз, атрофія і ін.) [4, 5].

Причиною розвитку панкреатиту в собак є згодовування неякісних кормів, отруєння хімікатами, ожиріння, вірусні захворювання, цукровий діабет, гіпотиріоз, травмування черевної порожнини, генетичні схильності [6].

Зважаючи на вищенаведене, діагностувати панкреатит в окремих випадках досить складно. Це пов'язано із системною запальною реакцією організму, що може призводити до розвитку поліорганної недостатності, дифузного внутрішньосудинного згортання крові, та у тяжких випадках, загибелі тварини [7]. Водночас дослідження підшлункової залози у дрібних тварин складне через її анатомічну недоступність, неспецифічні клінічні ознаки та суперечливі лабораторні дані [8].

Тому *метою* нашої роботи став аналіз діагностики клінічного випадку панкреатиту в собаки породи боксер.

*Завдання* досліджень включали: встановлення перебігу панкреатиту та визначення причин його розвитку; дослідження функціональних змін органів для виявлення ризиків патології; проведення роз'яснювальної роботи із власниками тварини про необхідність раціональної годівлі.

### Матеріал і методи дослідження

Дослідження проводили в умовах клініки «LORD» м. Миколаєва. До ветеринарної клініки звернулися господарі собаки породи боксер віком 5 років масою тіла 17 кг зі скаргами на загальне пригнічення тварини, задишку, періодичні проноси, неприродно позу при стоянні і лежанні собаки, блювання після годівлі.

Схема дослідження тварини включала: збір даних анамнезу, гематологічні дослідження крові та біохімічні – сироватки крові, ультрасонографія органів черевної порожнини, зокрема підшлункової залози.

Гематологічні дослідження проводили на гематологічному аналізаторі, (визначали кількість лейкоцитів, еритроцитів), а біохімічні сироватки крові – біохімічному ветеринарному аналізаторі BioChem SA, (США) (визначали вміст гемоглобіну, активність альфа-амілази, амінотрансфераз (АлАТ і АсАТ), вміст білірубину та глюкози). Ультрасонографію виконували в лежачому правому бічному положенні. Використовували лінійні та випуклі перетворювачі (датчики) за частоти від 5 до 8 МГц. Сонографію здійснювали, починаючи від правого 8-го міжребір'я, для візуалізації міжреберного органу.

### Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з анамнезом встановлено, що собаку годували перловою кашею, свининою, молоком, хлібом; у раціоні також були наявні курячі ший, голови; варені овочі, макаронні вироби і сухий корм «Гав». Корм був постійно доступний тварині. Власники звернули увагу, що останнім часом собака швидко втомлюється, відмічається кволість, відмова від корму, відсутність інтересу до ігор, прогулянок, ласощів, неприродність поз під час відпочинку та сну. Спостерігається блювання навіть після кількох ковтків води. У разі прогладжування в ділянці черева та боків тварина непокоїться, скавчить. Собака часто дихає та має часте серцебиття. Також власники відмітили, що у тварини спостерігаються проноси.

Аналізуючи отримані дані стосовно годівлі собаки, можна зазначити, що постійна наявність корму в годівниці сприяла неконтрольованій годівлі, яка призвела до надмірної секреції ферментів підшлункової залози, утруднення його відтоку та активації протеолітичних ферментів (проеластизи, трипсиногену, хімотрипсиногену) [9, 10]. Останні почали руйнування клітин підшлункової залози, збільшилась проникність кровоносних судин, розвинувся набряк та геморагій [11–13]. Згідно з результатами інших дослідників (Ruben D. S. зі співавт., 2009), у разі експериментального панкреатиту в собак реєструють посилення запалення, атрофію та набряк підшлункової залози [8], що підтверджує патогенез гострого панкреатиту.

Наступним етапом дослідження хворої тварини був клінічний огляд, під час якого встановили пригнічення загального стану, кволість, тахіпноє (26 рух./хв.), тахікардію (119 уд./хв.), гіпертермію (39,7 С), значну болючість черева за пальпації, невластиву позу (рис. 1), що було обумовлено кольками [14].

Зважаючи на дані анамнезу та клінічного обстеження собаки «Зоря» породи боксер встановили первинний діагноз – панкреатит. Для подальшої діагностики провели морфологічні дослідження крові. Аналізуючи отримані дані, відмічали зменшення кількості еритроцитів до 4,1 Т/л та зниження вмісту гемоглобіну до 105 г/л порівняно з показниками норми. Зниження цих показників у хворої тварини свідчило про розвиток анемії, яку можна віднести до «анемії запалення» [15]. Оскільки запалення незалежно від перебігу (хронічного чи гострого) є основною ланкою в патогенезі анемії, яка виникає на тлі порушення утилізації Заліза внаслідок пригнічуваної дії протизапальних цитокінів [15, 16].



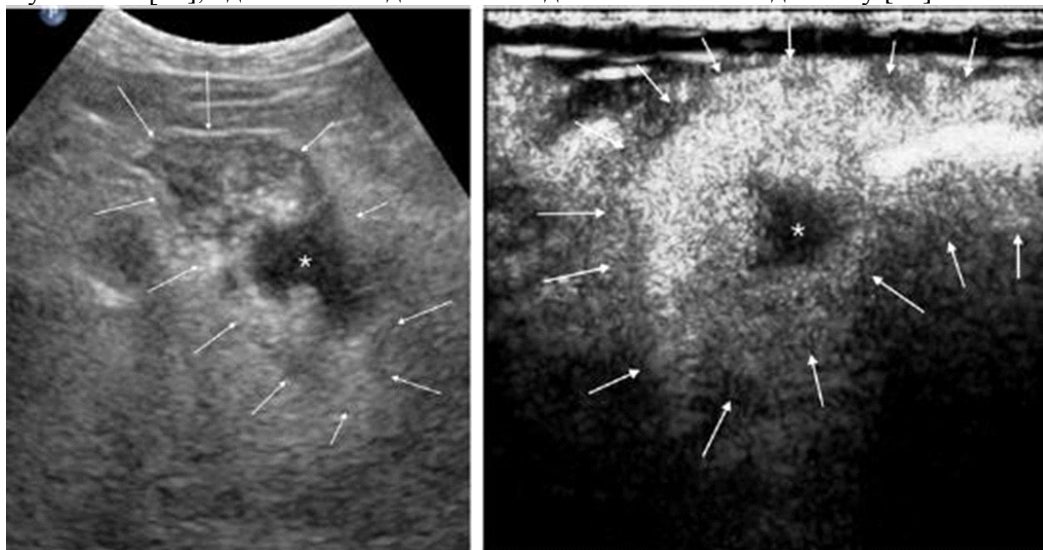
**Рис. 1. Загальний вигляд собаки за панкреатиту**  
(«Зоря» породи боксер віком 5 років маса тіла 17 кг)

Натомість, показник швидкості осідання еритроцитів у хворої собаки перебував на рівні 10 мм/год., що майже на 67 % вище за верхню межу фізіологічних коливань. Кількості лейкоцитів була 12,7 Г/л, що свідчить про помірний лейкоцитоз, і є поширеним явищем у випадках гострого панкреатиту в собак [17].

Дослідження сироватки крові хворої собаки свідчили про нормальний вміст глюкози 4,5 ммоль/л. Водночас виявляли зростання активності трансаміназ: активність АлАТ була на рівні 85 Од/л, АсАТ – 82 Од/л. Вміст загального білірубіну мав показник 12 мкмоль/л. Отримані дані вказують на залучення в патологічний процес клітин печінки, їх ушкодження та неспроможність кон'югувати білірубін [18].

Активність альфа-амілази у крові хворої тварини становила 2960 Од/л, що майже удвічі вище за показник норми для собак. Значне зростання активності альфа-амілази в сироватці крові тварин реєструється у разі пошкодження клітин підшлункової залози і притаманне гострому панкреатиту [19]. Тому морфологічні та біохімічні дослідження крові в собаки підтверджують попередній діагноз – панкреатит.

Під час проведення ультразвукографічних досліджень підшлункової залози хворої собаки встановили зміни її в розмірі і структурі. Підшлункова залоза була збільшеною, зі зниженою ехогенністю (рис. 2). Водночас сонографічна візуалізація органу була слабкою, що обумовлено набряком органу [20]. Ультрасонографія черевної порожнини відноситься до сучасних методів діагностики гострого панкреатиту в собак [21], однак не завжди є точним для встановлення діагнозу [22].



**Рис. 2. Ультрасонограма підшлункової залози собаки у разі панкреатиту**  
(зміна розміру підшлункової залози та її структури в собаки «Зоря» породи боксер віком 5 років)

Одержані дані ультрасонографії хворої собаки свідчать про гострий запальний процес і зміни у тканинах підшлункової залози, що спричинює порушення метаболізму (травлення та всмоктування). Це підтверджується даними морфологічних та біохімічних досліджень (розвиток анемії, підвищення ШОЕ, помірний лейкоцитоз, збільшення активності ферментів у сироватці крові, зокрема АЛАТ, АсАТ, альфа-амілази, та наявна білірубінемія). Отже, проведення комплексного обстеження собаки породи боксер із підозрою на гострий панкреатит із застосуванням клінічного, біохімічного та сонографічного методів дало змогу встановити точний діагноз.

### **Висновки**

Встановлено, що першопричиною розвитку панкреатиту в собаки стала неправильна, нераціональна ненормована годівля. Морфологічний і біохімічний аналіз крові показав, окрім запалення підшлункової залози (лейкоцитоз, запальна анемія, білірубінемія, гіперферментемія альфа-амілази) ймовірне ураження печінки.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у визначенні і застосуванні правильної схеми лікування, яка включатиме як патогенетичну, так і симптоматичну терапію.

### **References**

1. Hue Su, K., Cuthbertson, C., & Christophi, C. (2006). Review of experimental animal models of acute pancreatitis. *Hepato-Pancreato-Biliary*, 8, 264–286. doi: 10.1080/13651820500467358.
2. Ruben, D. S., Scorpio, D. G., Gabrielson, K. L., Simon, B. W., & Buscaglia, J. M. (2009). Refinement of canine pancreatitis model: inducing pancreatitis by using endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Comparative Medicine*, 59 (1), 78–82.
3. Larter, C. Z., & Yeh, M. M. (2008). Animal models of NASH: Getting both pathology and metabolic context right. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 23 (11), 1635–1648. doi: 10.1111/j.1440-1746.2008.05543.x.
4. Hall, E. J., Simpson, J. W., & Williams, D. A. (2005). *Manual of Canine & Feline Gastroenterology*. Quedgeley, Gloucs, United Kingdom: British Small Animal Veterinary Association
5. White, G. A., Hobson-West, P., Cobb, K., Craigon, J., Hammond, R., & Millar, K. M. (2011). Canine obesity: is there a difference between veterinarian and owner perception? *Journal of Small Animal Practice*, 52 (12), 622–626. doi: 10.1111/j.1748-5827.2011.01138.x.
6. Drobatz, K. J., Hopper, K., Rozanski, E., & Silverstein, D. C. (2018). *Textbook of small animal emergency medicine*. doi: 10.1002/9781119028994.
7. Contributors. (2009). *BSAVA Manual of Canine and Feline Abdominal Imaging*, v–vi. doi: 10.22233/9781905319718.fm1.
8. Ruben, D. S., Scorpio, D. G., Gabrielson, K. L., Simon, B. W., & Buscaglia, J. M. (2009). Refinement of canine pancreatitis model: inducing pancreatitis by using endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Comparative medicine*, 59 (1), 78–82.
9. Bounous, D. I. (2003). Digestive System. In: Latimer, K. S., Mahaffey, E. A., & Prasse, K. W., (Eds.). *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine Clinical Pathology, 4th ed.* (215–21). Ames, Iowa: Blackwell Publ.
10. Steiner, J. M., Newman, S. J., Xenoulis, P. G. (2008). Sensitivity of serum markers for pancreatitis in dogs with macroscopic evidence of pancreatitis. *Veterinary Therapeutics*, 9, 263–273.
11. Mix, K., & Jones, C. (2006). Diagnosing acute pancreatitis in dogs. *Compendium*, 28, 226–234.
12. Whittemore, J. C., & Campbell, V. L. (2005). Canine and feline pancreatitis. *Compendium*, 27, 766–776.
13. Bunch, S. E., & Watson, P. J. (2009). The exocrine pancreas. In: Nelson RW, Couto CG, editors. *Small Animal Internal Medicine, 4th ed.* (579–606.). St Louis, Missouri: Mosby.
14. Rahmoun Djallal Eddine, & Fares Mohamed Amine (2018). Analytical Study of Pancreatitis in Dogs. *Dairy and Veterinary Science*, 6 (2), 555–681. doi: 10.19080/JDVS.2018.06.555681.
15. Weiss, G., & Gasche, C. (2010). Pathogenesis and treatment of anemia in inflammatory bowel disease. *Haematologica*, 95 (2), 175–178. doi: 10.3324/haematol.2009.017046/
16. Shadrin, O. H., Marushko, T. L., & Marushko, R. V. (2017). Pidkhody do diahnozyky ta likuvannya anemiyi pry zakhvoryuvannyakh kyshechnyka u ditey rann'oho viku. *Dytyachyy Likar*, 5-6 (56-57), 50–56 [In Ukrainian].
17. Cowell, R. L. (2004). Pancreas. *Veterinary Clinical Pathology Secrets*, 215–219. doi: 10.1016/B978-1-56053-633-8.50038-3.

18. Chuklin, S. M., & Ivankiv, T. M. (2009). *Hostryy pankreatyt : metodychni rekomendatsiyi dlya studentiv medychnoho fakul'tetu*. L'viv. [In Ukrainian].
19. Xenoulis, P. G., Suchodolski, J. S., & Steiner, J. M. (2008). Chronic pancreatitis in dogs and cats. *Compendium*, 30(3), 166–181.
20. Tymoshenko, O. P., & Busel, Yu. M. (2009). Efektyvnist kompleksnoyi diahnostryky pankreatytu v sobak, pidtverdzhena morfolohichnymy doslidzhennyamy. *Visnyk Poltavs'koyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 1, 87–93 [In Ukrainian].
21. Mccord, K., Morley, P. S., & Armstrong, J. (2012). A multi-institutional study evaluating the diagnostic utility of the spec cPL. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26 (4), 888–896.
22. French, J. M., Twedt, D. C., Rao, S., & Marolf, A. J. (2019). Computed tomographic angiography and ultrasonography in the diagnosis and evaluation of acute pancreatitis in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (1), 79–88. doi: 10.1111/jvim.15364.
23. Mekrawy N. H., Gomaa, M., Kramer, M., Omar, M. S., & Samy, M. T. (2012). Ultrasonographic diagnosis of pancreatic surgical affections in dogs and cats Egypt. *Journal of Basic & Applied Physiology*, 11 (2), 257–269.

Стаття надійшла до редакції 14.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Чеканцева Д. Ю., Канівець Н. С., Каришева Л. П., Боброва В. В. Діагностика гострого панкреатиту в собаки: клінічний випадок з ветеринарної практики. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 227–232.

© Чеканцева Діана Юріївна, Канівець Наталія Сергіївна,  
Каришева Любов Павлівна, Боброва Віталіна Віталіївна, 2020



original article | 636.09:616.99 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.27




## ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM OF DOG ORGANISM AT EXPERIMENTAL TOXOCARIASIS

W. Said

V. Stybel

B. Gutyj\*

O. Prijma

ORCID  [0000-0002-3273-4143](https://orcid.org/0000-0002-3273-4143)ORCID  [0000-0002-0285-6182](https://orcid.org/0000-0002-0285-6182)ORCID  [0000-0002-5971-8776](https://orcid.org/0000-0002-5971-8776)ORCID  [0000-0001-7050-822X](https://orcid.org/0000-0001-7050-822X)

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: [bvh@ukr.net](mailto:bvh@ukr.net),

## How to Cite

Said, W., Stybel, V., Gutyj, B., & Prijma, O. (2020). Antioxidant protection system of dog organism at experimental toxocariasis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 233–240. doi: 10.31210/visnyk2020.03.27

Processes involving oxygen are constantly taking place in the animal body. They include, in particular, free radical peroxide lipid oxidation. The intensity of free radical processes in the organism depends on the concentration of oxygen in the tissues, as well as the activity of enzymatic and non-enzymatic protection systems. That is why the aim of the study was to determine the state of the antioxidant protection system of dogs in case of experimental toxocariasis. Twelve two- to four-month-old dogs were used for experimental studies. 2 groups of animals, 6 in each were formed: control and experimental. Puppies of the experimental group were experimentally infected with toxocariasis pathogen at a dose of 5,000 invasive eggs of *Toxocara canis* per kg of body weight. The control puppies were clinically healthy. On the basis of the conducted researches, it been established that at experimental dog toxocariasis their antioxidant status decreases and processes of lipid peroxidation strengthen. The development dog toxocariasis was accompanied by inhibiting all parts of the animals' antioxidant protection system, as it was indicated by decreasing catalase activity, superoxide dismutase and glutathione system indices in their blood. It was found that in case of toxocariasis invasion on the 15<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> days of the experiment, catalase activity in the dog blood decreased by 27.8 and 35.3 % as compared with the control group. On the 15<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> day of the experiment, a decrease in the activity of glutathione peroxidase by 14.1 and 18.4 % and glutathione reductase – by 8.3 and 14.5 % were registered in the dog serum of the experimental group. Superoxide dismutase activity was the lowest in the dog blood of the experimental group on the 25<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> day of the experiment, this index decreased by 29.1 and 34.4 %, respectively in comparison with the control group. It was found that on the 15<sup>th</sup> day of the experiment the level of reduced glutathione in the dog blood of the experimental group probably decreased by 11.6 %, and on the 20<sup>th</sup> day, it decreased by 20.0 % relative to the control group. Against the background of reduced antioxidant status of infected dogs, there was also an increase in the processes of lipid peroxidation, as indicated by an increase in the content of intermediate and final LPO products in their blood: diene conjugates and TBA-active products. Excessive free radical formation and activation of LPO processes led to disruption of cell membrane structure and toxic effects on tissues, as well as oxidation of protein sulfhydryl groups.

**Key words:** invasion, helminths, toxocariasis, dogs, antioxidant protection system, lipid peroxidation.

**СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ СОБАК В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТОКСОКАРОЗУ****В. Саїд, В. В. Стибель, Б. В. Гутий, О. Б. Прийма**

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

*В організмі тварин постійно відбуваються процеси за участі кисню. До них, зокрема, належить вільнорадикальне пероксидне окиснення ліпідів. Інтенсивність перебігу вільнорадикальних процесів в організмі залежить від концентрації кисню у тканинах, а також діяльності ензимних і неензимних систем захисту. Тому метою роботи було з'ясувати стан системи антиоксидантного захисту організму собак в умовах експериментального токсикарозу. Для проведення експериментальних досліджень було використано 12 собак дво-, чотиримісячного віку та сформовано дві групи з шести тварин у кожній: контрольна та дослідна. Цуценят дослідної групи експериментально заражали збудником токсикарозу в дозі 5000 інвазійних яєць *Toxocara canis* на кг маси тіла. Цуценята контрольної групи були клінічно здоровими. На основі проведених досліджень встановлено, що в умовах експериментального токсикарозу в собак знижується їхній антиоксидантний статус та посилюються процеси пероксидного окиснення ліпідів. Розвиток токсикарозу в собак супроводжувався пригніченням усіх ланок системи антиоксидантного захисту організму тварин, на що вказує зниження в їхній крові активності каталази, супероксиддисмутази та показників глутатіонової системи. Встановлено, що у разі токсикарозої інвазії у крові собак на 15 і 20 доби дослідів активність каталази знизилася на 27,8 і 35,3 % порівняно з показниками контрольної групи. На 15 і 20 добу дослідів в сироватці крові собак дослідної групи встановлено зниження активності глутатіонпероксидази на 14,1 і 18,4 % та глутатіонредуктази – на 8,3 і 14,5 %. Найнижчою активністю супероксиддисмутази була у крові собак дослідної групи на 25 і 30 добу дослідів, де порівняно з контрольною групою цей показник знизився на 29,1 і 34,4 % відповідно. Встановлено, що на 15 добу дослідів рівень відновленого глутатіону у крові дослідної групи собак вірогідно знизився на 11,6 %, а на 20 добу відповідно знизився на 20,0 % відносно показників контрольної групи тварин. На тлі зниження антиоксидантного статусу організму інвазованих собак спостерігали також посилення процесів пероксидного окиснення ліпідів, на що вказує підвищення в їхній крові вмісту проміжних та кінцевих продуктів ПОЛ: дієнових кон'югатів та ТБК-активних продуктів. Надмірне вільнорадикальне утворення та активація процесів ПОЛ призводить до порушення структури мембран клітин та токсичного впливу на тканини, а також окиснення сульфгідрильних груп білків.*

**Ключові слова:** інвазія, гельмінти, токсикароз, собаки, система антиоксидантного захисту, пероксидне окиснення ліпідів.

**СИСТЕМА АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА СОБАК ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ТОКСИКАРОЗЕ****В. Саид, О. Б. Прийма, Б. В. Гутый, В. В. Стибель**

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

*В организме животных постоянно происходят процессы с участием кислорода. К ним, в частности, относится свободнорадикальное перекисное окисление липидов. Интенсивность течения свободнорадикальных процессов в организме зависит от концентрации кислорода в тканях, а также деятельности ферментных и неферментных систем защиты. Поэтому целью работы было выяснить состояние системы антиоксидантной защиты организма собак при экспериментальном токсикарозе. Для проведения экспериментальных исследований были использованы 12 собак двух-четырёхмесячного возраста и сформированы две группы из шести животных в каждой: контрольная и опытная. Щенков опытной группы экспериментально заражали возбудителем токсикароза в дозе 5000 инвазионных яиц *Toxocara canis* на кг массы тела. Щенки контрольной группы были клинически здоровыми. На основе проведенных исследований установлено, что при экспериментальном токсикарозе у собак снижается их антиоксидантный статус и усиливаются процессы перекисного окисления липидов. Развитие токсикароза у собак сопровождалось угнетением всех звеньев системы*

антиоксидантної захисти організму живих тварин, на що вказує зниження в їх крові активності каталази, супероксиддисмутази та показателів глутатионової системи. Установлено, що при токсокарозній інвазії в крові собак на 15 та 20 сутки спостереження активність каталази знизилась на 27,8 та 35,3 % порівняно з показателями контрольної групи. На 15 та 20 сутки спостереження в сировотці крові собак дослідної групи встановлено зниження активності глутатионпероксидази на 14,1 та 18,4 % та глутатионредуктази – на 8,3 та 14,5 %. Низькою активністю супероксиддисмутази були в крові собак дослідної групи на 25 та 30 сутки спостереження, де порівняно з контрольною групою даний показник знизився на 29,1 та 34,4 % відповідно. Установлено, що на 15 сутки спостереження рівень відновленого глутатиону в крові дослідної групи собак достовірно знизився на 11,6 %, а на 20 сутки відповідно знизився на 20,0 % порівняно з показателями контрольної групи тварин. На фоні зниження антиоксидантного статусу організму інвазованих собак спостерігали також посилення процесів перекисного окислення ліпідів, на що вказує підвищення в їх крові вмісту проміжних та кінцевих продуктів ПОЛ: дієнових кон'югатів та ТБК-активних продуктів. Чрезмірне вільнорадикальне утворення та активація процесів ПОЛ призводить до порушення структури мембран клітин та токсичного впливу на тканини, а також окислення сульфгідрильних груп білків.

**Ключові слова:** інвазія, гельмінти, токсокароз, собаки, система антиоксидантної захисти, перекисне окислення ліпідів.

### Вступ

Відомо, що внаслідок будь-якого стресу в живих клітинах ініціюються відповідні реакції, такі як: вільнорадикальне окиснення, зміна концентрації іонів кальцію, зниження активності енергетичного метаболізму [5]. Всі ці зміни врешті-решт призводять до формування низки патологічних станів [14]. Одним з основних показників змін клітинного метаболізму є активація процесу перекисного окиснення ліпідів [15, 22]. Інтенсивність цих процесів залежить від процесу утворення активних форм кисню і пов'язана з якісними показниками антиоксидантної системи клітини [16, 21].

Система антиоксидантного захисту організму тварин представлена низкою ендогенних сполук, активність яких у клітинах не постійна і змінюється за певних умов, особливо при тривалому і сильному стресі [8]. Як відомо, що розвитку оксидативного стресу сприяють і паразитарні захворювання, зокрема токсокароз [9].

Токсокароз – гельмінтозне захворювання, що в собак спричинене нематодою *Toxocara canis* [13, 19]. Статевозрілі гельмінти паразитують у тонкому кишечнику [1, 25]. У разі значної інтенсивності інвазії дорослі паразити спричинюють запалення слизової оболонки тонких кишок, шлунку, жовчних ходів печінки та підшлункової залози [2, 6]. Токсокари виділяють токсини, які, всмоктуючись у кров, спричинюють загальну інтоксикацію організму [3, 7].

Наявна література, яка відображає численні результати досліджень впливу токсокар та їхніх метаболітів на організм тварин, не повністю відображає механізм дії [10, 26]. Дослідження проводили на тваринах з метою розкриття порушень функції серцево-судинної і центральної нервової систем та травного тракту у разі розвитку токсокарозної інвазії [11, 27]. Деякі вчені встановили складність патогенезу у разі цієї інвазії у тварин: порушення обміну речовин, фізіологічних функцій організму, також науковці запропонували різні засоби лікування тварин [12, 18, 28]. Але досі залишається нез'ясованим питання про вплив токсокар та їхніх метаболітів на одну з важливих, захисних систем організму – антиоксидантну систему, завданням якої є підтримання балансу між інтенсивністю радикалоутворення та потребами організму у фізіолого-біохімічних аспектах дії радикалів кисню та їх похідних, а саме синтезу біологічно-активних речовин, регуляції проникності мембран [17, 20].

Саме тому метою розвідки було з'ясувати стан системи антиоксидантного захисту організму собак за умов експериментального токсокарозу. Серед завдань роботи: дослідити активність ензимної та неензимної ланки системи антиоксидантного захисту та інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів у крові собак у умовах токсокарозу.

### Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2017–2020 років на кафедрі паразитології та їхтіопатології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Для проведення експериментальних досліджень було використано 12 собак дво-, чотиримісячного віку та сформовано дві групи із шести тварин у кожній: контрольна та дослідна. Цуценят дослідної групи експе-

риментально заражали збудником токсокарозу в дозі 5000 інвазійних яєць *T. canis* на кг маси тіла. Цуценята контрольної групи були клінічно здоровими.

У сироватці крові собак контрольної і дослідної груп визначали активність ензимів, а саме: активність каталази (КТ; К.Ф. 1.11.1.6) – за методом М. А. Королук (1988); активність супероксиддисмутази (СОД; К.Ф. 1.15.1.1) – за методом Є. Є. Дубиніної і співавт. (1983); активність глутатіонредуктази (ГР; К.Ф.1.6.4.2.) та глутатіонпероксидази (ГП; К.Ф.1.11.1.9.) – за методом В. В. Лемешко і співавт. (1985). Крім того, досліджували вміст ТБК-активних продуктів – за методом Є. Н. Коробейникова (1989), рівень дієнових кон'югатів (ДК) – за методом І. Д. Стальної (1977) [23].

Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Україна, 2001) [24], згідно з положеннями «Європейської конвенції про захист хребетних тварин», які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1985) [4].

Аналіз результатів досліджень проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0. Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати середніх значень вважали статистично ймовірними при \* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$  (ANOVA).

### Результати досліджень та їх обговорення

На основі проведених досліджень встановлено, що в умовах експериментального токсокарозу в собак знижується їхній антиоксидантний статус, та посилюються процеси пероксидного окиснення ліпідів. З'ясовано, що у разі токсокарозої інвазії в крові собак на 5 добу досліду зареєстровано незначне підвищення активності каталази на 17,6 % порівняно з початком досліду. У подальшому з 10 доби досліду активність каталази почала вірогідно знижуватися, і відповідно на 15 і 20 доби досліду активність цього ензиму знизилася на 27,8 і 35,3 % порівняно з показниками контрольної групи тварин. На 30 добу досліду у крові інвазованих собак активність ензиму була найнижчою, і відповідно становила  $0,09 \pm 0,06$  мг  $H_2O_2$ , що на 50,0 % була вищою відносно контрольних величин (табл. 1).

#### 1. Активність каталази в сироватці крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm m$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	Каталаза, мг $H_2O_2$	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	$0,18 \pm 0,06$	$0,17 \pm 0,05$
5 доба	$0,19 \pm 0,05$	$0,20 \pm 0,04$
10 доба	$0,17 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,06$
15 доба	$0,18 \pm 0,04$	$0,13 \pm 0,05^*$
20 доба	$0,17 \pm 0,05$	$0,11 \pm 0,03^{**}$
25 доба	$0,17 \pm 0,04$	$0,11 \pm 0,05^{**}$
30 доба	$0,18 \pm 0,05$	$0,09 \pm 0,06^{***}$

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$ .

При дослідженні активності супероксиддисмутази у крові інвазованих собак дослідної групи встановлено, що на 5 добу досліду вона підвищилася на 7,5 % (табл. 2).

#### 2. Активність супероксиддисмутази в сироватці крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm m$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	СОД, ум.од./мг білка	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	$15,8 \pm 0,75$	$15,6 \pm 0,70$
5 доба	$15,9 \pm 0,87$	$17,1 \pm 0,95$
10 доба	$16,0 \pm 0,74$	$15,2 \pm 0,54$
15 доба	$15,7 \pm 0,68$	$14,4 \pm 0,82$
20 доба	$15,9 \pm 0,70$	$12,5 \pm 0,86^{**}$
25 доба	$15,8 \pm 0,82$	$11,2 \pm 0,64^{**}$
30 доба	$15,7 \pm 0,57$	$10,3 \pm 0,64^{***}$

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$ .

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

На 10 і 15 доби дослідю активність цього ензиму у крові собак дослідної групи відповідно знизилася на 5,0 і 8,3 % відносно контрольної групи. На 20 добу дослідю активність супероксиддисмутазу у крові собак, інвазованих токсокарами, становила  $12,5 \pm 0,86$  ум.од./мг білка, тоді як у контрольної групи собак –  $15,9 \pm 0,70$  ум.од./мг білка. Найнижчою активність супероксиддисмутазу була у крові собак дослідної групи на 25 і 30 добу дослідю, де порівняно з контрольною групою цей показник знизився на 29,1 і 34,4 % відповідно.

Важлива роль у захисті клітини від оксидаційного стресу належить системі глутатіону. До даної системи входить глутатіон та ензими: глутатіонпероксидаза та глутатіонредуктаза. Результати проведених досліджень показали (табл. 3 і 4), що активність глутатіонпероксидази у сироватці крові собак інвазованих токсокарозом на 10 добу дослідю знизилася на 6,1 %, а активність глутатіонредуктази – на 5,8 % відносно показників контрольної групи. У вказаний період дослідю вміст відновленого глутатіону становив  $0,40 \pm 0,04$  ммоль/л, тоді як у контрольної групи –  $0,46 \pm 0,03$  ммоль/л (табл. 5).

На 15 і 20 добу дослідю в сироватці крові собак дослідної групи встановлено зниження активності глутатіонпероксидази на 14,1 і 18,4 %, тоді як активності глутатіонредуктази – на 8,3 і 14,5 % відносно контрольних величин. На 30 добу дослідю у крові інвазованих собак встановлено найнижчу активність глутатіонпероксидази та глутатіонредуктази, де відповідно з контрольною групою вона знизилася на 27,5 і 21,4 % відповідно.

### 3. Активність глутатіонпероксидази в сироватці крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm t$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	ГП, ммоль НАДФН <sub>2</sub> /год/мг білка	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	$17,8 \pm 2,54$	$17,6 \pm 2,47$
5 доба	$17,7 \pm 3,57$	$17,9 \pm 2,99$
10 доба	$18,0 \pm 3,71$	$16,9 \pm 2,85$
15 доба	$17,7 \pm 2,98$	$15,2 \pm 3,15^*$
20 доба	$17,9 \pm 3,24$	$14,6 \pm 3,65^*$
25 доба	$17,6 \pm 3,47$	$13,4 \pm 3,55^*$
30 доба	$17,8 \pm 2,87$	$12,9 \pm 3,10^{**}$

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ .

### 4. Активність глутатіонредуктази в сироватці крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm t$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	ГР, ммоль НАДФН <sub>2</sub> /год/мг білка	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	$6,39 \pm 1,11$	$6,37 \pm 1,12$
5 доба	$6,40 \pm 1,05$	$6,15 \pm 1,20$
10 доба	$6,38 \pm 1,00$	$6,01 \pm 0,85$
15 доба	$6,35 \pm 1,12$	$5,82 \pm 0,96$
20 доба	$6,40 \pm 1,06$	$5,47 \pm 1,21^*$
25 доба	$6,37 \pm 1,10$	$5,21 \pm 1,30^{**}$
30 доба	$6,39 \pm 1,07$	$5,02 \pm 0,57^{**}$

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ .

Вміст відновленого глутатіону у крові собак в умовах токсокарозої інвазії наведений у таблиці 5. Встановлено, що на 15 добу дослідю рівень відновленого глутатіону у крові дослідної групи собак вірогідно знизився на 11,6 %, а на 20 добу відповідно знизився на 20,0 % відносно показників контрольної групи тварин.

Найнижчим рівень відновленого глутатіону у крові дослідної групи собак був на 25 і 30 доби дослідю, де порівняно з показниками взятими в контрольної групи собак, цей показник знизився на 25,0 і 31,1 % відповідно.

Отже, розвиток токсокарозу в собак супроводжувався пригніченням усіх ланок системи антиоксидантного захисту організму тварин, на що вказує зниження в їхній крові активності каталази, супероксиддисмутазу та показників глутатіонової системи.

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

### 5. Вміст відновленого глутатіону у крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm m$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	Відновлений глутатіон, ммоль/л	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	0,45±0,04	0,46±0,03
5 доба	0,44±0,03	0,42±0,04
10 доба	0,46±0,03	0,40±0,04
15 доба	0,43±0,04	0,38±0,02
20 доба	0,45±0,02	0,36±0,03*
25 доба	0,44±0,04	0,33±0,05**
30 доба	0,45±0,03	0,31±0,04***

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \* –  $P < 0,05$ , \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$ .

На тлі зниження антиоксидантного статусу організму інвазованих собак спостерігали також посилення процесів пероксидного окиснення ліпідів, на що вказує підвищення в їхній крові вмісту проміжних та кінцевих продуктів ПОЛ: дієнових кон'югатів та ТБК-активних продуктів. Надмірне вільнорадикальне утворення та активація процесів ПОЛ призводить до порушення структури мембран клітин та токсичного впливу на тканини, а також окисненню сульфгідрильних груп білків.

При дослідженні рівня дієнових кон'югатів у крові собак у разі розвитку експериментального токсокарозу встановлено його вірогідне підвищення на 5 і 10 добу досліду відповідно на 40,7 і 72,0 % відносно контрольної групи тварин. На 15 і 20 добу досліду рівень проміжних продуктів ПОЛ у крові інвазованих собак коливався в межах 0,43±0,03 – 0,51±0,03 одА/мл. На 30 добу досліду рівень дієнових кон'югатів у крові собак дослідної групи був найвищим і відносно показників контрольної групи зріс у 2,7 раза (табл. 6).

### 6. Рівень дієнових кон'югатів у крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm m$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	ДК, одА/мл	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	0,28±0,01	0,26±0,01
5 доба	0,27±0,02	0,38±0,03**
10 доба	0,25±0,02	0,43±0,03***
15 доба	0,29±0,01	0,51±0,03***
20 доба	0,26±0,01	0,60±0,04***
25 доба	0,28±0,02	0,67±0,02***
30 доба	0,28±0,01	0,76±0,05***

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \*\* –  $P < 0,01$ , \*\*\* –  $P < 0,001$ .

Необхідно зазначити, що перед зараженням концентрація ТБК-активних продуктів у сироватці крові дослідних собак вірогідно не відрізнялася від контролю. Проте на 5 і 10 добу після інвазування збудником токсокарозу відмічали підвищення його рівня порівняно з контрольною групою на 4,4 і 21,6 % відповідно. У подальшому встановили тенденцію до зростання вказаного показника до 31,8±0,55 мкмоль/л. Такі зміни вмісту ТБК-активних продуктів, можливо, свідчать про токсичне ураження печінки у разі токсокарозої інвазії (табл. 7).

### 7. Рівень ТБК-активних продуктів у крові собак, інвазованих збудником токсокарозу ( $M \pm m$ , $n=6$ )

Час дослідження крові (доби)	ТБК-активні продукти, мкмоль/л	
	групи тварин	
	контрольна	дослідна
До зараження	24,9±0,32	24,7±0,34
5 доба	24,8±0,37	25,9±0,41*
10 доба	25,0±0,40	30,4±0,25***
15 доба	24,7±0,35	31,8±0,55***
20 доба	25,0±0,34	33,0±0,61***
25 доба	24,8±0,40	35,4±0,56***
30 доба	24,9±0,31	42,5±0,47***

*Примітки:* ступінь вірогідності порівняно з даними контрольної групи: \* –  $P < 0,05$ , \*\*\* –  $P < 0,001$ .

На 25 і 30 добу досліду в інвазованих собак дослідної групи встановлено підвищення рівня кінцевих продуктів ПОЛ на 42,7 і 70,7 % порівняно з контрольною групою тварин.

Посилення процесів ПОЛ, встановлених у наших дослідках на собаках, можливо, пов'язане з розвитком гіпоксії, за якої переважають анаеробні процеси перетворення метаболітів у тканинах. У результаті цього у крові інвазованих собак накопичуються недоокисненні продукти – молочна кислота і кетонів тіла.

### Висновки

В умовах клінічного прояву хвороби токсокари виділяють продукти метаболізму, які сприяють значному утворенню вільних радикалів, що, своєю чергою, ініціюють процеси пероксидного окиснення ліпідів. На це вказує підвищення вмісту продуктів ПОЛ (ДК, ТБК-активних продуктів) та пригнічення активності системи антиоксидантного захисту в сироватці крові собак дослідної групи.

*Перспективи подальших досліджень.* У перспективі планується провести дослідження щодо впливу токсокарозної інвазії на імунну систему організму собак.

### References

1. Bodnia, I. P. (2016). Stan adaptivno-kompensatornykh mozhlyvostei orhanizmu liudyny pry toksokarozii. *Hepatolohiia*, 4, 19–33. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/gepat\\_2016\\_4\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/gepat_2016_4_4) [In Ukrainian].
2. Dralo, O. A., Usachova, O. V., & Konakova, O. V. (2017). Koreliatsiini vzaiemozviazky imunolohichnykh ta kliniko-laboratornykh pokaznykiv patsientiv iz toksokaroznoiu invaziieiu. *Aktualnaia Infektolohiia*, 5 (5), 235–238 [In Ukrainian].
3. Dralova, O. A., Usachova, O. V., Silina, Ye. A., & Konakova, O. V. (2017). Suchasnyi pohliad na problemu toksokaroznoi invazii u ditei (ohliad literatury). *Sovremennaja Pediatrija*, 3, 53–61 [In Ukrainian].
4. European convention for the protection of vertebrate animals used for experim. and other scientific purposes (1986). *Council of Europe*, 53.
5. Grymak, Y., Skoromna, O., Stadnytska, O., Sobolev, O., Gutyj, B., Shalovylo, S., Hachak, Y., Grabovska, O., Bushueva, I., Denys, G., Hudyma, V., Pakholkiv, N., Jarochoyich, I., Nahirniak, T., Pavliv, O., Farionik, T., & Bratyuk, V. (2020). Influence of “Thireomagnile” and “Thyrioton” preparations on the antioxidant status of pregnant cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 122–126. doi: 10.15421/2020\_19
6. Hlushko, K. T. (2013). Imunolohichni osoblyvosti u ditei iz khronichnoiu patolohiieiu travnoi systemy na foni toksokarozu. *Medychna ta Klinichna Khimiia*, 15 (3), 55–58. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Medkh\\_2013\\_15\\_3\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Medkh_2013_15_3_14) [In Ukrainian].
7. Lovytskaia, L. H., Semenchenko, S. L., Malysh, P. N., Sulzhenko, M. Iu., Maliutenko, K. P., Beletskaia, L. M., & Kuznetsov, A. V. (2013). Otsenka faktorov ryska vozmozhnomy zarazheniya toksokarozom naseleniya Luhanskoï oblasti. *Zdorove Rebenka*, 8, 14–18 [In Ukrainian].
8. Martyshuk, T. V., & Gutyj, B. V. (2019). Influence of feed additive “Butaselmavit-Plus” on antioxidant status of rats in conditions of oxidative stress. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 21 (90), 76–81. doi: 10.32718/nvlvet-a9013.
9. Moisieieva, N. V., Kapustianska, A. A., Vakhnenko, A. V., Rumiantseva, M. O., & Kulyk, L. H. (2017). Toksokaroz – suchasni aspekty problemy. *Aktualni Problemy Suchasnoi Medytsyny*, 17, 4 (1), 272–277. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apsm\\_2017\\_17\\_4\(1\)\\_63](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apsm_2017_17_4(1)_63) [In Ukrainian].
10. Pryima, O. B. (2010). Osoblyvosti poshyrennia toksokarozu sobak za yikh vikovoiu dynamikoiu. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii im. Gzhytskoho*, 12 (2), 254–257. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2010\\_12\\_2\(1\)\\_53](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_2(1)_53) [In Ukrainian].
11. Ratnikova, I. N. (2002). Estestvennyj mikrobiocenz kishechnika pri toksokarozе sobak i sposoby ih korrektsii. *Immunobiologicheskie, tehnologicheskie, jekonomicheskie faktory povysheniya proizvodstva produkcii sel'skogo hozjajstva*. Moskva 96–98 [In Russian].
12. Rubinsky-Elefant, G., Hoshino-Shimizu, S., Jacob, C. M. A., Sanchez, M. C. A., & Ferreira, A. W. (2011). Potential immunological markers for diagnosis and therapeutic assessment of toxocarasis. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 53 (2), 61–65. doi: 10.1590/S0036-46652011000200001.
13. Said, W., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., & Prijma, O. B. (2018). A modern look at the problem of toxocarosis in dogs. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 411–416. doi: 10.15421/nvlvet8380.

14. Shcherbatyy, A. R., Slivinska, L. G., Gutyy, B. V., Fedorovych, V. L., & Lukashchuk, B. O. (2019). Influence of Marmix premix on the state of lipid peroxidation and indices of non-specific resistance of the organism of pregnant mares with microelementosis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (1), 87–91. doi: 10.15421/021914.
15. Slivinska, L. G., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., & Gutyy, B. V. (2020). The state of antioxidant protection system in cows under the influence of heavy metals. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11 (2), 237–242. doi: 10.15421/022035.
16. Slobodian, S. O., & Hutyj, B. V. (2020). Stan antyoksydantnoi systemy orhanizmu shchuriv v umovakh tryvalooho kadmiievoho i svyntsevoho navantazhennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 196–201. doi: 10.31210/visnyk2020.01.25 [In Ukrainian].
17. Stybel, V. V., & Pryima, O. B. (2010). Vplyv toksokaroznoi invazii na chastotu vyjavlennia mikroiaader v erytrotsyakh bilykh neliniinykh shchuriv u mikroiadernomu testi. *Veterynarna Medytsyna*, 93, 373–377. [In Ukrainian].
18. Svirzhevska, Ye. L. (2011). Etiotropna ta patohenetychna terapiia myslyvskykh sobak za larvalnoho toksokarozu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. Gzhytskoho*, 13 (4), 375–381 [In Ukrainian].
19. Svirzhevska, Ye. L. (2013). Patohenez i likuvannia tsutseniat za toksokaroznoi invazii. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 1, 24–27. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetm\\_2013\\_1\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetm_2013_1_9) [In Ukrainian].
20. Usachova, O. V., & Dralova, O. A. (2012). Analiz osoblyvostei epidemichnoho protsesu toksokarozu v Zaporizkii oblasti v 2007-2009 rokakh. *Zaporozhskiy Medytsynskiy Zhurnal*, 2, 62–65. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmzh\\_2012\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmzh_2012_2_17) [In Ukrainian].
21. Varkholiak, I. S., & Gutyy, B. V. (2019). Influence of the preparation “Bendamin” on the indicators of antioxidant protection of rat myocardium in experimental modeling of heart failure. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21 (95), 98–101. doi: 10.32718/nvlvet9518.
22. Varkholiak, I., Gutyy, B., & Leskiv, Kh. (2020). Influence of «bendamin» on the indices of antioxidant protection in rat’s blood by an experimental doxorubicin-induced cardiomyopathy. *Scientific Light*, 35, 41–44.
23. Vlizlo, V. V., (Red.). (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynnystvii ta veterynarnii medytsyni. Dovidnyk*. Lviv. SPOLOM [In Ukrainian].
24. Zahalni etychni pryntsypy eksperymentiv na tvarynakh (2003). *Pershyi natsionalnyi konhres z bioetyky. Endokrynolohiia*, 1, 142–145 [In Ukrainian].
25. Zaharchuk, A. I. (2015). Toksokaroznaja invazija u mladencev: kliniko-jepidemiologicheskie, biohimicheskie, serologicheskie i immunologicheskie osobennosti. *Molodyj Vchenyj*, 8(1), 143–150 [In Russian].
26. Zakharchuk, O. I., & Harazdiuk, H. V. (2014). Problemy toksokarozu liudyny y tvaryn na Bukovyni. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 7, 38–39 [In Ukrainian].
27. Zamazij, T. N. (2014). Pokazateli kletochnogo i gumoral'nogo immuniteta u bol'nyh toksokarozom. *Medytsyna Sьогодni i Zavtra*, 4, 5–8. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Msiz\\_2014\\_4\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Msiz_2014_4_3) [In Russian].
28. Zamazij, T. N. (2015). Serojepidemicheskaja harakteristika toksokaroznoj invazii v Har'kovskoj oblasti. *Visnyk Problem Biologii i Medycyny*, 1, 249–251. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm\\_2015\\_1\\_51](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2015_1_51) [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 15.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Саїд В., Стибель В. В., Гутій Б. В., Прийма О. Б. Система антиоксидантного захисту організму собак в умовах експериментального токсикарозу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 233–240.

© Саїд Валід, Стибель Володимир Володимирович,  
Гутій Богдан Володимирович, Прийма Оксана Богданівна, 2020



review article | 636.7.8:616.995.7 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.28

## ECTOPARASITES OF DOGS AND CATS (SPREADING AND TREATMENT)

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](mailto:oleg.kruchynenko@pdaa.edu.ua)

### How to Cite

Kruchynenko, O. V. (2020). Ectoparasites of dogs and cats (spreading and treatment). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 241–250. doi: 10.31210/visnyk2020.03.28

Data concerning relatively most widespread causative agents of dog and cat ectoparasitic diseases (*Canis lupus familiaris* & *Felis catus* Linnaeus, 1758) have been given in the article. They are of interest to doctors of veterinary medicine. Chemical-therapeutical preparations, which are available in the world pharmaceutical market and used with the aim of treatment and prevention of such dog and cat diseases, have been presented. The main pathogens of dog and cat ectoparasitic diseases have been considered taking into account modern systematic parasites' condition. The peculiarities of ectoparasites' spreading on the territory of Ukraine and the world have briefly been presented according with the data of well-known scholars in veterinary parasitology. Information as to peculiarities of using insect-acaricidal preparations in case of animal infestation with ticks and insects has been generalized. Data about the most widely spread preparations and chemical compounds, which are active substances of these preparations (their chemical names in different counties of the world, also the synonyms and main pharmacological properties), have been given in the paper. The information has been proosed concerning dosages and peculiarities of using insect-acaricidal preparations in case of ectoparasitic diseases of dogs and cats according to the data of modern scientific literature and corresponding recommendations as to their practical application. While reviewing, it has been revealed that cats are most often infected with *O.cynotis*. Young animals are most susceptible to otodectic mange. The peak of invasion on the territory of Ukraine is observed in winter period. It has been found that dogs are more susceptible to ctenocephalosis and demodicosis. Dogs are also more often attacked by ixodids. The aim of the work was to show modern state concerning ectoparasitic diseases of dogs and cats both on the territory of Ukraine and in the world, single out the existing insect-acaricidal preparations, generalize the information as to their application. It has been established that preparations based on fipronil, and permethrin or selamectin are most often used for the treatment and prevention of dog and cat ectoparasitoses. In case of acariases, ivermectin remains the effective preparation. The conducted analysis of literature sources will enable to supplement the available data concerning the spreading, prevention, and treatment of dogs' and cats' ectoparasitoses. The data presented in the article will help specialists of veterinary medicine choose effective insect-acaricide. At the same time, the given information will help ensure veterinary well-being of dogs and cats in Ukraine.

**Key words:** dogs, cats, ixodids, fleas, *Otodectes*, *Demodex*, *Sarcoptes*, *Trichodectes*, insect-acaricides.

**ЕКТОПАРАЗИТИ СОБАК І КОТІВ (ПОШИРЕННЯ ТА ЛІКУВАННЯ)****О. В. Кручиненко**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведено дані відносно найбільш поширених збудників ектопаразитарних захворювань собак і котів (*Canis lupus familiaris* & *Felis catus* Linnaeus, 1758), що представляють інтерес для лікарів ветеринарної медицини. Перелічено хіміотерапевтичні препарати, наявні на світовому фармацевтичному ринку, які застосовуються з метою лікувально-профілактичних обробок у домашніх собак та котів. Розглянуто основні збудники ектопаразитарних захворювань собак і котів, зважаючи на сучасне систематичне положення паразитів. Коротко наведено особливості поширення ектопаразитів на території України й світу згідно з даними відомих учених у галузі ветеринарної паразитології. Узагальнено інформацію щодо особливостей використання інсектоакарицидних препаратів у разі ураження тварин кліщами та комахами. У роботі наведено відомості найпоширеніших препаратів та хімічних поєднань, що є діючими речовинами цих препаратів (їхні хімічні назви, існуючі в різних країнах світу, синоніми, основні фармакологічні властивості). Наведено інформацію щодо дозування та особливостей використання інсектоакарицидних засобів у разі ектопаразитарних захворювань собак і котів згідно з даними сучасної наукової літератури та відповідними рекомендаціями щодо їх виробничого застосування. У процесі огляду встановлено, що коти найчастіше уражуються *O. cynotis*. До отодектозу найбільш сприйнятливі молоді тварини. Пік інвазії на території України припадає на зимовий період. З'ясовано, що собаки більш сприйнятливі до ктеноцефальозу та демодектозу. На собак також частіше нападають іксодові кліщі. Метою цієї роботи було показати сучасний стан щодо ектопаразитарних захворювань собак і котів як на території України, так і у світі загалом, виділити існуючі інсектоакарицидні препарати, узагальнити інформацію щодо їхнього використання. Встановлено, що для лікування й профілактики ектопаразитів у собак і котів найчастіше використовують препарати на основі фіпронілу й перметрину або селамектину. У разі акарозів ефективним препаратом залишається івермектин. Проведений аналіз літературних джерел дасть змогу розширити вже наявні дані стосовно поширення, профілактики та лікування ектопаразитів у собак і котів. Наведені у статті дані допоможуть фахівцям ветеринарного профілю підібрати ефективний інсектоакарицид. Так само наведена інформація допоможе забезпечити ветеринарне благополуччя собак та котів України.

**Ключові слова:** собаки, коти, іксодові кліщі, блохи, отодектеси, демодекси, саркоптеси, триходектеси, інсектоакарициди.

**ЭКТОПАРАЗИТЫ СОБАК И КОШЕК (РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЛЕЧЕНИЕ)****О. В. Кручиненко**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В статье приведены данные относительно наиболее распространенных возбудителей эктопаразитов у собак и кошек (*Canis lupus familiaris* & *Felis catus* Linnaeus, 1758) представляющие интерес для врачей ветеринарной медицины. Перечислены препараты, которые присутствуют на мировом фармацевтическом рынке и широко применяются с целью лечебно-профилактических обработок у собак и кошек. Рассмотрены основные возбудители эктопаразитарных заболеваний собак и кошек с учетом современного систематического положения паразитов. Коротко приведены особенности их распространения на территории Украины и за ее пределами согласно данным известных ученых в области ветеринарной паразитологии. Обобщена информация об особенностях использования инсектоакарицидных препаратов при поражении собак и кошек эктопаразитами. Целью данной работы было показать современное состояние относительно эктопаразитарных заболеваний собак и кошек как на территории Украины, так и в мировом масштабе, выделить существующие инсектоакарициды, обобщить информацию по их применению.

**Ключевые слова:** собаки, кошки, иксодовые клещи, блохи, отодектесы, демодексы, саркоптесы, триходектесы, инсектоакарициды.

**Поширення ектопаразитів собак і котів.**

Ектопаразити собак (*Canis lupus familiaris* Linnaeus, 1758) і котів (*Felis catus* Linnaeus, 1758) є надзвичайно поширеними хворобами в багатьох регіонах світу. Захворювання у тварин спричиняють кліщі родів *Ixodes* (Latreille, 1795), *Demodex* (Owen, 1843), *Otodectes*, *Sarcoptes*, *Notoedres* та комахи родів *Ctenocephalides*, *Linognathus*, *Trichodectes*. Збудниками вказаних хвороб є: *Demodex canis* (Leydig, 1859), *Otodectes cynotis* (Hering, 1838), *Sarcoptes scabiei* (Linnaeus, 1758), *Notoedres cati* (Hering, 1838), *Ctenocephalides canis* (Curtis, 1826), *Ctenocephalides felis felis* (Bouché, 1835) *Linognathus setosus* (von Olfers, 1816), *Trichodectes canis* (De Geer, 1778) [18].

Іксодові кліщі значно поширені на всіх континентах земної кулі [10, 17, 20, 26, 28, 32, 53, 54]. У Штаті Квара (Нігерія) двісті сімдесят одна собака (81,4 %) були заражені щонайменше одним видом ектопаразиту. Найпоширенішими були іксодові кліщі, блохи та воші [1]. Інші дослідження свідчать, що в собак найбільш поширеними були кліщі, блохи та воші [22].

Хвороби, що переносяться кліщами, є основною проблемою охорони здоров'я населення та тварин на Європейському континенті. *Ixodes ricinus*, насамперед асоційований із листяними та мішаними лісами, є головним вектором збудників вірусних, бактеріальних та найпростіших зоонозних захворювань у Європі [50]. Найпоширеніший вид кліщів (*I. ricinus*) останнім часом виявлений у багатьох країнах або європейських регіонах, включаючи Скандинавію, Британські острови, Центральну Європу, Францію, Іспанію, Італію, Балкани та Східну Європу [36].

У Великобританії іксодові кліщі виявляли у 30,0 % собак. Серед зібраних кліщів до виду ідентифікували таких: *Ixodes ricinus* (Linnaeus) виявлено на 5265 собаках (89 %), *Ixodes hexagonus* Leach на 577 (9,8 %) та *Ixodes canisuga* Johnston на 46 (0,8 %). У десяти собак паразитував *Dermacentor reticulatus* (Fabricius), у одного – *Dermacentor variabilis* (Say), у трьох були *Haemaphysalis punctata* Canestini & Fanzago, у 13 – *Rhipicephalus sanguineus* Latreille [3]. Попередні дослідження виявили, що факторами ризику прикріплення кліщів були породи собак, зокрема тер'єр, мисливські та пастуші [60].

Результати досліджень, проведені в Італії, свідчать, що 45,7 % собак мали хоча б один вид кліща. *Rhipicephalus sanguineus* був найпоширенішим видом. Довгошерсті собаки мали більший ризик зараження кліщами, як і собаки, що утримувались на подвір'ї [34].

Дослідники з Латвії ідентифікували такі види іксодових кліщів: *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus* та *Dermacentor reticulatus*. Указані кліщі (40,0 %) містили переносників небезпечних хвороб таких як: рикетсіоз, бореліоз, анаплазмоз та бабезіоз [41].

Найпоширенішими видами кліщів, що паразитують у Польщі, є *Ixodes ricinus* та *Dermacentor reticulatus*. 86 % собак були уражені кліщем *D. reticulatus*, тоді як *I. ricinus* був домінуючим кліщем, зібраним від котів (94%) [37].

На території Тульської області *Ixodes ricinus* значно поширений у природних біотопах та відіграє важливу епідеміологічну роль [27]. Іксодові кліщові бореліози займають провідне місце серед зоонозних інфекцій на території Російської Федерації [47].

*Ixodes ricinus* Latr, 1804, *Dermacentor reticulatus* Koch, 1844 є найбільш поширеними видами кліщів на території Харківського регіону. Ураженість збудником Лайм-бореліоз становила 12,98 % [49].

Значна кількість публікацій присвячена проблемі демодекозу собак. Зокрема, на території Індії демодекоз реєстрували у 1697 (3 %) випадках серед собак. Молоді собаки віком до одного року є більш чутливими до захворювання [43].

*Demodex canis* Leydig у собак на території Тайваню реєструвався з екстенсивністю 7,2 %. Пік інвазії відбувався взимку з ЕІ 12,5 % [67].

При обстеженні 48 вуличних собак (27 самців та 21 самок), серед них 30 (62,5 %) були заражені одним або кількома видами кліщів. Два види кліщів були ідентифіковані як *Sarcoptes scabiei* var. *canis* та *Demodex canis*. Встановлено, що інвазованість собак віком 1–2 роки була значно вищою, ніж собак віком 2–4 роки [5].

За даними В. В. Іринчука, демодекоз одна з чотирьох найбільш поширених заразних патологій собак у м. Одеса. Так, інвазію було виявлено у 40,6 % тварин, які хворіли на акарозні захворювання. Результати досліджень довели, що найчастіше хворіють собаки віком від шести місяців до одного року (31,8 %). Найбільш сприйнятливими до *Demodex canis* виявилися собаки порід: боксер (30,3 %), доберман-пінчер (22,2 %), французький бульдог (19,5 %). Більш чутливими до збудника були самці (53,3 %) [21].

Акарологічні дослідження собак свідчать, що середня ЕІ *Demodex canis* в місті Полтаві серед патологій шкіри тварин становила 21,43 %. З'ясовано, що демодекоз у інвазованих собак перебігає як моноінвазії (47,62 %), а також і в асоціації з кишковими нематодозами (52,38 %) [71].

Результати проведених досліджень довели, що найпоширенішими акарозами собак у м. Кременчуці є демодекоз (EI=20,21 %), отодектоз (13,04 %) та саркоптоз (8,75 %). Собаки старше одного року виявилися максимально ураженими *Demodex canis* [70].

Дослідження, проведені у м. Владивосток, допомогли з'ясувати, що серед ектопаразитів у кішок виявлено лише *Otodectes cynotis* (75 %), тоді як у собак було виявлено *O. cynotis* (*Acari: Psoroptidae* Conoor, 1984) (29,4 %) та *Sheyletiella yasguri* (*Acari: Cheyletidae* Leach, 1815) (2,1 %). EI кліщами *Demodex canis* (*Acari: Demodicidae* Nicolet, 1855) становила 6,25 % [40].

М. А. Lefkaditis зі співавторами з'ясували, що поширеність *Otodectes cynotis* у котів у середньому була на рівні 14,02 %. EI була значно вищою ( $p < 0,05$ ) у кішок у віці від 3 до 6 місяців (17,58 %), ніж у кішок віком до 3 місяців (11,38 %) [31].

Під час дослідження 289 котів та 223 собак було виявлено, що моноінвазії та змішані інвазії *O. cynotis* у котів становили (24,56 %) та (6,57 %), тоді як у собак – (7,17 %) та (4,48 %) відповідно. Найвищий показник ураженості був у молодих котів, а найнижчий – у старших собак. Змішані інвазії були виявлені в поєднанні з саркоптозом, демодекозом, дерматофітозом, акарозами, ктеноцефальозом, аскаридозами, дипілідіозом та ізоспорозом [55].

Дослідники звертають увагу на те, що на отодектоз частіше хворіють коти (75,0 %), тоді як у собак EI становила 29,4 %. До отодектозу більш сприйнятливі молоді тварини у віці 1–12 місяців [39]. У Бразилії EI у собак і котів для *O. cynotis* становила 33,3 % (34/102) та 52,6 % (80/152) відповідно [57].

У результаті проведених досліджень виявлено, що в Полтавському регіоні в середньому хворих на отодектоз 19,64 % котів та 3,70 % собак. Найвищу екстенсивність інвазії *O. cynotis* зареєстровано взимку: у котів – 23,33 %, собак – 9,09 %. Найбільш схильним до захворювання є молодняк віком до двох років [30].

О. В. Пономаренко встановила, що у м. Харків кількість заражених акарозами собак і котів була на рівні 11,8 і 7,5 %, відповідно. Найчастіше серед собак реєстрували захворювання на демодекоз (6,3 %) та отодектоз (4,3 %), а серед котів – на отодектоз (5,3 %) [48].

За даними авторів, найбільш поширеним за показниками екстенсивності інвазії був отодектоз котів (31 %). *Notoedres cati* виявляли значно рідше [12].

Існують повідомлення про поширення *Sarcoptes scabiei* у собак. Так, у собак на території Китаю EI кліщами *S. scabiei* у домашніх собак становить 1,18 %. Пік інвазії припадав на зимовий період [9].

SARCOPTES-ELISA DOG KIT (ІФА) широко застосовується у ветеринарній практиці для діагностики *S. scabiei*. Зокрема, науковці виявили, що поширення саркоптозу собак становила 67,45 % (259/384) за допомогою набору ELISA [44].

У разі обстеження бродячих собак було виявлено *Sarcoptes scabiei* var. *canis* у 2 %, а *Demodex canis* – у 21 % тварин [25].

В. І. Рисований наводить дані щодо поширення ектопаразитів на території Сумської області. У котів виявляли кліщів виду *Notoedres cati* з EI 5,3 %, кліщів виду *Otodectes cynotis* – EI у котів становила 9,9 %, а в собак була дещо нижчою (4,5 %). *Demodex canis* були уражені 10,6 % тварин. Ураженість тварин блохами, зокрема *Ctenocephalides canis* 4,9 % та *Ctenocephalides felis* 6,1 % [52].

Досить часто в собак реєструються ентомози, викликані ектопаразитами, які живляться кров'ю. У результаті досліджень з'ясували, що 28,57 % собак були уражені ектопаразитами, зокрема найпоширенішими були воші та кліщі [38]. Інші повідомлення сідчать про те, що на території м. Москви ураженість собак *Ctenocephalides felis* становила 26,64 %. Водночас зараженими виявилися безпритульні собаки з екстенсивністю інвазії 100 % [33].

Автори встановили, що в собак показники ураженості становили 23,8 % для *R. sanguineus*, 0,6 % для *I. ricinus*, 4,4 % для *S. scabiei* var. *canis*, 6,7 % для *O. cynotis*, 0,6 % для *D. canis*, 75,7 % для *C. canis*, 5,0 % для *C. felis*, 8,3 % для *P. irritans* та 6,6 % для *T. canis*. Змішане зараження двома-трьома видами ектопаразитів було зафіксовано у 38,1 % собак. 75,7 % собак були уражені блохами, тоді як у котів зареєстровано лише один вид ектопаразитів, *C. felis* [69]. Загалом 28,1 % котів та 14,4 % собак були заражені блохами. Більше 90,0 % бліх як на котах, так і на собаках були ідентифіковані як *Ctenocephalides felis felis* [2]. У Центральній Америці найпоширенішими ектопаразитами собак є блохи [66].

Інші дослідники виявили, що 85,0 % собак й 95,5 % котів були уражені двома або більше ектопаразитами. Всього було виявлено шість видів ектопаразитів, що складаються з двох бліх (*Ctenocephalides felis* та *C. canis*), двох кліщів (*Sarcoptes scabiei* та *Otodectes cynotis*) та двох інших кліщів (*Rhipicephalus sanguineus* та *Haemophysalis leachi*). Більш ураженими були собаки і коти віком до шести місяців [45].

Автори встановили, що тридцять три собаки (28,4 %) були заражені блохами, водночас майже всі собаки були заражені *Ctenocephalides canis*. Одна собака була інвазована *Ctenocephalides felis orientis* [4].

У Північно-центральної частині Мексики ЕІ блохами в собак було на рівні 2,3 %. Збудників ідентифікували як *C. canis* та *C. felis* [6].

Є повідомлення, у яких йдеться про те, що поширення ектопаразитів серед собак і котів не перевищує 0,2 % [59].

Ктеноцефалоз значно поширений і на території України. Так, основними паразитами в собак м. Житомира були блохи *Ctenidocephalides*, волосоїди *Trichodectes*, кліщі *Otodectes*, *Sarcoptes*, *Cheyletiella*, *Demodex*. У котів частіше реєстрували отодектоз та сифонаптероз. Дещо рідше реєструються дерматити, які спричиняють воші, кліщі *Cheyletiella*, *Demodex*, *Notoedres* [13].

За даними К. О. Горб, ураженість собак блохами роду *Ctenocephalides* в умовах м. Полтави становила в середньому 43,85 %. З'ясовано, що у разі ктеноцефалозу максимальне ураженням собак спостерігалось віком від одного до шести років (ЕІ=50,0–62,8 %). Безпородні собаки були найбільш ураженими збудниками *Ctenocephalides spp.* в (ЕІ=60,7 %) та собаки мисливських порід (53,5 %). Собаки декоративних порід виявилися менш сприйнятливими до ктеноцефалозу (18,6 %) [19].

*Ctenocephalides canis* та *Ctenocephalides felis* є переносниками дипілідіозу (*Dipylidium caninum*). Зокрема 4,37 % котів були уражені зараженою блохою популяцією з *D. caninum*, тоді як для собак цей відсоток становив 9,1 % [7].

У результаті досліджень з'ясовано, що у м. Києві всі безпритульні собаки, які надходили до притулку для тварин «SOS» протягом 2010 року були уражені ектопаразитами. Проте ЕІ була різною. Так, сифонаптероз (ЕІ=100 %), ліногнатоз (ЕІ=8 %), триходектоз (ЕІ=6 %), демодекоз (ЕІ=18 %), отодектоз (ЕІ=11 %), саркоптоз (ЕІ=2 %). Змішану інвазію виявляли у 45 % випадків [56].

### **Профілактика та лікування тварин у разі ураження ектопаразитами.**

Одним із основних способів профілактики ектопаразитів є застосування інсектоакарицидних препаратів методами «Spot-on» і «Pure-on». Також застосовують проти ектопаразитів засоби у формі аерозолів, полімерних ошийників та шампунів. Найчастіше застосовують препарати на основі фіпронілу й перметрину, які випускають у комбінації один з одним [61].

Фіпроніл – контактний і кишковий інсектоакарицид широкого спектру дії, який має помірну системну дію. Механізм дії полягає у блокуванні рецепторів гамма-аміномасляної кислоти, внаслідок чого порушується передача нервових імпульсів. Особливість застосування препарату полягає в тому, що фіпроніл можна застосовувати проти популяцій паразитів, резистентних до ФОС, синтетичних піретроїдів та карбаматів [23, 24, 61].

Перметрин – кишково-контактний інсектоакарицид з високою швидкістю настання токсичного ефекта, має репелентну дію. Механізм впливу полягає в дії на потенціал-залежні натрієві канали мембран нервових клітин [46, 61].

«Spot-on» – метод нанесення препарату в одну точку, як правило, це середня третина шиї або ділянка холки. «Pure-on» – нанесення препарату в декілька точок, найчастіше вздовж хребта. Краплі необхідно нанести на непошкоджену шкіру, а не на шерсть [61, 65].

Автори звертають увагу на небажані й токсичні ефекти фіпронілу та перметрину: місцеві алергічні реакції, системні неврологічні розлади, ураження шлунково-кишкового тракту, можливі порушення репродуктивної функції, канцерогенні ефекти. Також існує видова чутливість котів до перметрину [15].

Дослідники проводили оцінку акарицидної ефективності нової комбінації фіпронілу та перметрину (Frontline Tri-Act® / Frontect®) щодо двох видів кліщів (*Ixodes ricinus* і *Rhipicephalus sanguineus*). Одноразове місцеве введення комбінації фіпронілу та перметрину забезпечувало відмінну акарицидну ефективність щодо щонайменше 4 тижні [14].

Учені провели п'ять контрольованих, сліпих рандомізованих досліджень для вивчення ефективності одноразового застосування в котів комбінації фіпронілу, (S)-метопрену, еприномектину та празиквантелу (BROADLINE®, Merial). З'ясовано, що у разі ураження тварин *I. ricinus*, ефективність була на рівні 93 % протягом 37 днів після лікування. Проти *I. scapularis* рівень ефективності становив щонайменше 95 % через 30 днів після лікування [63].

У лабораторних умовах застосовували препарат у формі спот-он, який складається з фіпронілу та перметрину (Effitix®, Virbac) для лікування та профілактики інвазій кліщами *Ixodes ricinus* у собак. Effitix® був ефективним проти *Ixodes ricinus* на 2, 9, 16, 23, 30 та 37 день із відсотком ефективності 98 %, 100 %, 100 %, 100 %, 93 % і 95 %, відповідно. Жодних клінічних відхилень не виявлено під час дослідження [8]. Інше дослідження проводили в польових умовах. За допомогою контрольованого

рандомізованого дослідження виявлено, що комбінація препаратів перметрин+фіпроніл (Effitix), а також перметрин+імідаклоприд (Advantix®) мала аналогічну ефективність щодо прикріплення кліщів (*Rhipicephalus spp.*, *Ixodes hexagonus*, *Ixodes ricinus* та *Dermacentor reticulatus*) до собак протягом чотирьох тижнів [42].

Селамектин – протипаразитарний засіб широкого спектру дії. Цей препарат має широкий спектр системної нематодоцидної, інсектицидної й акарицидної дії, активний відносно нематод, комах і саркоптоїдних кліщів, що паразитують на собаках і кішках. У Європі (Німеччина, Італія, Франція, Угорщина) було проведено два рандомізовані, сліпі багатоцентрові польові дослідження, щоб продемонструвати ефективність та безпеку трьох щомісячних застосувань нової форми препарату селамектин плюс сароланер спот-он (Stronghold® Plus, Zoetis) проти природних інвазій блох або кліщів у котів. З'ясовано, що новий препарат спот-он на основі селамектину плюс сароланер для котів, що вводиться місцево щомісяця з інтервалом у комерційній дозі 6,0–12,0 мг селамектину та 1,0–2,0 мг сароланера на кг маси тіла, був безпечним та високо-ефективним проти природних інвазій бліх та кліщів на котів [16].

Автор заявляє, що краплі на холку RolfClub Combo (Фіпроніл й Піріпроксифен) є досить ефективним засобом та дешевшим за іноземні аналоги [11].

Учені з'ясували 100 % ефективність препаратів на основі фіпронілу: «Профілайн спот он для собак та котів (краплі для зовнішнього застосування)» та референс-препарату «Інсектостоп для собак та котів (рідина на шкірну)» у разі ураження собак та котів блохами, вошами та кліщами [64].

Дослідники з'ясували ефективність препарату «Цифлур» (виробник ТОВ «БРОВАФАРМА») з діючою речовиною цифлутрин. Виявлено, що в досліді *in vivo* з вивчення інсектоакарицидних властивостей на собаках виявився ефективним проти бліх та іксодових кліщів (ЕЕ=100 %) протягом 29 діб. Негативних побічних ефектів не спостерігали [35].

В. В. Іринчук стверджує, що: «Ефективність лікування собак з лускатою формою демодекозу за схемою, що передбачає застосування амітразину, сірковмісної мазі, катозалу і карсилу, склала 100 %. Їх одужання наставало в середньому за 3,6 тижнів. Ця схема виявилась ефективною при лікуванні собак, хворих на отодемодекоз. Ефективність лікування їх склала 100 % при середньому терміні одужання 4,6 тижнів. Ефективність лікування собак при генералізованій формі демодекозу (папульозній і пустульозній) за схемою, що передбачає застосування дектомаксу, амітразину, сірковмісної мазі, риботану, гепаві-келу, карсилу і кетатифену, склала при папульозній формі – 100 % (термін одужання – 6,2 тижні), при пустульозній – 88,4 % (термін одужання – 8,4 тижнів). При пододемодекозі ефективність лікування собак за цією схемою склала 86,8 % (термін одужання – 11,8 тижнів)» [21].

За даними І. В. Лавріненко (2010) у разі хронічного перебігу отодектозу в котів екстенс- та інтенс-ефективність препаратів амітразин-плюс та мазь аверсектинова становили 100 %. У разі підгострого перебігу ефективність указаних препаратів коливалася в межах 70–80 %. Офтальмо-гель у дозі 0,2 см<sup>3</sup>/кг двічі з інтервалом у сім днів проявляв виражену терапевтичну дію (ЕЕ=100 %) [29]. Досить часто, крім кліщів, у тварин виявляють патогенну мікрофлору та гриби. У такому разі застосовують мазь Орідерміл. Зокрема, у більшості котів була велика кількість бактерій і грибів, лікування Орідермілом значно зменшило цю кількість. Стафілококи були найчастіше виділеними бактеріями [51].

Флураланер (INN) – це системний інсектицид та акарицид, який вводять перорально [68]. Його продають під комерційною назвою Бравекто. У разі місцевого або перорального застосування флураланер проявляв високу терапевтичну ефективність на рівні 99–100 % у котів та собак, уражених *Otodectes cynotis* [62].

У котів, які уражені *O. cynotis*, вчені провели дослідження щодо ефективності оливкової олії з чапником, майораном та озонованою олією. Результати досліджень свідчать, що озонована оливкова олія була найефективнішою [72].

За умови ураження котів *N. cati* ефективним препаратом є івермектин [58].

### Висновки

У статті розглянуто сучасний стан щодо ектопаразитарних захворювань собак і котів (*Canis lupus familiaris* & *Felis catus*, Linnaeus, 1758). Розкрито основні аспекти епізоотології ектопаразитів собак і котів (іксодових кліщів, демодексів, саркоптесів, отодектесів, нотоедресів, ктеноцефалід, ліногнат та триходектесів). Також представлено інформацію щодо проведення лікувально-профілактичних заходів з використанням хіміотерапевтичних препаратів. Проведено моніторинг наявних інсектоакарицидних препаратів та їхньої терапевтичної ефективності.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні лікувальної ефективності сучасних

інсектоакарицидних засобів у разі ураження собак і котів ектопаразитами, а також з'ясуванні, чи всі з представлених на ринку ветеринарних препаратів зареєстровані на території України в «Державному науково-дослідному контрольному інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок».

### References

1. Abdulkareem, B. O., Christy, A. L., & Samuel, U. U. (2018). Prevalence of ectoparasite infestations in owned dogs in Kwara State, Nigeria. *Parasite Epidemiology and Control*, 4, e00079. doi: 10.1016/j.parepi.2018.e00079.
2. Abdullah, S., Helps, C., & Tasker, S. (2019). Pathogens in fleas collected from cats and dogs: distribution and prevalence in the UK. *Parasites & Vectors* 12, 71. doi: 10.1186/s13071-019-3326-x.
3. Abdullah, S., Helps, C., Tasker, S., Newbury, H., & Wall, R. (2016). Ticks infesting domestic dogs in the UK: a large-scale surveillance programme. *Parasites & Vectors*, 9 (1), 391. doi: 10.1186/s13071-016-1673-4.
4. Ahn, K. S., Huh, S. E., Seol, S. W., Kim, H. J., Suh, K. H., & Shin, S. (2018). *Ctenocephalides canis* is the dominant flea species of dogs in the Republic of Korea. *Parasites & Vectors*, 11 (1), 196. doi: 10.1186/s13071-018-2769-9.
5. Ali, M., Begum, N., Azam, M., & Roy, B. (2011). Prevalence and pathology of mite infestation in street dogs at Dinajpur municipality area. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 9 (1), 111–120.
6. Álvarez, V. H. G., Martínez, A. C., & Abdulmakeem, A. A.. (2018). Flea (siphonaptera: pulicidae) prevalence and first record of *Ctenocephalides canis* (curtis, 1826) in domestic dogs in north-central Mexico. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 7 (4), 146–148. doi: 10.15406/jdvar.2018.07.00207.
7. Beugnet, F., Labuschagne, M., Fourie, J., Jacques, G., Farkas, R., Cozma, V., Halos, L., Hellmann, K., Knaus, M., & Rehbein, S. (2014). Occurrence of *Dipylidium caninum* in fleas from client-owned cats and dogs in Europe using a new PCR detection assay. *Veterinary Parasitology*, 205 (1–2), 300–306. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.06.008.
8. Bonneau, S., Reymond, N., Gupta, S., & Navarro, C. (2015). Efficacy of a fixed combination of permethrin 54.5 % and fipronil 6.1 % (Effitix) in dogs experimentally infested with *Ixodes ricinus*. *Parasites & Vectors*, 8, 204. doi: 10.1186/s13071-015-0805-6
9. Chen, Y. Z., Liu, G. H., Song, H. Q., Lin, R. Q., Weng, Y. B., & Zhu, X. Q. (2014). Prevalence of *Sarcoptes scabiei* infection in pet dogs in southern China. *The Scientific World Journal*, 718590. doi: 10.1155/2014/718590.
10. Claerebout, E., Losson, B., Cochez, C., Casaert, S., Dalemans, A. C., De Cat, A., Madder, M., Saegerman, C., Heyman, P., & Lempereur, L. (2013). Ticks and associated pathogens collected from dogs and cats in Belgium. *Parasites & Vectors*, 6, 183. doi: 10.1186/1756-3305-6-183.
11. Dimov, I. (2012). Kapli na holku RolfClub Combo – novoe vysokoeffektivnoe sredstvo v borbe s iksodovymi kleshami u koshek i sobak. *VetPharma*, (1-2), 54–56 [In Russian].
12. Dubova, O. A., Zghozinska, O. A., & Dubovyi, A. A. (2019). Epizootychni osoblyvosti sarkoptoidoziv domashnikh tvaryn ta terapevtychna efektyvnist ivermektynu. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 21 (96), 3–7. doi: 10.32718/nvlvet9601 [In Ukrainian].
13. Dubova, O. A., & Dubovoj, A. A. (2018). Akaroe`ntomozy` sobak i kotov i ikh e`pizooticheskie osobennosti v g. Zhitomire, Ukraina. *Uchenye Zapiski UO VGAVM*, 54 (2), 19–22 [In Russian].
14. Dumont, P., Chester, T. S., & Gale, B. (2015). Acaricidal efficacy of a new combination of fipronil and permethrin against *Ixodes ricinus* and *Rhipicephalus sanguineus* ticks. *Parasites & Vectors*, 8, 51. doi: 10.1186/s13071-015-0681-0.
15. Gerunova, L. K., & Smyslova, P. Yu. (2017). Kozhno-rezorbktivnoe dejstvie fipronil- i permetrinsoderzhashhikh preparatov. *Veterinarnyj Vrach*, 5, 31–36 [In Russian].
16. Geurden, T., Becskei, C., Farkas, R., Lin, D., & Rugg, D. (2017). Efficacy and safety of a new spot-on formulation of selamectin plus sarolaner in the treatment of naturally occurring flea and tick infestations in cats presented as veterinary patients in Europe. *Veterinary Parasitology*, 238 (1), 512–517. doi: 10.1016/j.vetpar.2017.03.008.
17. Greay, T. L., Oskam, C. L., & Gofton, A. W. (2016). A survey of ticks (Acari: Ixodidae) of companion animals in Australia. *Parasites & Vectors*, 9, 207. doi: 10.1186/s13071-016-1480-y.
18. Halat, V. F. (Red.). (2014). *Hlobalna parazytolohiia : pidruchnyk*. Kyiv: DIA [In Ukrainian].
19. Horb, K. (2019). Epizootic peculiarities of dog ctenocephalosis in the conditions of the town of

Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 216–221. doi: 10.31210/visnyk2019.01.25.

20. Hvidsten, D., Stuen, S., Jenkins, A., Dienus, O., Olsen, R. S., Kristiansen, B. E., Mehl, R., & Matussek, A. (2014). Ixodes ricinus and Borrelia prevalence at the Arctic Circle in Norway. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5 (2), 107–112. doi: 10.1016/j.ttbdis.2013.09.003.

21. Irynchuk, V. V. (2009). *Demodekoz sobak*. Odesa [in Ukrainian].

22. Jamshidi, S., Maazi, N., Ranjbar-Bahadori, S., Rezaei, M., Morakabsaz, P., & Hosseininejad, M. (2012). A survey of ectoparasite infestation in dogs in Tehran, Iran. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21 (3), 326–329. doi: 10.1590/s1984-29612012000300030

23. Johnston, M. S. (2008). Clinical toxicology of domestic rabbits. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*, 11, 315–326.

24. Joyce, J. (2010). *Notes on small animal dermatology*. Ames, Iowa: Blackwell, 970–1114.

25. Kaya, Ö., Akkücü, Ş., Karagöz, M., Zerek, A., Yaman, M. (2018). A Survey of Mange-Mite in Stray Dogs from Hatay province. *Van Veterinary Journal*, 29 (2), 67–70.

26. Kebbi, R., Nait-Mouloud, M., Hassissen, L., & Ayad, A. (2019). Seasonal activity of ticks infesting domestic dogs in Bejaia province, Northern Algeria. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 86 (1), e1–e6. doi: 10.4102/ojvr.v86i1.1755.

27. Kozlova, T. V., Dorofeev, E. M., Smol'Yaninova, O. L., & Popov, V. P. (2014). Distribution, Abundance, and Epidemiological Significance of Ixodes ricinus Ticks in the Territory of the Tula region. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2, 58–61. doi: 10.21055/0370-1069-2014-2-58-61 [In Russian].

28. Kumsa, B. E., & Mekonnen, S., (2011). Ixodid ticks, fleas and lice infesting dogs and cats in Hawassa, southern Ethiopia. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 78 (1), 4. doi: 10.4102/ojvr.v78i1.326.

29. Lavrinenko, I. V. (2010). Otodektoz sobak i kotiv (epizootolohiia, diahnostryka, likuvannia). *Candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].

30. Lavrinenko, I. V. (2007). Rozpovsiudzhennia otodektozu sered sobak i kotiv u m. Poltavi. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 3 (34), 9, 99–103 [In Ukrainian].

31. Lefkaditis, M. A., Koukeri, S. E., & Mihalca, A. D. (2009). Prevalence and intensity of Otodectes cynotis in kittens from Thessaloniki area, Greece. *Veterinary Parasitology*, 163 (4), 374–375. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.04.027.

32. Little, S. E., Barrett, A. W., Nagamori, Y., Herrin, B. H., Normile, D., Heaney, K., & Armstrong, R. (2018). Ticks from cats in the United States: Patterns of infestation and infection with pathogens. *Veterinary Parasitology*, 257, 15–20. doi: 10.1016/j.vetpar.2018.05.002.

33. Ljutikova, I. A. (2008). Ktenocefalidoz sobak i koshek megapolisa Moskvyy: rasprostranenie, patogenez, terapija. *Candidate's thesis*. Moskva [In Russian].

34. Maurelli, M. P., Pepe, P., & Colombo, L. (2018). A national survey of Ixodidae ticks on privately owned dogs in Italy. *Parasites & Vectors* 11, 420. doi: 10.1186/s13071-018-2994-2.

35. Mazannyi, O. V. Nikiforova, O. V. Laptii, O. P., & Sytnik, V. A. (2017). Efektyvnist preparatu «Tsyflur» za ktenosefalozu ta iksodidozu sobak. *Problemy Zoonzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 34 (2), 290–293 [In Ukrainian].

36. Medlock, J. M., Hansford, K. M., Bormane, A., Derdakova, M., Estrada-Peña, A., George, J. C., Golovljova, I., Jaenson, T. G., Jensen, J. K., Jensen, P. M., Kazimirova, M., Oteo, J. A., Papa, A., Pfister, K., Plantard, O., Randolph, S. E., Rizzoli, A., Santos-Silva, M. M., Sprong, H., Vial, L., & Van Bortel, W. (2013). Driving forces for changes in geographical distribution of Ixodes ricinus ticks in Europe. *Parasites & Vectors*, 6, 1. doi: 10.1186/1756-3305-6-1.

37. Mierzejewska, E. J., Welc-Faleciak, R., & Karbowski, G. (2015). Dominance of Dermacentor reticulatus over Ixodes ricinus (Ixodidae) on livestock, companion animals and wild ruminants in eastern and central Poland. *Experimental & Applied Acarology*, 66 (1), 83–101. doi: 10.1007/s10493-015-9889-0.

38. Mosallanejad, B., Alborzi, A., & Katvandi, N. A. (2012). Survey on ectoparasite infestations in companion dogs of Ahvaz District, south-west of Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 6 (1), 70–78.

39. Moskvina, T. V., & Zheleznova, L. V. (2015). Otodektoz sobak i koshek v g. Vladivostok. *Agrarnyy Vestnik Urala*, 8 (138), 36–39 [In Russian].

40. Moskvina, T. V., & Zheleznova, L. V. (2015). A survey on endoparasites and ectoparasites in domestic dogs and cats in Vladivostok, Russia 2014. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 1–2, 31–34. doi: 10.1016/j.vprsr.2016.02.005.

41. Namina, A., Capligina, V., & Seleznova, M. (2019). Tick-borne pathogens in ticks collected from dogs, Latvia, 2011–2016. *BMC Veterinary Research*, 15, 398. doi: 10.1186/s12917-019-2149-5.
42. Navarro, C., Reymond, N., Crastes, N., & Bonneau, S. (2016). Efficacy and Safety of a Permethrin-Fipronil Spot-On Solution (Effitix®) in Dogs Naturally Infested by Ticks in Europe. *BioMed Research International*, 2016, 1–7. doi: 10.1155/2016/9498604
43. Nayak, D. C., Tripathy, S. B., Dey, P. C., Ray, S. K., Mohanty, D. N., Parida, G. S., Biswal, S., & Das, M. (1997). Prevalence of canine demodicosis in Orissa (India). *Veterinary Parasitology*, 73 (3–4), 347–352. doi: 10.1016/S0304-4017(97)00125-8.
44. Nwufoh, O. C., Sadiq, A. N., & Emikpe, B. O. (2019). The seroprevalence of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* and its associated risk factors in dogs in Ibadan, Southwest Nigeria. *Journal of immunoassay & immunochemistry*, 40 (5), 473–484. doi: 10.1080/15321819.2019.1631845.
45. Omonijo, A. O., & Sowemimo, O. A. (2017). Prevalence of ectoparasites of dogs and cats in Ijero and Moba LGAs, Ekiti State, Nigeria. *Nigerian Journal of Parasitology*, 38(2), 278–283. doi: 10.4314/njpar.v38i2.27.
46. Osweiler, G. D., Hovda, L. R., Brutlag, A. G., & Lee, J. A. (2011). *Small Animal Toxicology*. Ames, Iowa: Blackwell.
47. Polishchuk, M. V., Zdolnik, T. D., & Smetanin, V. N. (2017). Ixodes tick-borne borrelioses: modern epidemiological situation in the center of the European part of Russia. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*, 25 (2), 202–208. doi: 10.23888/PAVLOVJ20172202-208.
48. Ponomarenko, O. V. (2008). Akarozy sobak i kotiv (poshyrennia, diahnostryka ta likuvannia). *Candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].
49. Prykhodko, Yu. O., Nikiforova, O. V., & Ponomar, S. I. (2014). Iksodovi klishchi, yak perenosnyky zbudnyka laim boreliozy. *Veterynarna Medytsyna*, 99, 154–156 [In Ukrainian].
50. Rizzoli, A., Silaghi, C., Obiegala, A., Rudolf, I., Hubálek, Z., Földvári, G., Plantard, O., Vayssier-Taussat, M., Bonnet, S., Spitalská, E., & Kazimírová, M. (2014). Ixodes ricinus and Its Transmitted Pathogens in Urban and Peri-Urban Areas in Europe: New Hazards and Relevance for Public Health. *Frontiers in Public Health*, 2, 251. doi: 10.3389/fpubh.2014.00251.
51. Roy, J., Bédard, C., & Moreau, M. (2011). Treatment of feline otitis externa due to *Otodectes cynotis* and complicated by secondary bacterial and fungal infections with Oridermyl auricular ointment. *The Canadian Veterinary Journal*, 52 (3), 277–282.
52. Rysovanyi, V. I. (2015). Parazytozytofauna miasoidnykh tvaryn v Sumskii oblasti. *The Animal Biology*, 17 (4), 198 [In Ukrainian].
53. Sahu, A., Mohanty, B., Panda, M. R., Sardar, K. K., & Dehuri, M. (2013). Prevalence of tick infestation in dogs in and around Bhubaneswar. *Veterinary World*, 6 (12), 982–985.
54. Saleh, M. N., Sundstrom, K. D., & Duncan, K.T. (2019). Show us your ticks: a survey of ticks infesting dogs and cats across the USA. *Parasites & Vectors*, 12, 595. doi: 10.1186/s13071-019-3847-3.
55. Salib, F. A., & Baraka, T. A. (2011). Epidemiology, genetic divergence and acaricides of *Otodectes cynotis* in cats and dogs. *Veterinary World*, 4, 109–112.
56. Semenko, O. V., & Kurinets, D. M. (2011). Poshyrennia ektoparazytiv sered populiatsii bezpnytulnykh sobak u Kyievi. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*. Retrieved from: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_7/11sov.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11sov.pdf) [In Ukrainian].
57. Silva, J. T., Ferreira, L. C., & Fernandes, M.M. (2020). Prevalence and clinical aspects of otodectes cynotis infestation in dogs and cats in the Semi-arid region of Paraíba, Brazil. *Acta Scientiae Veterinariae*, 48, 1725.
58. Sivajothi, S., Sudhakara Reddy, B., Rayulu, V. C., & Sreedevi, C. (2015). Notoedres cati in cats and its management. *Journal of Parasitic Disease*, 39 (2), 303–305. doi: 10.1007/s12639-013-0357-7.
59. Skirnisson, K., Pálssdóttir, G. R., & Eydal, M. (2018). Parasites of dogs and cats imported to Iceland during 1989–2017 with remarks on parasites occurring in the native populations. *Icelandic Agricultural Sciences*, 31, 49–63. doi: 10.16886/IAS.2018.04.
60. Smith, F. D., Ballantyne, R., Morgan, E. R., & Wall, R. (2011). Prevalence, distribution and risk associated with tick infestation of dogs in Great Britain. *Medical and Veterinary Entomology*, 25, 377–384. doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00954.x.
61. Smyslova, P. Yu. (2013). Sovremennyj assortiment i mekhanizmy dejstviya insektoakaricidov dlya melkikh domashnikh zhivotnykh. *Aktualnye Voprosy Veterinarnoj Biologii*, 3 (19), 61–65 [In Russian].
62. Taenzler, J., de Vos, C., & Roepke, R. K. A. (2017). Efficacy of fluralaner against *Otodectes*

- cynotis infestations in dogs and cats. *Parasites & Vectors*, 10, 30. doi: 10.1186/s13071-016-1954-y.
63. Tielemans, E., Prullage, J., Knaus, M., Visser, M., Manavella, C., Chester, S. T., Young, D., Everett, W. R., & Rosentel, J. (2014). Efficacy of a novel topical combination of fipronil, (S)-methoprene, eprinomectin, and praziquantel, against the ticks, *Ixodes ricinus* and *Ixodes scapularis*, on cats. *Veterinary Parasitology*, 202 (1–2), 59–63. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.02.041.
64. Tishyn, O. L., Khomiak, R. V., & Perih, Z. M. (2019). Comparative evaluation of fipronil based preparations for invasions of dogs and cots with ectoparasites. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 20 (2), 283–288. doi: 10.36359/sciwp.2019-20-2.36.
65. Tiwari, R. M., & Sinha, M. (2010). *Veterinary Toxicology*. Jaipur: Oxford Book Company.
66. Troyo, A., Calderón-Arguedas, Ó., Alvarado, G., Vargas-Castro, L. E., & Avendaño, A. (2012). Ectoparasites of dogs in home environments on the Caribbean slope of Costa Rica. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21 (2), 179–183. doi: 10.1590/S1984-29612012000200021.
67. Tsai, Y. J., Chung, W. C., Wang, L. C., Ju, Y. T., Hong, C. L., Tsai, Y. Y., Li, Y. H., & Wu, Y. L. (2011). The dog mite, *Demodex canis*: prevalence, fungal co-infection, reactions to light, and hair follicle apoptosis. *Journal of Insect Science*, 11, 76. doi: 10.1673/031.011.7601.
68. Walther, F. M., Allan, M. J., Roepke, R. K., & Nuernberger, M. C. (2014). Safety of fluralaner chewable tablets (Bravecto), a novel systemic antiparasitic drug, in dogs after oral administration. *Parasites & Vectors*, 7, 87. doi: 10.1186/1756-3305-7-87.
69. Xhaxhiu, D., Kusi, I., Rapti, D., Visser, M., Knaus, M., Lindner, T., & Rehbein, S. (2009). Ectoparasites of dogs and cats in Albania. *Parasitology Research*, 105 (6), 1577–1587. doi: 10.1007/s00436-009-1591-x.
70. Yevstafieva, V. O., & Havryk, K. A. (2015). Distribution of akaroses of dogs in conditions of town Kremenchuk. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1-2, 91–94. doi: 10.31210/visnyk2015.1-2.18.
71. Yevstafieva, V. O., & Lychman, A. S. (2020). Peculiarities of demodecosis course in helminthoses associations of dogs' digestive tract. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 161–166. doi: 10.31210/visnyk2020.01.19.
72. Yipel, F. A., Acar, A., & Yipel, M. (2016). Effect of some essential oils (*Allium sativum*., *Origanum majorana* L.) and ozonated olive oil on the treatment of ear mites (*Otodectes cynotis*) in cats. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40, 782–787. doi: 10.3906/vet-1508-10.

**Стаття надійшла до редакції 17.07.2020 р.**

**Бібліографічний опис для цитування:**

Кручиненко О. В. Ектопаразити собак і котів (поширення та лікування). *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 241–250.

© Кручиненко Олег Вікторович, 2020



**original article** | 636.7.09:616.995.42(477.74-20) | doi: 10.31210/visnyk2020.03.29

## SPREADING AND FORMS OF DOG DEMODICOSIS COURSE IN THE CITY OF ODESA


*M. V. Bogach*<sup>1\*</sup>


*I. D. Yuskiv*<sup>2</sup>

*E. M. Bogach*<sup>2</sup>

*V. D. Starkiv*<sup>3</sup>

ORCID  [0000-0002-2763-3663](https://orcid.org/0000-0002-2763-3663)

ORCID  [0000-0002-6029-3488](https://orcid.org/0000-0002-6029-3488)

ORCID  [0000-0003-4939-8542](https://orcid.org/0000-0003-4939-8542)

<sup>1</sup> Odessa Experimental Station of the National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”, 2, Svobody Ave, Odessa, 65037, Ukraine

<sup>2</sup> Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

<sup>3</sup> Odessa State Agrarian University, 13, Panteleymonovskaya str., Odessa, 65012, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: bogach\_nv@ukr.net

### How to Cite

*Bogach, M. V., Yuskiv, I. D., Bogach, E. M., & Starkiv, V. D. (2020). Spreading and forms of dog demodicosis course in the city of Odesa. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (3), 251–256. doi: 10.31210/visnyk2020.03.29*

*Dog demodicosis is a chronic disease characterized by inflammation and desquamation of the skin horny layer, a decrease in the body immune status, and expressed emaciation of the animal. Demodex spp. is considered pathogenic when its amount increases and affects the dermis. Dog demodicosis is a disease, which occurs as a result of rapid propagation and release of demodectic ticks, which leads to local or generalized skin inflammation and is accompanied by hair loss, papules, pustules, strumas and folds of the skin, resulting in emaciation and sometimes death of animals. The spreading of the invasion is accompanied by deterioration in the general condition of the infected dogs and the disease clinical picture. Therefore, the study of the clinical manifestation of demodicosis, as one of the indicators of a comprehensive diagnostics of this disease, is relevant. Three species of sarcoptiform and thrombidiform ticks, causative agents of carnivores' acaroses, have been registered in Odesa: Demodex canis, Otodectes cynotis, and Sarcoptes canis. In the general acarine dog pathology in the city of Odessa, the mass fraction of demodicosis is 55.6 %, otodectosis – 25.4 % and sarcoptic mange – 19.0 %. The susceptibility of dogs to demodicosis causative agent depends on the age and sex of the animals. Most often, dogs at the age of 6 months to 1 year (25.8 %), as well as dogs 1-2 years old (22.7 %) are infected. Females were found to be more sensitive to the pathogen and accounted for 57.4 %. The most affected by the local form of demodicosis were dogs under the age of 6 months (89.9 %), and generalized form – over 10 years old (72.4 %). Demodectic mange was most pronounced in autumn (34.5 %) and spring (29.1 %), somewhat less in summer (23.9 %) and winter (12.5 %).*

**Key words:** demodicosis, spreading, prevalence of infection, local, generalized form.

**ПОШИРЕННЯ ТА ФОРМИ ПЕРЕБІГУ ДЕМОДЕКОЗУ СОБАК В УМОВАХ МІСТА ОДЕСИ**

**М. В. Богач<sup>1</sup>, І. Д. Юськів<sup>2</sup>, О. М. Богач<sup>2</sup>, В. Д. Старків<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Одеська дослідна станція Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Одеса, Україна

<sup>2</sup> Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup> Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

*Демодекоз собак – хронічне захворювання, яке характеризується запаленням і десквамацією рогового шару шкіри, зниженням імунного статусу організму, вираженим виснаженням тварини. Demodex spp. вважаються патогенними, коли їхня кількість збільшується й уражає дерму. Демодекоз собак – це захворювання, що виникає в результаті бурхливого розмноження і розселення демодекозних кліщів, що призводить до локального або генералізованого запалення шкіри і супроводжується випаданням шерсті, виникненням папул, пустул, потовищень і складок шкіри, призводить до виснаження, а іноді – до загибелі тварин. Поширення інвазії супроводжується погіршенням загального стану уражених собак і клінічною картиною хвороби. Тому вивчення клінічного прояву демодекозу як одного з показників комплексної діагностики цього захворювання є актуальним. За результатами вивчення епізоотичної ситуації щодо акарозів собак на території м. Одеси зареєстровано три види саркоптіформних та тромбідіформних кліщів – збудників акарозів м'ясоїдних тварин: Demodex canis, Otodectes cynotis, Sarcoptes canis. У загальній акарозній патології собак в умовах м. Одеси масова частка демодекозу складає 55,6 %, отодектозу – 25,4 % та саркоптозу 19,0 %. Сприйнятливність собак до збудника демодекозу залежить від віку та статі тварин. Найчастіше хворіють собаки віком від 6-ти місяців до 1 року (25,8 %), а також собаки 1–2 річного віку (22,7 %). Самки виявились більш чутливими до збудника і склали 57,4 %. Найбільш уражені на локальну форму демодекозу були собаки віком до 6-ти місяців (89,9 %), а на генералізовану – старші 10-ти років (72,4 %). Демодекозна інвазія максимально проявлялася восени (34,5 %) та навесні (29,1 %), децю менше влітку (23,9 %) та взимку (12,5 %).*

**Ключові слова:** демодекоз, поширення, екстенсивність інвазії, локальна, генералізована форма.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ФОРМЫ ТЕЧЕНИЯ ДЕМОДЕКОЗА СОБАК В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ОДЕССЫ**

**Н. В. Богач<sup>1</sup>, И. Д. Юськив<sup>2</sup>, Е. Н. Богач<sup>2</sup>, В. Д. Старкив<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Одесская опытная станция Национального научного центра «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины», г. Одесса, Украина

<sup>2</sup> Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

<sup>3</sup> Одесский государственный аграрный университет, г. Одесса, Украина

*Демодекоз собак – хроническое заболевание, которое характеризуется воспалением и десквамацией рогового слоя кожи, снижением иммунного статуса организма, выраженным истощением животного. Demodex spp. считаются патогенными, когда их количество увеличивается и поражает дерму. Демодекоз собак это заболевание, возникающее в результате бурного размножения и расселения демодекозных клещей, что приводит к локальному или генерализованному воспалению кожи и сопровождается выпадением шерсти, возникновением папул, пустул, утолщений и складок кожи, приводит к истощению, а иногда – к гибели животных. Распространение инвазии сопровождается ухудшением общего состояния пораженных собак и клинической картиной болезни. Поэтому изучение клинического проявления демодекоза как одного из показателей комплексной диагностики этого заболевания является актуальным. По результатам изучения эпизоотической ситуации по акарозам собак на территории г. Одессы зарегистрировано три вида саркоптитформных и тромбидиформных клещей – возбудителей акарозов плотоядных животных: Demodex canis, Otodectes cynotis, Sarcoptes canis. В общей акарозной патологии собак в условиях г. Одессы массовая доля демодекоза составляет 55,6 %, отодектоза – 25,4 % и саркоптоза 19,0 %. Восприимчивость собак к возбудителю демодекоза зависит от возраста и пола животных. Чаще всего болеют собаки в возрасте от 6-ти меся-*

цев до 1 года (25,8 %), а также собаки 1–2 летнего возраста (22,7 %). Самки оказались более чувствительными к возбудителю и составили 57,4 %. Наиболее пораженные локальной формой демодекоза были собаки в возрасте до 6-ти месяцев (89,9 %), а генерализованной – старше 10 лет (72,4 %). Демодекоз максимально проявлялся осенью (34,5 %) и весной (29,1 %), летом (23,9 %), зимой (12,5 %).

**Ключевые слова:** демодекоз, распространение, экстенсивность инвазии, локальная, генерализованная форма.

### Вступ

Акарози – це надзвичайно поширені у всьому світі паразитарні захворювання, збудниками яких є кліщі ряду *Acariformes*, підрядів *Sarcoptiformes* та *Trombidiformes*.

Демодекоз собак («залозниця») – хронічне захворювання, яке характеризується запаленням і десквамацією рогового шару шкіри, зниженням імунного статусу організму, вираженим виснаженням тварини. *Demodex spp.* вважаються патогенними, коли їхня кількість збільшується і уражає дерму [1].

Чисельність хворих на демодекоз собак у великих містах України останніми роками різко зросла [2, 3].

Широке поширення акарозів обумовлено підвищенням поголів'я собак і кішок, збільшенням популяції бродячих тварин (джерел інвазії), утриманням собак і кішок на низькому рівні ветеринарного обслуговування [4, 5].

Більшість авторів відмічають, що демодекоз собак проявляється в лускатій (15 %), папульозній (5 %), генералізованій (40 %) формах [6, 7]. За наявності демодекозу насамперед уражується шкіра голови, далі – шкіра між пальцями передніх і задніх кінцівок, шкірний покрив різних ділянок тіла [8–10].

Згідно з даними вітчизняних і зарубіжних авторів, демодекс у собак є симбіонтом здорової шкіри, тому притаманні більше 60 % клінічно здоровим тваринам. Їх можна знайти у вигляді окремих особин у здорових собак, тому демодекоз собак – це захворювання, яке виникає в результаті бурхливого розмноження і розселення демодекозних кліщів, що призводить до локального або генералізованого запалення шкіри і супроводжується випаданням шерсті, виникненням папул, пустул, потовщень і складок шкіри, призводить до виснаження, а іноді – до загибелі тварин [11–15].

Збудник демодекозу разом із племінними тваринами проникає в різні регіони країни, раніше благополучні по цьому захворюванню [16].

Паразитичні акариформні кліщі спричиняють серйозні захворювання, які часто проблематично вилікувати, а для власників це маса проблем – як психологічних, так і матеріальних: у сучасних умовах існує постійна можливість контакту м'ясоїдних тварин між собою, а отже, можливість заразитися. Отже, хвороби, що спричиняють ці паразити, мають дуже важливе ветеринарне значення і в багатьох випадках важко діагностуються через аналогії клінічної картини більшості шкірних захворювань [17].

Поширення інвазії супроводжується погіршенням загального стану уражених собак і клінічною картиною хвороби. Тому вивчення клінічного прояву демодекозу як одного з показників комплексної діагностики цього захворювання є актуальним.

**Мета** досліджень – вивчити поширення та форми клінічного перебігу демодекозу собак різних вікових груп в умовах м. Одеси.

### Матеріали і методи досліджень

Поширення демодекозу собак в м. Одесі вивчали на підставі аналізу звітності Одеської міської державної лікарні ветеринарної медицини за 2018 – 2020 рр. і результатів власних досліджень, які були проведені на базі ветеринарної клініки «ВетКОін» м. Одеси та «Пункту ветеринарної допомоги» Одеської дослідної станції ННЦ «ІЕКВМ».

Клінічне обстеження 5116 собак різних порід і віку виконували згідно із загальноприйнятими методами (Х. Г. Німанд, 1998).

Діагностику демодекозу собак проводили комплексно, зважаючи на епізоотологічні дані, клінічні ознаки хвороби та результати лабораторних досліджень. Обстеження шкіряного покриву здійснювали за К. С. Медведєвим (1999). У хворих собак брали до уваги такі показники: локалізацію і площу ураження, характер змін шкіряного покриву, наявність свербіжжю, а також дані щодо часу виникнення і характеру перебігу інвазії.

Видову належність саркоптіформних та тромбідіформних кліщів визначали на підставі морфологічних ознак кліщів за В. Ф. Галат та ін. (2000) [18] та David G. Baker (2007) [19].

Вікову динаміку демодекозу собак досліджували на тваринах шести вікових груп: до 6-ти міс., 6–

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

12 міс., 1–2 р., 3–4 р., 5–6 р., 6–10 р. та старші 10-ти років.

Показники сезонних коливань демодекозу визначали впродовж 2018–2020 рр. за результатами акарологічних досліджень собак кожної пори року. Всього обстежено 828 собак.

Отриманий цифровий матеріал оброблено статистично на персональному комп'ютері з використанням програми Microsoft Excel 2003.

### Результати досліджень та їх обговорення

За результатами вивчення епізоотичної ситуації щодо акарозів собак на території м. Одеси зареєстровано три види саркоптіформних та тромбідіформних кліщів – збудників акарозів м'ясоїдних тварин: *Demodex canis* (Leydig, 1859), *Otodectes cynotis* (Hering, 1838), *Sarcoptes canis* (Gerlach, 1857).

Згідно зі статистичними даними звітності Одеської міської державної лікарні ветеринарної медицини за 2018–2020 рр. встановлено, що із 5116 досліджених собак 1490 (29,1 %) були інвазовані на акарози, з них 828 (55,6 %) хворі на демодекоз, 379 (25,4 %) – на отодектоз і 283 (19,0 %) – на саркоптоз (табл. 1).

#### 1. Поширення акарозів собак в умовах м. Одеси

(за даними Одеської міської державної лікарні ветеринарної медицини, 2018–2020 рр.)

Роки	Кількість обстежених тварин	Інвазовано на акарози		Виявлено уражених					
				демодекозом		отодектозом		саркоптозом	
		голів	%	голів	%	голів	%	голів	%
2018	1911	533	27,9	283	53,1	134	25,1	116	21,8
2019	1975	562	28,5	314	55,9	147	26,2	101	17,9
2020	1230	395	32,1	231	58,5	98	24,8	66	16,7
<i>Всього</i>	<i>5116</i>	<i>1490</i>	<i>29,1</i>	<i>828</i>	<i>55,6</i>	<i>379</i>	<i>25,4</i>	<i>283</i>	<i>19,0</i>

Інвазованість собак збудниками акарозів була в межах 27,9–32,1 %. Упродовж досліджуваних років реєстрували незначне зростання екстенсивності демодекозу собак на 10,2 %, тоді як екстенсивність отодектозу зменшилась на 5,3 %, а саркоптозу – на 23,4 %.

Ступінь ураження собак демодекозом залежав від віку та статі тварин (табл. 2).

#### 2. Вікова динаміка та форми перебігу демодекозу собак в умовах м. Одеси

Вік	Стать	Кількість інвазованих тварин	ЕІ, %	Форми перебігу, гол./%	
				локальна	генералізована
до 6-ти міс.	самці	63	16,0	116/89,9	13/10,1
	самки	66	15,2		
6–12 міс.	самці	102	26,0	131/61,5	82/38,5
	самки	111	25,5		
1–2 р.	самці	89	22,6	98/52,1	90/47,9
	самки	99	22,8		
3–4 р.	самці	49	12,5	55/49,1	57/50,9
	самки	63	14,5		
5–6 р.	самці	42	10,7	40/39,6	61/60,4
	самки	59	13,6		
6–10 р.	самці	30	7,6	27/48,2	29/51,8
	самки	26	5,9		
Старші 10-ти р.	самці	18	4,6	8/27,6	21/72,4
	самки	11	2,5		
<i>Всього</i>	<i>самці</i>	<i>393</i>	<i>100</i>	<i>475/57,4</i>	<i>353/42,6</i>
	<i>самки</i>	<i>435</i>	<i>100</i>		

Найчастіше хворіють собаки віком від 6-ти місяців до 2-х років (26,0 – 22,8 %). На другому місці по частоті захворюваності знаходяться тварини віком до 6-ти місяців (15,6 %). У віці 3–4 роки демодекоз реєструють у 13,5 % тварин, у 5–6 річному віці – 12,2 % собак, а у віці 6–10 років – 6,8 % тварин. У собак старше 10 річного віку екстенсивність демодекозу не перевищувала 3,6 %. З 828 інвазованих на демодекоз собак 393 (47,5 %) – самці і 435 (52,5 %) самки.

За результатами дослідження шкіри залежно від місця локалізації та інтенсивності ураження виді-

ляли локальну та генералізовану форми демодекозу. На локальну форму демодекозу було уражено 475 (57,4 %) собак, а на генералізовану – 353 (42,6 %) тварин. У віковому аспекті найбільше локальну форму демодекозу реєстрували у собак до 6-ти (89,9 %), 6–12 місяців (61,5 %) та 1–2 річного віку (52,1 %). У собак старше 10-ти років локальну форму реєструвалт лише в 27,6 % тварин.

Найбільше хворих собак на генералізовану форму демодекозу було серед тварин старше 10-ти річного віку (72,4 %). Ураженість собак 5–6 річного віку склала 60,4 %, 1–2 річного віку – 47,9 %, до 12-ти місяців – 38,5 % і найменше – 10,1 % серед тварин до 6-ти місячного віку.

При вивченні сезонності захворювання собак на демодекоз в умовах м. Одеси встановлено, що тварини хворіють упродовж усього року (табл. 3).

**3. Сезонна динаміка демодекозу собак в умовах м. Одеси**

Пора року	Кількість інвазованих тварин	ЕІ, %
Весна	241	29,1
Літо	198	23,9
Осінь	286	34,5
Зима	103	12,5
<i>Всього</i>	828	100

Найбільше хворих зареєстровано навесні (29,1 %) та восени (34,5 %). Улітку екстенсивність демодекозу становила 23,9 %, а взимку – 12,5 %.

Отже, отримані дані підтверджують й інші автори, які також встановили, що колонізація шкіри демодексами реєструється у всіх собак незалежно від віку, статі, породи або шерсті. Проте популяція кліщів у здорової собаки виявляється невеликою [5]. Зараження кліщами було значно вище в собак старше 6-ти місяців. Окремі автори вказують, що за поширеністю зараження демодекозом немає різниці між статтю тварин [20]. За даними авторів клінічний перебіг хвороби поділяють на дві групи: собаки з локалізованим демодекозом і генералізований демодекозом [7].

**Висновки**

1. У загальній акарозній патології собак в умовах м. Одеси масова частка демодекозу складає 55,6 %, отодектозу – 25,4 % та саркоптозу 19,0 %.

2. Сприйнятливність собак до збудника демодекозу залежить від віку та статі тварин. Найчастіше хворіють собаки віком від 6-ти місяців до 1 року (25,8 %), а також собаки 1–2 річного віку (22,7 %). Самки виявилися більш чутливими до збудника, їхня чисельність становила 57,4 %. Найбільш уражені на локальну форму демодекозу були собаки віком до 6-ти місяців (89,9 %), а на генералізовану – старше 10-ти років (72,4 %).

3. Демодекоз максимально проявлявся восени (34,5 %) та навесні (29,1 %), влітку (23,9 %), взимку (12,5 %).

*Перспективи подальших досліджень.* У подальших дослідженнях планується з'ясувати біохімічні та імунологічні показники крові при різних формах перебігу демодекозу собак.

**References**

- Kumari, P., Nigam, R., Singh, A., Nakade, U. P., Sharma, A., Garg, S. K., & Singh, S. K. (2017). Demodex canis regulates cholinergic system mediated immunosuppressive pathways in canine demodicosis. *Parasitology*, 144 (10), 1412–1416 doi: 10.1017/S0031182017000774.
- Halat, V., & Tytarenko, A. (2004). Epizootolohiia ta klinichni proiavy demodekoznoi invazii u sobak. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 12, 36–37 [In Ukrainian].
- Yevstafieva, V. O., Havryk, K. A., & Havryk, B. A. (2015). *Rekomendatsii shchodo diahnostryky ta zakhodiv borotby z akarozamy sobak*. Poltava [In Ukrainian].
- Zubarev, V. N., & Sidorkin, V. A. (2011). Razrabotka mer bor'by s akarozami plotojadnyh. *Veterinary Doktor*, 4, 30–31 [In Russian].
- Ravera, I., Altet, L., Francino, O., Sánchez, A., Roldán, W., Villanueva, S., Bardagí, M., & Ferrer, L. (2013). Small Demodex populations colonize most parts of the skin of healthy dogs. *Vet Dermatol*, 24 (1), 168–72 doi: 10.1111/j.1365-3164.2012.01099.x.
- Irinchuk, V. V. (2002). Klinichni formi demodekozu sobak ta ih zalezhnist' vid porodi. *Agrarnij Visnik Prichornomor'ja*, 72–75 [In Ukrainian].

7. Kumari, P., Nigam, R., Choudhury, S., Singh, S. K., Yadav, B., Kumar, D., & Garg, S. K. (2018). Demodex canis targets TLRs to evade host immunity and induce canine demodicosis. *Parasite Immunol*, 40 (3) doi: 10.1111/pim.12509.
8. Sivajothi, S., Sudhakara Reddy, B., & Rayulu, V. C. (2015). Demodicosis caused by Demodex canis and Demodex cornei in dogs. *Journal Parasit Dis*, 39 (4), 673–676 doi: 10.1007/s12639-013-0405-3.
9. Izdebska, J. N., & Rolbiecki, L. (2018). The status of Demodex cornei: description of the species and developmental stages, and data on demodecid mites in the domestic dog Canis lupus familiaris. *Medical and Veterinary Entomology*, 32 (3), 346–357 doi: 10.1111/mve.12304.
10. Taşbent, F. E., & Bilal, D. (2018). A dog related Demodex spp. infestation in a student: a rare Demodex case. *Mikrobiyol Bul*, 52 (2), 214–220. doi: 10.5578/mb.66410.
11. Hrapaj, N. N. (2001). Demodekoz sobak v uslovijah Chernomorskogo poberezh'ja Krasnodarskogo kraja (jepizootologija, patogenez, mery bor'by). *Candidate's thesis*. Moskva [In Russian].
12. Stolbova, O. A. (2014). Vozrastnaja i porodnaja specifichnost' demodekoza sobak v uslovijah goroda. Tjumeni *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovanija*, 6 Retrieved from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15698> [In Russian].
13. Ersahanova, Z. S. (2019). Diagnostika demodekoza u sobak. *Molodoj Uchenyj*, 19 (257), 88–89 [In Russian].
14. Ranjan, R., Dua, K., Turkar, S., Singh, H., & Singla, L. D. (2013). Successful management of refractory cases of canine demodicosis with homeopathy medicine Graphitis. *Journal of Parasitic Diseases*, 38 (4), 417–419. doi: 10.1007/s12639-013-0269-6.
15. Ghubash, R. (2006). Parasitic Miticidal Therapy. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 21 (3), 135–144. doi: 10.1053/j.ctsap.2006.05.006.
16. Scott, D. W., & Walton, D. K. (1985). Experiences with the use of amitraz and ivermectin for the treatment of generalized demodicosis in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 21, 535–541.
17. Golovnina, O. V. (2007). Arahnomentozy melkih domashnih zhivotnyh i mery bor'by s nimi. *Veterinarnaja Patologija*, 2 (21), 195–196 [In Russian].
18. Galat, V. F., Yevstafieva, V. O., Klymenko, O. S., Galat, M. V., & Shherbakova, N. S. (2010). *Veterynarna arahnologija: navchal'nyj posibnyk*. Poltava: TOV NVP «Ukrpromtorgservis», [In Ukrainian].
19. Baker, D. G. (2007). *Flynn's parasites of laboratory animals*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.
20. Xhaxhiu, D., Kusi, I., Rapti, D., Visser, M., Knaus, M., Lindner, T., & Steffen, R. (2009). Ectoparasites of dogs and cats in Albania. *Parasitology Research*, 105 (6), 1577–1587. doi: 10.1007/s00436-009-1591-x.

Стаття надійшла до редакції 17.07.2020 р.

### Бібліографічний опис для цитування:

Богач М. В., Юськів І. Д., Богач О. М., Старків В. Д. Поширення та форми перебігу демодекозу собак в умовах міста Одеси. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 251–256.

© Богач Микола Володимирович, Юськів Ігор Дмитрович,  
Богач Олена Миколаївна, Старків Вікторія Дмитрівна, 2020


**original article** | 621.7.023.3 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.30

**TECHNIQUE FOR EXPERIMENTAL STUDIES OF THE EFFECT OF SHOT IMPACT ACTION ON THE STATE OF METAL SURFACES**
*O. N. Brykun*<sup>1\*</sup>

 ORCID  [0000-0001-5213-9440](https://orcid.org/0000-0001-5213-9440)
*R. E. Chernyak*<sup>2</sup>

 ORCID  [0000-0002-2804-5580](https://orcid.org/0000-0002-2804-5580)
*O. V. Goryk*<sup>1</sup>
<sup>1</sup> Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

<sup>2</sup> Private Joint-Stock Company "AutoKrAZ", 62, Kyivska str., Kremenchuk, 39631, Ukraine

\*Corresponding author

 E-mail: [leksandr.brykun@pdaa.edu.ua](mailto:leksandr.brykun@pdaa.edu.ua)

## How to Cite

Brykun, O. N., Chernyak, R. E., & Goryk, O. V. (2020). Technique for experimental studies of the effect of shot impact action on the state of metal surfaces. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 257–268. doi: 10.31210/visnyk2020.03.30

One of the technological problems is poorly studied shot blasting, which is widely used in various branches of mechanical engineering, including agricultural, for surface preparation of machine metal parts and products for protective non-metallic coatings. The reliability and durability of such products by 80% depends on the quality of surface preparation by shot blasting. That is why the study of surfaces condition after their cleaning has the priority importance in the industrial production of metal products, especially those that are operated in aggressive environments. Analytical prediction of the quality of machine processed surfaces does not always give a reliable result due to the complexity of modeling mass impulse effect of attacking particles' stream on an attacked metal obstacle, and in the majority of cases, is limited to the interaction of a separate spherical shot with it. Therefore the experimental determining of individual characteristics of short blasting process has practical importance, it is often decisive. The purpose of this article is to develop a methodology for conducting and obtaining individual results of experimental studies of shot blasting process of metal surfaces. To determine the influence of the initial parameters of the process (the angle and speed of attack, the diameter of the shot) on the geometry of the track left by the shot on the attacked surface the technique for studying the impact interaction of an individual shot with a flat plate steel sample is presented. The study was conducted in the laboratory of Poltava State Agrarian Academy on the developed installation (stand) using a single-shot pneumatic gun of the "ИЖ -53М" brand which was tested by the speed of the shot out from the muzzle using certified ІВХ-731 optoelectronic measuring complex. To determine the roughness of the treated surface, the degree of charging and the intensity of surface layer destruction, studies of the interaction with the surface of steel disc samples of shot-blasting torch were carried out on a modernized industrial installation at JSC "Poltava Automobile Aggregate Plant". The samples were subjected to heat treatment in the normalization blasting mode in CH3-6.3 x 13 electric furnace.

**Key words:** shot blasting, experimental studies, flat rectangular and disc samples, equipment.

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ УДАРНОЇ ДІЇ ДРОБИНОК НА СТАН МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ****О. М. Брикун<sup>1</sup>, Р. Є. Черняк<sup>2</sup>, О. В. Горик<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна<sup>2</sup> Приватне акціонерне товариство «АвтоКрАЗ», м. Кременчук, Україна

Однією із технологічних проблем є недостатньо вивчена дробоструминна очистка, яка широко використовується в різноманітних галузях машинобудування, зокрема сільськогосподарській, для підготовки поверхонь металевих деталей машин і виробів під захисні неметалеві покриття. Надійність і довговічність таких виробів на 80% залежать від якості підготовки поверхні дробоструминням. Тому вивчення стану поверхонь після їхнього очищення має пріоритетне значення у промисловому виробництві металевих виробів, особливо тих, які експлуатуються в агресивних середовищах. Аналітичне прогнозування якості оброблених поверхонь не завжди дає достовірний результат через складність моделювання масового імпульсного впливу потоку атакуючих частинок на атаковану металеву переешкоду і переважно обмежується взаємодією з нею окремої сферичної дробинки. Тому експериментальне визначення окремих характеристик процесу дробоструминня має практичне значення, а часто і визначальне. Метою цієї роботи є розробка методики проведення і отримання окремих результатів експериментальних досліджень процесу дробоструминного очищення металевих поверхонь. Для визначення впливу на геометрію сліду, залишеного дробинкою на атакованій поверхні, вихідних параметрів процесу (кута і швидкості атаки та діаметру дробинки) подано методику дослідження ударної взаємодії окремої дробинки з плоским пластинчастим сталевим зразком. Дослідження проводили в лабораторії Полтавської державної аграрної академії на розробленій установці (стенді) з використанням однозарядного пневматичного пістолета марки «ИЖ-53М», який тестувався за швидкістю вильоту дробинки з дула за допомогою сертифікованого оптоелектронного вимірювального комплексу ИБХ-731. Для визначення шорсткості обробленої поверхні, ступеня шаржування та інтенсивності руйнування поверхневого шару проводили дослідження взаємодії з поверхнею сталевих дискових зразків дробоструминного факела на модернізованій промисловій установці ВАТ «Полтавський автоагрегатний завод». Зразки піддавали термічній обробці в режимі нормалізаційного відпалу в камерній електропечі СНЗ-6,3 x 13

**Ключові слова:** дробоструминне очищення, експериментальні дослідження, плоскі прямокутні та дискові зразки, обладнання.

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ ДРОБИНОК НА СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ****А. Н. Брикун<sup>1</sup>, Р. Е. Черняк<sup>2</sup>, А. В. Горик<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина<sup>2</sup> Частное акционерное общество «АвтоКрАЗ», г. Кременчуг, Украина

Дробеструйная очистка широко используется в различных отраслях машиностроения для подготовки поверхностей металлических деталей машин и изделий под защитные неметаллические покрытия. Надежность и долговечность изделий на 80% зависят от качества подготовки поверхности дробеструением. Поэтому изучение состояния поверхностей после их очистки занимает приоритетное место в промышленном производстве металлических изделий, особенно тех, которые эксплуатируются в агрессивных средах. При этом экспериментальное определение отдельных характеристик процесса дробеструйной очистки имеет практическое значение, а часто и определяющее. Целью данной работы является разработка методики проведения и получения отдельных экспериментальных результатов процесса дробеструйной очистки металлических поверхностей. Для определения влияния на геометрию следа, оставленного дробинкой на атакованной поверхности, исходных параметров процесса (угла и скорости атаки и диаметра дробинки) представлена методика исследования ударного взаимодействия отдельной дробинки с плоским пластинчатым стальным образцом. Исследование проводилось в лабораторных условиях на разработанной установке

(стенде) с использованием однозарядного пневматического пистолета марки «ИЖ-53М», который служил источником кинетической энергии атакующей дробинки. А для определения шероховатости обработанной поверхности, степени шаржирования и интенсивности разрушения поверхностного слоя проводили на модернизированной промышленной установке исследования взаимодействия дробеструйного факела с поверхностью стальных дисковых образцов, подверженных термической обработке в режиме нормализационного отжига.

**Ключевые слова:** дробеструйная очистка, экспериментальные исследования, плоские прямоугольные и дисковые образцы, оборудование.

### Вступ

Однією з технічних проблем підготовки поверхонь металевих деталей машин під захисне покриття є недостатньо вивчена дробоструминна очистка, яка давно і широко застосовується на практиці в різних галузях машинобудування, зокрема й сільськогосподарській [1, 2].

Відомо, що окремі захисні неметалеві покриття, наприклад керамічні, скловидні, полімерні й інші забезпечують працездатність деталей машин із вуглеводистих сталей в умовах хімічного впливу агресивного технологічного середовища при підвищеній температурі краще, ніж відомі високолеговані сталі і сплави, які є доволі дорогими [3]. Зважаючи на це, вивчення впливу дробоструминного очищення на якість обробленої металевої поверхні набуває великого технологічного значення.

Аналітичному опису процесу абразивного очищення, який характеризується масовою імпульсивною атакою оброблюваної поверхні потоком частинок (дробинок), які розганяються до певної швидкості стиснутим повітрям через спеціальні сопла, присвячено багато наукових праць. Більшість із них присвячено дослідженню зношуванню поверхонь при терті, наприклад [1, 4–6], а також обробці при ударі [7–11] для досягнення регулярних поверхневих мікроструктур [12]. На жаль, результати дослідження, отримані на використанні аналітичної моделі взаємодії окремої дробинки з пружно-пластичним півпростором [13–21], зокрема й чисельним моделюванням [22–25] проведені без глибокого узагальнення на технологічні параметри дії дробоструминного факела. Окрім цього, варто відмітити, що деякі параметри складного процесу дробоструминня взагалі неможливо отримати аналітично, а тільки експериментально.

Зважаючи на це, експериментальні дослідження взаємодії як дробоструминного факела, так і окремої дробинки на стан поверхневого шару оброблених металевих поверхонь виробів набувають пріоритетного значення при встановленні раціональних технологічних параметрів процесу дробоструминня, хоча дослідники цим питанням приділяють не так багато уваги. Відомі експериментальні результати, отримані за вихідних даних, які не цілком відповідають режимам дробоструминного очищення за швидкістю і кутом атаки, а часом і фракцією абразивних зерен [10, 12, 13], не розкривають методики проведення дослідження, насамперед, методику визначення швидкості атаки факельного дробу [26].

Тому метою цієї роботи є проведення експериментальних досліджень, що спрямовані на виявлення закономірностей взаємодії дробу з металевою поверхнею для визначення якості дробоструминного очищення сталевих поверхонь з новим підходом до встановлення швидкості атаки.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в заводських умовах на базі ВАТ «Полтавський автоагрегатний завод» на переобладнаному діючому обладнанні з використанням атестованих вимірювальних приладів та виготовлених допоміжних засобів, а також у лабораторії міцності Полтавської державної аграрної академії і ліцензованій лабораторії Полтавського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру впродовж 2017–2019 років. Під час проведення досліджень були використані методи, що базуються на фундаментальних положеннях технології машинобудування, теорії контактної взаємодії твердих тіл, методах математичного моделювання та аналізу при побудові залежностей, а також методики планування і проведення експериментів з дослідження впливу дії як окремої дробинки на геометричні параметри сліду, так і дробоструминного факелу на стан обробленої поверхні (ступінь очищення, шорсткість, ступінь шаржування, інтенсивність руйнування).

### Результати досліджень та їх обговорення

#### Дослідження впливу дії дробоструминного факела

**Технологічне обладнання та зразки.** Основну частину досліджень впливу дії дробоструминного факела на стан поверхні проводили на базі ВАТ «Полтавський автоагрегатний завод» у межах дого-

вору про наукову співпрацю. Ґрунтуючись на основних типових частинах промислових технологічних установок дробоструминної обробки поверхні виробів, була створена експериментальна установка очищення дослідних зразків із робочим об'ємом  $0,1\text{ м}^3$ , з максимальною подачею дробу до сопла  $30\text{ кг/хв}$  і максимальною витратою стислого повітря  $6,5\text{ м}^3/\text{хв}$ . Схема установки приведена на рис. 1.

Установка складається із дробоструминного апарату 1 моделі DBS-100 нагнітальної дії, захисної камері 2, у правій торцевій стінці якої закріплено дробоструминне сопло 3. Камера являє собою порожнистий корпус 4 прямокутного перерізу, який знизу має пірамідальний бункер 5, а згори закритий плоскою кришкою. Ліва торцева стінка 7 захисної камери є глухою, а права сторона має вихідний патрубок 6. Спереду камера закрита поворотними дверцятами 8. До бічних стінок камери прикріплені напрямні 9, на які встановлена поперечина 10, несуче установче пристосування 11 для поворотної плити 12, у якій встановлено утримувач 13 дослідного зразка 14. Камера змонтована на каркасі 15, а на вихідному патрубку її бункера 5 розміщений контейнер 16 для збору відпрацьованого дробу. Дробоструминне сопло пов'язане гумовотканинним рукавом 18 зі змішувальною камерою 17 апарату 1, де розміщений дозатор дробу 19. Стисле повітря надходить у систему живлення установки через кран 20 із заводської магістралі 21.

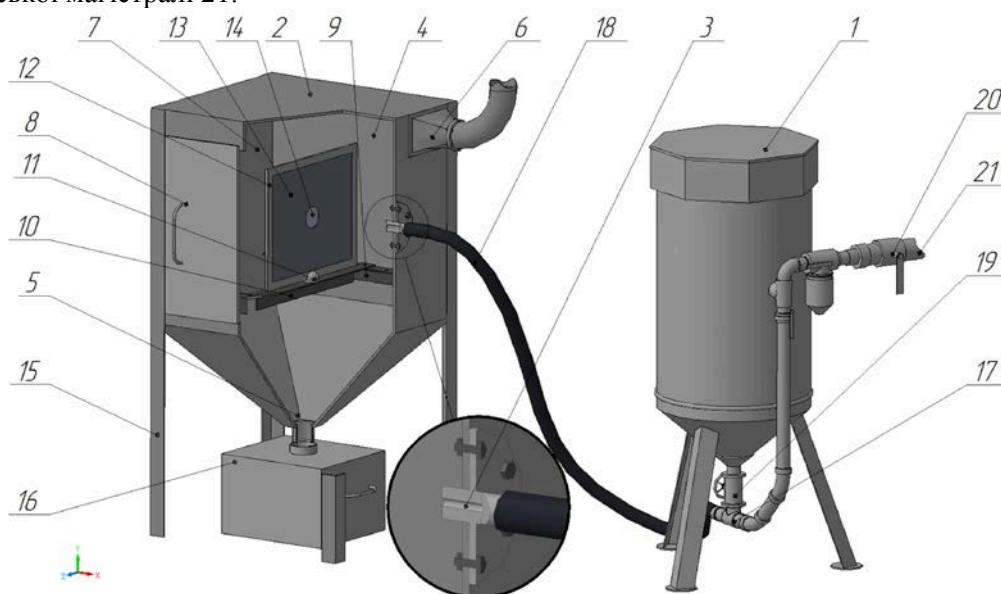


Рис. 1. Схема експериментальної установки

Поперечина 10 може переміщатися по напрямних 9 уздовж осі факела, змінюючи відстань  $l$  від сопла 3 до поверхні дослідного зразка 14.

Обертанням з допомогою установчого пристрою 11 поворотної плити 12, з утримувачем 13 навколо вертикальної осі досягався необхідний кут атаки  $\alpha$  дробоструминним факелом поверхні дослідного зразка 14.

Вихідний патрубок кришки 6 давав змогу приєднати до витяжної заводської вентиляції для забезпечення необхідного обміну повітря.

Розміри камери  $1610 \times 825 \times 725\text{ мм}$  дозволяли досліджувати технологічні режими дробоструминного очищення на різних відстанях  $l$  від дробоструминного сопла до оброблюваної поверхні ( $l=0,1 \dots 0,6\text{ м}$ ) і встановлювати за спеціальною перегородкою з отвором для однієї дробинки оптоелектронний комплекс вимірювання швидкості атаки.

Система дистанційного керування апарату DBS-100 давала змогу використовувати його без втрат дробу одним оператором і досягати продуктивності  $3\text{--}10\text{ м}^2/\text{год}$  і ступеня очищення металеві поверхні  $Sa 3$  відповідно до міжнародного стандарту [27].

Як енергоносії використовували стиснене повітря, що надходило до дробоструминного апарату від заводської магістралі із тиском  $p_{\text{абс}}=0,6\text{ МПа}$ , осушене і знемаслене, 2-ї групи забрудненості згідно з ДСТУ 4169:2003 зі вмістом твердих частинок  $<2\text{ мг/м}^3$ ; парів води  $<700\text{ мг/м}^3$ ; парів мінеральних масел  $<3\text{ мг/м}^3$ , що задовольняє рекомендації [28].

Відповідно до технології дробоструминної обробки для дослідів був обраний технічний сталевий

дріб (ДСК) відповідно до ДСТУ 3184-95, діаметром описаної сфери 0,8; 1,0; 1,4мм.

Експериментальні дослідження виконували з використанням плоских дискових зразків діаметром 80мм, виготовлених зі сталевого 08сп листового прокату, товщиною 5мм (рис. 2, б). Дослідна усереднена твердість такої сталі за Брінелем склала  $HV=1280MPa$ . Разом з виготовленням дискових зразків з цього ж самого прокату виготовляли і їх утримувачі (рис. 2, а) в захисній камері експериментальної установки. Розміри прямокутних утримувачів 400х500х5мм з вирізаним центральним отвором діаметром 80мм, у який вставлялися дискові дослідні зразки. Новий утримувач для кожного окремого зразка давав змогу аналізувати розміри відбитку факела і його спрямування безпосередньо на дисковий зразок та шорсткість обробленої поверхні в різних місцях сліду. На рис. 2, в зображено заготовку до очищення.

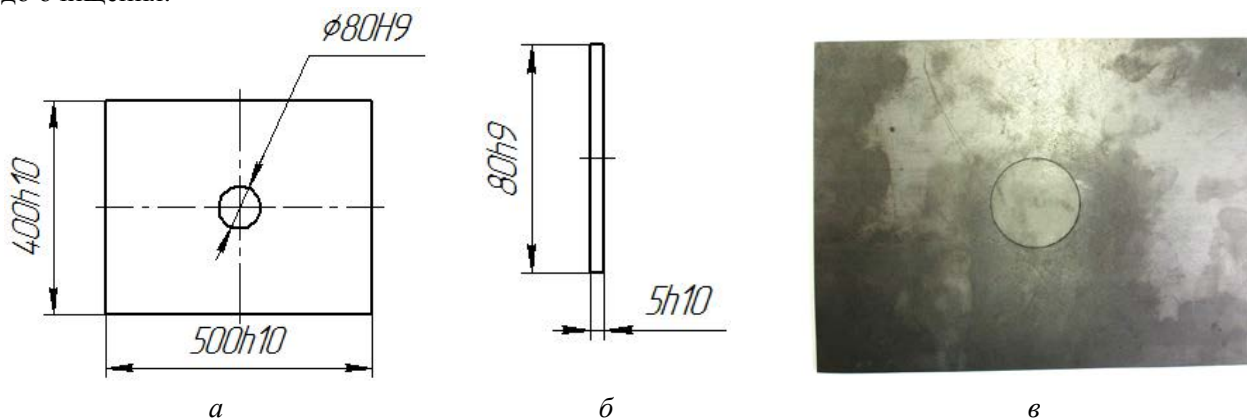


Рис. 2. Утримувач зразка (а), зразок дисковий (б), фото загального вигляду утримувача з дослідним зразком до випробування (в)

При дослідженні впливу на технологічні показники очищення враховували й результат очищення утримувача зразка. А сам зразок давав змогу визначати дослідні значення коефіцієнта руйнування, зважуванням до і після очистки, міру шаржування поверхні методом шліфів та інтенсивність руйнування поверхневого шару.

Дискові зразки разом з утримувачами готували за узгодженою в машинобудуванні технологією: піддавали термічній обробці в режимі нормалізаційного відпалу в камерній електропечі СНЗ-6,3х13 (рис.3, а) при температурі  $850\pm 20^{\circ}C$  з тривалістю витримки  $t=30xв$ . Потім охолоджували в атмосфері спокійного повітря при температурі  $20\pm 5^{\circ}C$  (рис. 3, б).



Рис. 3. Термічна обробка в електропечі СНЗ-6,3х13 (а) дослідних зразків (б)

Потім зразки встановлювали в утримувач та закріплювали в потрібному положенні в захисній камері експериментальної установки, де проводили дробострумнне очищення зразка. Після дослідного очищення вивчали стан його поверхневого шару.

**Шорсткість поверхні.** Стійкість і міцність покриття безпосередньо залежать від чистоти і шорст-

кості, які надають поверхні при підготовці сталевого виробу до нанесення захисного шару. Одним із основних показників якості, окрім вимог до чистоти, є профіль очищеної поверхні, характеристика якого визначається не тільки специфічною текстурою обробленої поверхні, але і величиною параметрів шорсткості  $R_z$ ,  $R_{max}$ ,  $S_m$ .

Висотний параметр шорсткості  $R_z$  є функцією гранулометричного складу технічного дробу  $d$ , швидкості атаки  $v$  і кута атаки  $\alpha$ , якщо виключити з неї задані фізико-механічні властивості контактуючих тіл,  $R_z \approx h_{cl} = f(d, v, \alpha)$ , яка лягла в основу дослідження.

Кількісну оцінку шорсткості проводили за допомогою цього показника ( $R_z$ ), який визначається за висотою нерівностей профілю десяти точок, як суму середніх арифметичних відхилень точок п'яти найбільших максимумів і п'яти найменших мінімумів у межах базової довжини  $l$

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_i^5 h_{i,max} + \sum_i^5 h_{i,min} \right). \quad (1)$$

Вимірювання параметрів шорсткості здійснювали на дискових зразках, підданих дробоструминному очищенню, за допомогою переносного профілометра ПМ-210 (рис. 4).



Рис. 4. Визначення шорсткості дослідних зразків

Технічна характеристика переносного профілометра ПМ-210 подана в табл. 1.

**1. Характеристика профілометра ПМ-210**

Діапазони вимірювань: $R_a$ $R_z$	0,005 – 16 мкм 0,020 – 160 мкм
Межа допустимої похибки	±10
Характеристика щупа: принцип дії матеріал наконечника кут щупа	індуктивний алмаз 90°
Базова довжина	0,25 / 0,8 / 2,5 мм
Швидкість вимірювання	0,135 – 1,0 мм/с

Для встановлення розподілу величини параметра шорсткості по площі відбитку заміри проводили в різних місцях на зразку і на його утримувачі для аналізу якості очищення по площі відбитку.

Експериментальна залежність часу обробки поверхні дослідних зразків дробом фракцією 1,0 при швидкості атаки  $v=100$  м/с наведена на рис. 5.

Із графіка видно, що із часом обробки  $t$  висота мікронерівностей (параметр шорсткості  $R_z$ ) на початку очищення стрімко збільшується, а потім стабілізується й залишається незмінною зі збільшенням часу дробоструміння. Стабільне значення шорсткості настає приблизно після  $t=40$  с обробки. Подібний характер формування шорсткості спостерігався й при інших діаметрах і швидкостях дробу.

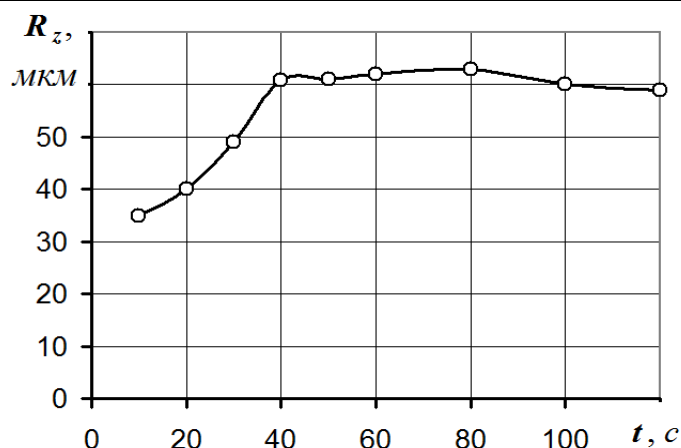


Рис. 5. Залежність шорсткості поверхні  $R_z$  від часу обробки  $t$

Отже, експериментально встановлено мінімальний час обробки поверхні для забезпечення заданого параметра шорсткості.

**Шаржування поверхні.** Ступінь шаржування поверхневого шару зразків після їхньої очистки осколками дробу вивчали металографічними методами на мікрошліфах, що спеціально виготовлялися. Для цього з очищених зразків вирізували на верстаті дисковою фрезою штапики розмірами  $40 \times 20 \times 5$  мм, торцеву поверхню яких шліфували і полірували до дзеркального блиску на довідному верстаті з вертикальною віссю обертання. Шліфування здійснювали на трьох алмазних еластичних дисках діаметром  $200$  мм з послідовним зменшенням зернистості алмазів: АСО 80/63, АСМ 40/28, АСМ 3/2. Після шліфовки мікрошліфи полірували на замшевих і фетрових дисках, просочених парафіном, на поверхню яких наносили алмазну пасту АСМ 1/0.

Мікроструктуру поверхневого шару вивчали методом електронної мікроскопії універсальним електронним мікроскопом УЭМВ-100К. Поряд з великою роздільною здатністю ( $0,005 \dots 0,0008$  мкм) і великим збільшенням (до 200000 разів) електронна мікроскопія має збільшену глибину різкості (до  $2$  мкм) [29], що дало змогу аналізувати ступінь шаржування.

Вивчення кількісного складу і об'ємної частки застряглих осколків дробу в деякому об'ємі поверхневого шару товщиною  $\delta \approx 0,1$  мм проводили за відомими методами стереометричної металографії. Припускали, що розміри уламків дробу змінюються дискретно. Кількість розмірних груп брали рівною  $k=10$ . Зміну величини діаметрів осколків здійснювали рівномірно за арифметичним рядом, починаючи з максимального розміру  $D$ ;  $0,9D$ ;  $\dots$   $0,1D$ .

Перерізи осколків дробу, отриманих на площині шліфа, також ділили на 10 розмірних груп. До першої групи входили перерізи діаметром від нуля до  $0,1D$ , в другу – від  $0,1D$  до  $0,2D$ , і т. д, аж до останньої – 10 групи. Число перерізів  $n_i$  кожної  $i$ -ої розмірної групи підрахованих на певній площі шліфа, відносили до  $1 \text{ мм}^2$ , і визначали за формулою:

$$n_i = z + 0,5\omega + 0,25u, \quad (2)$$

де  $z$  – кількість цілих перерізів осколків усередині квадратного контуру;  $\omega$  – кількість перерізів, перетнутих прямими лініями контуру;  $u$  – кількість перерізів, на які потрапили вершини квадрату.

Кількість осколків дробу  $i$ -ої розмірної групи в  $1 \text{ мм}^3$  об'єму поверхневого шару визначали за формулою Шайля-Шварца-Салтикова:

$$N_i = (A_i n_i - A_{i+1} n_{i+1} - \dots - A_k n_k) / \Delta, \quad (3)$$

де  $\Delta$  – ціна розбивки, яка дорівнює відношенню максимального діаметра осколків  $D$  до кількості груп  $k$ ;  $A$  – коефіцієнти, значення яких розраховані Салтиковим для 15-ти інтервалів;  $n$  – кількість плоских перерізів осколків дробу певної  $i$ -ої розмірної групи на одиниці площі шліфа.

Знаючи кількість осколків дробу для кожної розмірної групи, визначали їхнє загальне число в  $1 \text{ мм}^3$  об'єму поверхневого шару.

**Інтенсивність руйнування.**

Після проведення дробоструминного очищення дискові зразки обдували теплим повітрям для видалення металевих пилю і зважували на аналітичних вагах моделі ВЛА-200 для визначення втрати маси.

Втрату маси зразків визначали за різницею мас до та після обробки протягом контрольованого часу  $t$ :

$$m_1 - m_2 = \Delta m, \quad (4)$$

де  $m_1$  – маса дискового зразка до очищення;  $m_2$  – маса дискового зразка після очищення.

Видалений об'єм знятого металу визначали за співвідношенням:

$$\Delta W = \Delta m / \rho, \quad (5)$$

де  $\rho$  – густина низьковуглецевої сталі.

Інтенсивність руйнування поверхні зразків характеризували таким співвідношенням

$$I_p = \Delta m / (F_3 t) = \Delta W / (\rho F_3 t), \quad (6)$$

а коефіцієнт руйнування таким

$$k_p = \Delta m / (\rho R_z F_3), \quad (7)$$

де  $F_3$  – площа оброблюваної поверхні зразка;  $R_z$  – параметр шорсткості обробленої поверхні.

Експериментальні величини  $\Delta m$  та  $R_z$ , що входять у (6) та (7) вимірювалися при часі  $t$ , який відповідає досягненню стабільності шорсткості поверхні зразка (рис. 5). Отримані критерії були покладені в основу побудови функції продуктивності дробострумінного очищення.

#### Дослідження впливу дії окремої дробинки.

Параметри технологічного процесу дробострумінного очищення металевих поверхонь (якість, шорсткість, інтенсивність руйнування та інші) дослідники пов'язують з об'ємом (геометричними розмірами) сліду, залишеного окремою дробинкою на поверхні зіткнення. Тому експериментальне дослідження впливу дії окремої дробинки на стан обробленої поверхні потребує подальшого вивчення.

**Обладнання та зразки.** Дослідження впливу дії окремої дробинки проводили в лабораторії міцності Полтавської державної аграрної академії і ліцензованій лабораторії Полтавського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру з метою визначення впливу вихідних параметрів кої ударної взаємодії жорсткої кульки (сферичного тіла) з пружно-пластичною металевою перешкодою (площиною півпростору) на геометричні параметри сліду у вигляді лунки, який кулька залишає на поверхні зіткнення. Дослідною поверхнею зіткнення служила шліфувана поверхня плоского пластинчатого зразка розміром 90x30x5мм.

Для імітації удару одиночного атакуючого тіла по дослідному зразку використовували стандартні сталеві кульки згідно з ГОСТом 3722-2014 з діаметром  $d_{dp}=4,366 \cdot 10^{-3}m$  масою  $m=0,342 \cdot 10^{-3}kg$ . Для контролю нормованої маси кульки її зважували на лабораторних вагах електронного типу моделі ТВЕ-0,21.

Як засіб для надання початкової швидкості  $v_0$  кульці використовували однозарядний пружинно-поршневий, оснащений нарізним стволом пневматичний пістолет марки «ІЖ-53М», загальний вигляд (рис. 6) та характеристики якого приведені нижче.



а

- калібр ствола – 4,5мм;
- довжина ствола – 215мм;
- габаритні розміри – 407x175x50мм;
- вага – 1,3кг;
- дульна енергія – 3Дж.

б

Рис. 6. Зовнішній вигляд пневматичного пістолету «ІЖ-53М» (а) та його характеристики (б)

Тестування пістолету на предмет встановлення швидкості вильоту кульки з дула проводили в Полтавському науково-дослідному експертно-криміналістичному центрі за допомогою оптоелектронного вимірювального комплексу ІБХ-731 (рис. 7), який є універсальним сертифікованим приладом, призначеним для вимірювання швидкості і енергії кулі стрілецької зброї (режим вимірювання одиночних пострілів) і параметрів скорострільності зброї (режим вимірювання скорострільності).



Рис. 7. Установа для визначення швидкості руху кульок (дробинок)

Дослідження швидкості дробинки полягали у такому. Після контрольного зважування кульок здійснювали експериментальні постріли із пістолета, який нерухомо закріплювали на заданій відстані  $l=0,1 \dots 0,6$  м із кроком  $a=0,05$  м від місця вильоту дробинки до сертифікованого оптоелектронного вимірювального комплексу.

Заміри робили по 8–10 разів на кожному кроці при фіксованій відстані  $l$ , а прибор самостійно виводив середнє значення швидкості (табл. 2).

**2. Значення усереднених швидкостей атакуючої дробинки**

Відстань $l$ , м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Швидкість $v$ , м/с	124,7	124,3	123,8	123,0	122,4	121,8

Розкид швидкостей на кожному кроці вимірювання був невеликим у межах  $5$  м/с. При виявленні більших відхилень значень швидкості їх виключали з розрахунку усереднення і збільшували кількість проб.

Як і очікувалося, швидкість  $v = f(l)$  дробинки масою  $m=0,342$  г на такому малому інтервалі пройденої відстані від дула пістолета  $l=0,1 \dots 0,6$  м, що відповідає реальній довжині дробоструминного факела  $l_f$ , змінювалася несуттєво, в межах  $121,9 \dots 124,7$  м/с за практично лінійним законом (рис. 8).

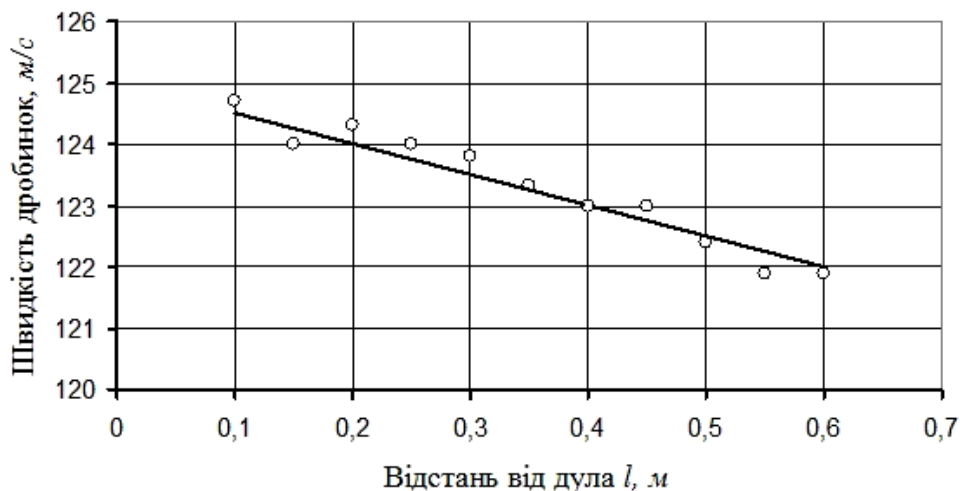


Рис. 8. Залежність швидкості дробинки ( $d_{op}=4,366$  мм,  $m=0,342$  г) від пройденого шляху  $l$  (точки – усередненні експериментальні значення)

Це пояснюється не тільки малістю відрізка графіка функції  $v = f(l)$ , а й відносно відчутними діаметром і масою кульки порівняно із дробинками, що використовуються при дробоструминному очищенні.

Для проведення дослідів була сконструйована лабораторна установка (випробувальний стенд), принципова схема та фотографія якого показані на рис. 9.

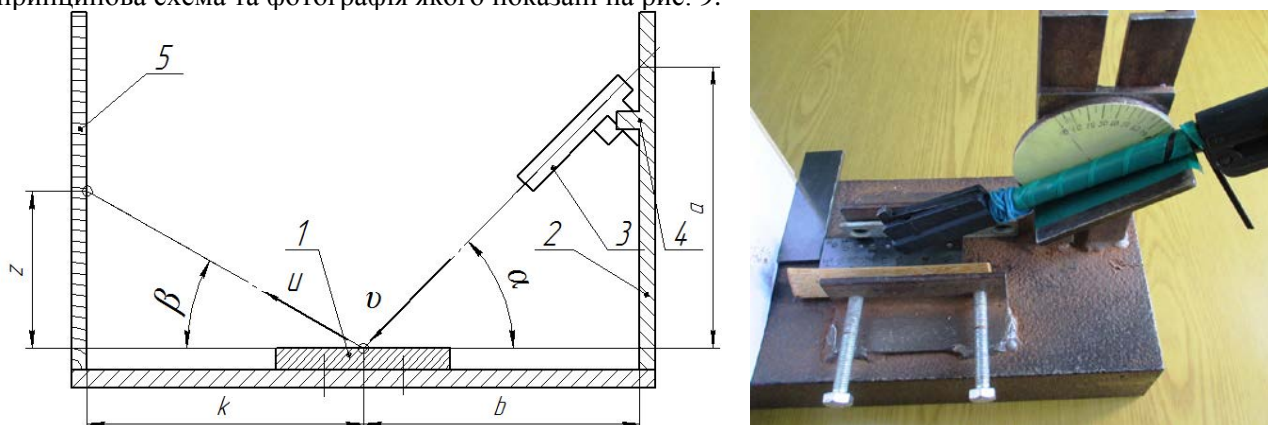


Рис. 9. Схема та фото експериментальної установки

Зразок 1 жорстко кріпився до горизонтального елемента рами 2 стенду. Пневматичний пістолет 3 закріплений на опорі 4 вертикального елемента рами з рухомим кронштейном, який давав змогу змінювати кут пострілу пістолета, тобто кут атаки. З протилежного боку вертикально закріплений дробоуловлюючий щит 5, з допомогою якого визначався кут рикошету за положенням  $z$  сліду, залишеним на щиті.

У результаті такого одноразового випробування визначали кут рикошетування  $\beta$  та вимірювали геометричні параметри сліду (ширину  $b_{сл}$ , довжину  $l_{сл}$  та глибину  $h_{сл}$ ) при заданій швидкості відповідно до табл. 2 і різних кутах атаки від  $20^\circ$  до  $80^\circ$ .

Для встановлення вихідного експериментального кута атаки  $\alpha$  і визначення наслідкового кута рикошету  $\beta$  (рис. 9) використовували тригонометричні залежності:

$$\alpha = \arctg \frac{a}{b}, \quad \beta = \arctg \frac{z}{k}. \quad (8)$$

Окрім цього, кут атаки зразка дробинкою контролювався кутомірним пристроєм при виставлянні пістолета у планове положення для чергового пострілу (рис. 9, фото).

Такі параметри сліду, як ширина і довжина, встановлювали з точністю до  $0,05\text{мм}$  за допомогою мікроскопа МПБ-2. Вимірювання цих параметрів здійснювали 5 разів відповідно до встановленої інструкції користування мікроскопом, а потім обчислювали середнє арифметичне значення.

Для визначення глибини сліду  $h_{сл}$  та контролю діаметра кульки (дробинки)  $d_{др}$  використовували мікрометр (рис. 10) з точністю до  $0,01\text{мм}$  (ГОСТ 6507-78).

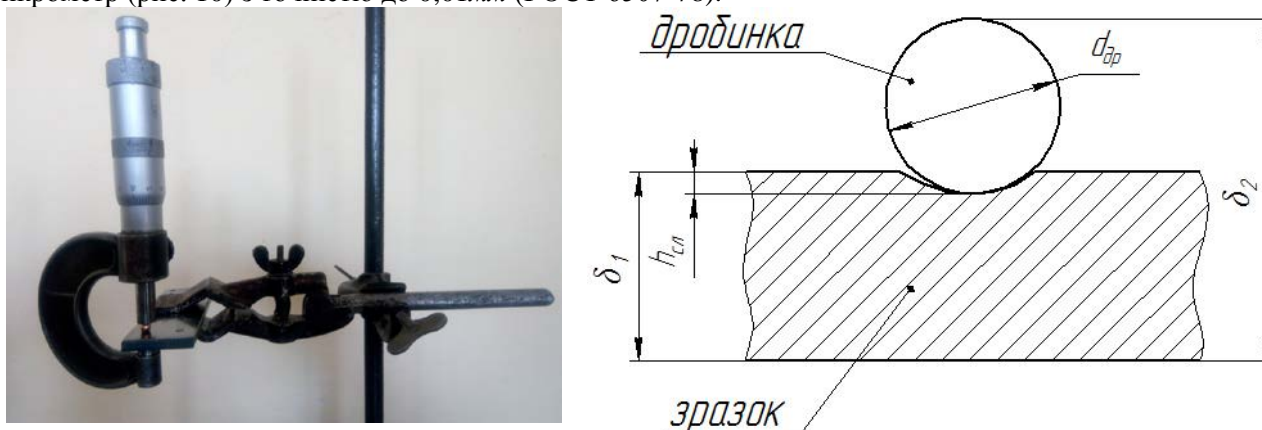


Рис. 10. Загальний вигляд та схема вимірювання глибини лунки

Дробинку після вистрілу клали в лунку, де вона займала стійке положення, досягнувши дна сліду. Вимірявши мікрометром розміри  $\delta_1$  та  $\delta_2$ , визначали глибину сліду  $h_{сл}$  як алгебраїчну суму величин  $\delta_1$ ,  $d_{оп}$  та  $\delta_2$ :

$$h_{сл} = (\delta_1 + d_{оп} - \delta_2), \quad (9)$$

де  $\delta_1$  – товщина зразка, мм;  $\delta_2$  – товщина зразка разом із дробинкою, що знаходиться в лунці, мм.

Також додаткове експериментальне обґрунтування геометричних параметрів сліду на металевій поверхні проводили й при інших реальних діаметрах атакуючої дробинки в лабораторній установці за методикою, яка тут не наводиться.

Отримані дані стосовно геометричних параметрів сліду, залишеного дробинкою на атакованій нею металевій поверхні, є невід’ємною частиною методики визначення раціональних технологічних режимів очистки металевих поверхонь.

### Висновки

Створено лабораторну установку нагнітального типу з робочим об’ємом  $0,1\text{ м}^3$ , з максимальною подачею дробу до сопла  $30\text{ кг/хв}$  і максимальною витратою стислого повітря  $6,5\text{ м}^3/\text{хв}$  для дослідження процесу дробоструминного очищення поверхні металевих зразків, а також випробувальний стенд для вивчення параметрів косої ударної взаємодії жорсткої кульки з пружно-пластичною сталеву поверхню. Апробовано нову методику визначення швидкості руху як окремих дробинок, так і дробинок у струмені стисненого повітря, яка заснована на використанні оптоелектронного вимірювального комплексу ИБХ-731, укомплектованого двома датчиками та реєстровим пристроєм. Запропоновано методику експериментального дослідження впливу на основні характеристики стану очищеної сталеву поверхні факелом атакуючих дробинок діаметром  $0,8\dots 1,4\text{ мм}$  зі швидкістю, близькою до  $100\text{ м/с}$ , а також визначення параметрів сліду, що залишає окрема атакуюча дробинка діаметром  $d_{оп}=4,366\text{ мм}$  і масою  $m=0,342\text{ г}$  на атакованій металевій поверхні при зміні кута атаки  $20^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  та швидкості дробинки в межах реальної довжини дробоструминного факела  $0,1 \leq l_\phi \leq 0,6\text{ м}$ .

Перспективи подальших досліджень полягають у з’ясуванні взаємозв’язків параметрів дробоструминного процесу, що можуть бути використані при виборі раціональних режимів процесу, а також при апробації теоретичних моделей ударної взаємодії дробинок з пружно-пластичним півпростором.

### References

1. Telnov, N. F. (1983). *Tehnologija ochistki sel's'kohozjajstvennoj tehniky*. Moskva: Kolos [In Russian].
2. Spring, S. A. (1966). *Ochistka poverhnosti metallov*. Moskva: Mir [In Russian].
3. Gorik, A. V., & Chernjavskij, A. N. (2015). *Zadachi drobestrujnoj ochistki. Dynamika ta mitsnist enerhetychnykh i silskohospodarskykh mashyn ta biotekhnichnykh system: kolektyvna monohrafiia*. Poltava: Simon [In Ukrainian].
4. Lure, G. B. (1977). *Shlifovanie metallov*. Leningrad: Nauka [In Russian].
5. Kragelskij, I. V. (1968). *Trenie i iznos*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
6. Vinogradov, V. N., Sorokin, G. M., & Albagachiev, A. Ju. (1982). *Iznashivanie pri udare*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
7. Panovko, Ja. H. (1977). *Vvedenie v teoriju mehanicheskogo udara*. Moskva: Nauka [In Russian].
8. Li, Z., Yang, F., Liu, Y., & Gao, Y. (2019). Numerical simulation of derusting treatment of steel parts by shot blast. *CMES-Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 120 (1), 157–175. doi:10.32604/cmes.2019.05187.
9. Shmanev, V. A., Shulepov, A. P., & Meshherjakov, A. V. (1995). *Strujno-abrazivnaja obrabotka detalej GTD*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].
10. Novikov, F. V., Andilakhai, O. O. (2014). *Osnovy strumynno-abrazivnoi obrobky dribnykh detalei: monohrafiia*. Kharkiv: Vyd. KhNEU im. S. Kuznetsia [In Ukrainian].
11. Provolockij, A. E. (1989). *Strujno-abrazivnaja obrabotka detalej mashin*. Kiev: Tehnika [In Russian].
12. Lebedenko, V. (2008). The mathematical description of process of formation of geometrical parameters of the superficial layer and hardening at processing details in fraction. *Vestnik of Don State Technical University*, 8, 202–212.
13. Drozd, M. S., Matlin, M. M., & Sidjakin, Ju. I. (1986). *Inzhenernye raschety uprugoplasticheskoy kontaktnoj deformacii*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].

14. Zhang, C., Li, F., & Wang, B. (2013). Estimation of the elasto-plastic properties of metallic materials from micro-hardness measurements. *Journal of Materials Science*, 48, 4446-4451. doi: 10.1007/s10853-013-7263-3.
15. Gorik, A. V., Zinkovskii, A. P., Chernyak, R. E., & Brikun A. N. (2016). Elastoplastic deformation of the surface layer of machinery constructions on shot blasting. *Strength of Materials*, 48 (5), 650-657. doi: 10.1007/s11223-016-9808-6.
16. Ogar, P. M., & Tarasov, V. A. (2014). O nekotoryh obshhikh zakonernostjakh uprugoplasticheskogo vnedrenija sfericheskogo indentora. *Sovremennye Tehnologii. Sistemyj Analiz. Modelirovanie*, 5, 38-43 [In Russian].
17. Nepomnjashhij, E. F. (1971). *Trenie i iznos pod vozdejstviem strui tverdyh sfericheskikh chastic. Kontaktnoe vozdejstvie tverdyh tel i raschet sil trenija i iznosa*. Moskva: Nauka [In Russian].
18. Gorbunov, N. I., Kovtanec, M. V., Cyganovskij, I. A., Kroshko, M. N., & Levandovskij, V. A. (2011). Matematicheskaja model' processa vzaimodejstvija edinichnoj abrazivnoj chasticy s ochishhaemoj poverhnost'ju rel'sa. *Visnyk Skhidnoukrainskoho Natsionalnogo Universytetu Imeni Volodymyra Dalia*, 4, 38-45 [In Russian].
19. Martjanova, A. E. (2004). Model udarnogo kontakta tverdoj abrazivnoj chasticy s plastichnym materialom. *Vestnik Astrahanskogo Gosudarstvennogo Tehniceskogo Universiteta*, 1, 77-81 [In Russian].
20. Koteneva, N. V. (2005). Uprugoplasticheskij kontakt gladkoj sfery s ploskoj poverhnost'ju pri dinamicheskom nagruženii. *Izvestija Tomskogo Politehniceskogo Universiteta*, 2, 114-116 [In Russian].
21. Frija, M., Hassine, T., Fathallah, R., Bouraoui, C., & Dogui, A. (2006). Finite element modelling of shot peening process: Prediction of the compressive residual stresses, the plastic deformations and the surface integrity. *Materials Science and Engineering: A*, 426 (1-2), 173-180. doi: 10.1016/j.msea.2006.03.097.
22. Komvopulos, K. (1990). Konechno-jelementnoe reshenie kontaktnoj zadachi dlja uprugoplasticheskogo sloistogo poluprostranstva. *Sovremennoe Mashinostroenie: Trudy Amerikan. Obshhestva Inzhenerov*, 2, 165-176 [In Russian].
23. Kubler, R. F., Berveiller, S., Bouscaud, D., Guiheux, R., Patoor E., & Puydt, Q. (2019). Shot peening of TRIP780 steel: experimental analysis and numerical simulation. *Journal of Materials Processing Technology*, 270, 182-194. doi:10.1016/j.jmatprotec.2019.02.031.
24. Chen, J. S., Desai, D. A., Heyns, S. P., & Pietra, F. (2019). Literature review of numerical simulation and optimisation of the shot peening process. *Advances in Mechanical Engineering*, 11 (3), 1-19. doi: 10.1177/1687814018818277.
25. Shalamov, A. V. (2005). Modelirovanie drobestrurnoj obrabotki metodom konechnyh jelementov. *Progressivnye Tehnologii v Mashinostroenii*, 73-79 [In Russian].
26. Horyk, O. V., Brykun, O. M., & Cherniak, R. Ye. (2016). Eksperymentalni doslidzhennia vplyvu shvydkosti i kuta ataky na tekhnichni pokaznyky drobestrurnevehoho ochyshchennia. *Vibratsii v Tekhnitsi ta Tekhnolohiiakh*, 3, 83-89 [In Ukrainian].
27. *ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings*.
28. *Rukovodstvo po zashhite ot korrozii stalnyh poverhnostej metodom okrashivanija*. (2014). Finljandija: Teknos Oy [In Russian].
29. Jegerton R. F. (2010). *Fizicheskie principy jelektronnoj mikroskopii: vvedenie v prosvechivajushhuju, rastrovuju i analiticheskiju jelektronnuju mikroskopiju*. (S. A. Ivanova, Trans). Moskva: Tehnosfera [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 23.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Брикун О. М., Черняк Р. Є., Горик О. В. Методика проведення експериментальних досліджень впливу ударної дії дробинки на стан металевих поверхонь. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 257-268.

© Брикун Олександр Миколайович, Черняк Роман Свєнійович, Горик Олексій Володимирович, 2020




original article | 621.867.133 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.31

## RESEARCH ON THE INFLUENCE OF THE OPERATING MODES OF COMBINE HARVESTER'S TRANSPORTATION LINES ON THE QUALITY OF GRAIN THRESHING

S. V. Yakhin\*

ORCID  [0000-0002-0042-0844](https://orcid.org/0000-0002-0042-0844)

O. A. Burlaka

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: [sergii.iakhin@pdaa.edu.ua](mailto:sergii.iakhin@pdaa.edu.ua)

### How to Cite

Yakhin, S. V., & Burlaka, O. A. (2020). Research on the influence of the operating modes of combine harvester's transportation lines on the quality of grain threshing. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 269–279. doi: 10.31210/visnyk2020.03.31

*The aim of the study is to develop recommendations for reducing grain losses based on the analysis of experimental data on the characteristics of flows during its transportation by the scraper elevators of a combine harvester. Primary experimental data were obtained using capacitive-wave sensors for grain threshing. For carrying out experimental studies, a combine harvester KZS-9-1 "Slavutych" was chosen, which was equipped with a grain threshing sensor DNZ-01. To control the productivity of the grain-bearing elevators, it was equipped with a grain re-threshing sensor DDZ-01. An on-board computer was used to record data on the productivity of the grain flow of the elevator. The grain threshing sensor and the grain re-threshing sensor according to the functional diagram are made in the same way but differ in geometric parameters. This is due to the design features of the grain transport lines of the combine, and is considered as the main part of the experimental equipment for controlling the flow of agricultural materials. The measurement results were processed using the methods of mathematical and statistical analysis using applied computer programs. The performance of the grain and spike elevator of the KZS-9-1 "Slavutych" combine was measured in the field using sensors for threshing and final threshing of grain when harvesting winter wheat by direct combining with an average yield of 4.8 t/ha, grain moisture – 12...13%, straw content – 1 : 1 and the upright vegetation cover of grain fields. The site was chosen as a strip of a field with a width of 14 m and a length of 1000 m, had clogged areas and liquefied crops, that is, the real working conditions of the combine. When comparing the experimental flow characteristics of the productivity of the grain and grain elevators of the combine with the well-known parameters of the quality of technological adjustments of the thresher, at the initial stage, free grain in the final threshing line was found. At the same time, the average productivity of grain transportation in the threshing line was 3...4 kg/s, in the final grinding line – 0.05...0.15 kg/s. By changing the technological adjustments of the thresher, no possible flow of the grain heap in the final threshing line was achieved – 0.04...0.08 kg/s, which increased the productivity of transporting grain to the bunker to 3.1...4.2 kg/s. Such correction of the technological process made it possible to reduce the level of grain losses (according to the indicator of the serial control system on 7...15% by reduce the intensity of losses), which is especially effective in areas infested with weeds.*

**Key words:** grain harvester, grains, threshing, elevator, productivity, grain threshing sensor, grain final threshing sensor, winter wheat.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ЛІНІЙ  
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА НА ЯКІСТЬ ОБМОЛОТУ ЗЕРНА****С. В. Яхін, О. А. Бурлака**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Метою дослідження є розробка рекомендацій щодо зменшення втрат зерна на основі аналізу експериментальних даних характеристик потоків при його транспортуванні скребковими елеваторами зернозбирального комбайну. Первинні експериментальні дані отримані за допомогою ємнісних хвильових датчиків намолоту зерна. Для проведення експериментальних досліджень обрано зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 «Славутич», обладнаний датчиком намолота зерна ДНЗ-01. Для контролю продуктивності колосового елеватора його було обладнано датчиком домолоту зерна ДДЗ-01. Фіксацію даних щодо продуктивності зернового потоку елеватора здійснював бортовий комп'ютер типу «MONOMAC». Датчик намолоту зерна та датчик домолоту зерна по функціональній схемі виконані однаково, але розрізняються геометричними параметрами. Це зумовлено особливостями конструкцій зернових транспортних ліній комбайна та розглядаються, як основна частина експериментального обладнання для контролю потоків сільськогосподарських матеріалів. Результати вимірювань були опрацьовані за допомогою методів математичного та статистичного аналізу з використанням прикладних комп'ютерних програм. Продуктивність роботи зернового та колосового елеваторів комбайна КЗС-9-1 «Славутич» вимірювалась у польових умовах за умови допомогою датчиків намолоту та домолоту зерна при збиранні озимої пшениці прямим комбайнуванням за середньої врожайності 4,8 т/га, вологості зерна – 12...13%, соломистості – 1 : 1 та прямостоячому хлібостой. Обрана ділянка – смуга поля шириною 14 м та довжиною 1000 м, яка мала забур'янені зони та зріджені посіви, тобто реальні виробничі умови роботи комбайна. При зіставленні експериментальних поточкових характеристик продуктивності зернового та колосового елеваторів комбайна із загальновідомими параметрами якості технологічних регулювань молотарки було виявлено на початковому етапі вільне зерно в лінії домолоту. Водночас середня продуктивність транспортування зерна в лінії намолоту склала 3...4 кг/с, в лінії домолоту – 0,05...0,15 кг/с. Зміною технологічних регулювань молотарки досягнуто найменшого можливого потоку зернового вороху в лінії домолоту – 0,04...0,08 кг/с, що підвищило продуктивність транспортування зерна в бункер до 3,1...4,2 кг/с. Така корекція технологічного процесу дала змогу зменшити рівень втрат зерна (за індикатором серійної системи контролю на 7...15 % за зменшенням інтенсивності втрат), що особливо ефективно на засмічених бур'янами площах.

**Ключові слова:** зернозбиральний комбайн, втрати зерна, обмолот, елеватор, продуктивність, датчик намолоту зерна, датчик домолоту зерна, озима пшениця.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ ЛИНИЙ  
ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА КАЧЕСТВО ОБМОЛОТА ЗЕРНА****С. В. Яхин, А. А. Бурлака**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Целью исследования является разработка рекомендаций по уменьшению потерь зерна на основе анализа экспериментальных данных характеристик потоков при его транспортировке скребковыми элеваторами зерноуборочного комбайна. Первичные экспериментальные данные получены с помощью емкостно-волновых датчиков намолота зерна. Производительность работы зернового и колосового элеваторов комбайна КЗС-9-1 «Славутич» измерялась в реальных производственных условиях работы комбайна. Изменением технологических регулировок молотилки достигнуто наименьшего возможного потока зернового вороха в линии домолота – 0,04...0,08 кг/с, что повысило производительность транспортировки зерна в бункер до 3,1...4,2 кг/с. Такая коррекция технологического процесса позволила снизить уровень потерь зерна (по индикатору серийной системы контроля на 7...15 % по убыванию интенсивности потерь), что особенно эффективно на засоренных сорняками площадях.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, потери зерна, обмолот, элеватор, производительность, датчик намолота зерна, датчик домолота зерна, озимая пшеница.

## Introduction

The branch of crop production is the dominating component of food security of Ukraine, and Poltava region has a significant level of production, processing, and sales of grain and leguminous crops.

Critical indicators of grain production quality include environmental friendliness and energy-saving technologies. Elements of engineering innovations in crop production are also directed to reducing the harvesting losses.

Harvesting grain is the final step in the crop production process. The dominating element of the assembly complex of farm vehicles is the combine harvesters [1, 2, 3]. The thrashing of grain and leguminous crops is the last stage of that technology and therefore requires special attention. Unfortunately, nowadays, one can quite often observe situations when after the cleaning of early grain crops, the field plentifully turns green in the fall because of the loss of grain caused by the violation of production technologies. Therefore, the subject of the chosen direction of the research is relevant and has practical value.

There are several works of the famous Ukrainian and foreign scientists, devoted to theoretical and practical solutions, that can improve the use of combine harvesters by reducing the losses of grain and enhancing the quality of thrashing: L. V. Pohorilyi, V. A. Sakun, V. O. Sheychenko, O. M. Pohoril'tsiya, A. A. Demko, M. D. Zenko, M. K. Liny, V. I. Nedovesov, etc. In their works, the theoretical, technological, and experimental components of technical operations of thrashing the grain are thoroughly stated [6, 9, 10, 12, 13, 15, and 20].

Papers, devoted to finding the abstract patterns and development of scientific hypotheses of the studied subject, are [1, 6, 12, 13]. These scientific researches describe the modelling of technological processes of thrashing, separating, and passing grain streams to combines.

A number of publications are devoted to the technique, methodology, and processing the results of pilot studies on improvements in designs and increasing the productivity of combines on thrashing of various grain, leguminous and commercial crops [7, 9, 10, 15, 16, 20].

Assessment of the quality of modern combines on the thrashing of grain crops is a complex multi-criteria problem of current agricultural production. In that direction, thorough probes are stated in the works of famous scientists [14, 16, 17, and 18].

The author of several publications [4, 5, 7, 8, 10, and 19] considered another criterion for evaluating the technological level and the strategy of improving the design of grain-harvesting complexes. Those papers also provide improvement options for the technical support of grain thrashing operational technology, which includes the use of modern systems of automatic check and adjustment.

Besides, the adaptability of the current grain thrashing technologies of both Ukraine, comparing to the other countries, as well as the features of collecting non-grain parts, are described by the famous scientists V. A. Sheychenko, V. I. Nedovesov, V. A. Dubrovin, etc. [12, 13, 18, 19].

However, the majority of studies do not pay sufficient attention to the effects of climate change, which causes speedup in the variability of agro-technical conditions of cleaning the grain crops. The climate on the planet grows warm. The problem of insufficient moistening in crop production becomes more relevant.

The problems of the scientific direction devoted to questions of commodity assembly quality and grain seed combines are stated in several papers in the international editions [21–24, 26–28]. The results of such works focus on the interaction of working mechanisms of threshing-separating devices and grain mass. The techniques and methodologies of scientific experiments, devoted to the influence patterns of the thrashing system design data on such important indicators of quality as bunker grain contamination, crushing, compression and abrasive grain damages, deterioration in similarity, specific power parameters of assembly complex are described.

But the questions stated above require further improvement and more in-depth research. Thus, the subject of this branch of scientific research is relevant, and the increased demand in the operating conditions of combine harvesters, demand constant improvement, adaptation of their design to constantly changing agro-ecological conditions of the corresponding agricultural region.

*The purpose* of this scientific publication is to obtain data on quantity characteristics of grain stream that is transported by a scraper elevator of the combine harvester, using specific sensors. The analysis of the experimental research results may reveal the underlying cause of grain loss and provide a method to reduce them.

*The task of research:*

1. To propose a method of pilot studying and testing the performance of the grain transportation control units of the elevators of KZS-9-1 "Slavutych" combine harvester as an example.
2. Conduct pilot studies to define and compare the stream performance characteristics of a grain elevator

and a cereal elevator of the final threshing line of the combine harvester in cleaning the winter wheat on condition of grain loss minimization.

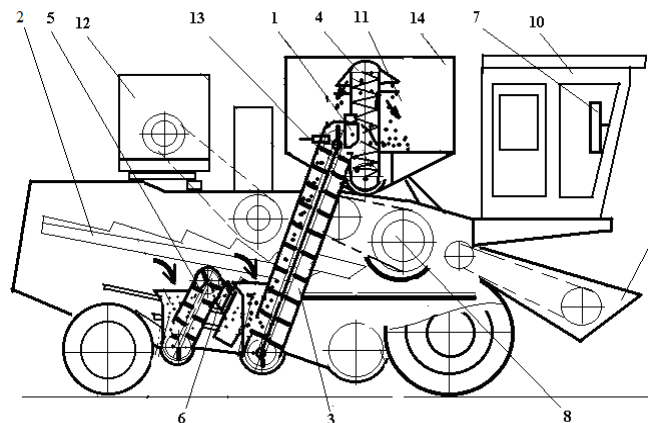
3. Prove the expediency of controlling the performance of grain and cereal elevators of the combine harvester in transporting grain as a new method of controlling the optimal operating parameters of the thresher and minimizing the harvest loss.

### Materials and methods of research

By applying the developed capacitive sensor to a threshed grain to obtain primary experimental data on the characteristics of the technological mode of transporting the grain by the grain elevator of KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester. The results of measurements are processed using the methods of the mathematical and statistical analysis and the specialized computer programs.

### Results of research and their discussion

For the majority of modern combine harvesters, scraper elevators (fig. 1, poses 3) are an integral part of the grain transport group, which are used to bring the grain up into the bunker. For transportation of non-threshed grain in the final threshing device, the inclined elevator is used instead (fig. 1, pos. 5).



**Fig. 1** The scheme of additional equipment of the KZS-9.1 “Slavutych” combine harvester for research of grain streams

1 – sensor to grain yield of kernels; 2 – straw shaker; 3 – grain elevator; 4 – the loading screw of bunker 5 – ear elevator; 6 – sensor of the final threshing of grain; 7 – on-board computer; 8 – thresher; 9 – inclined chamber; 10 – cabin; 11 – zone of unloading of grain in the bunker; 12 – motor power plant; 13 – the sensor of the turnovers control; 14 – grain bunker.

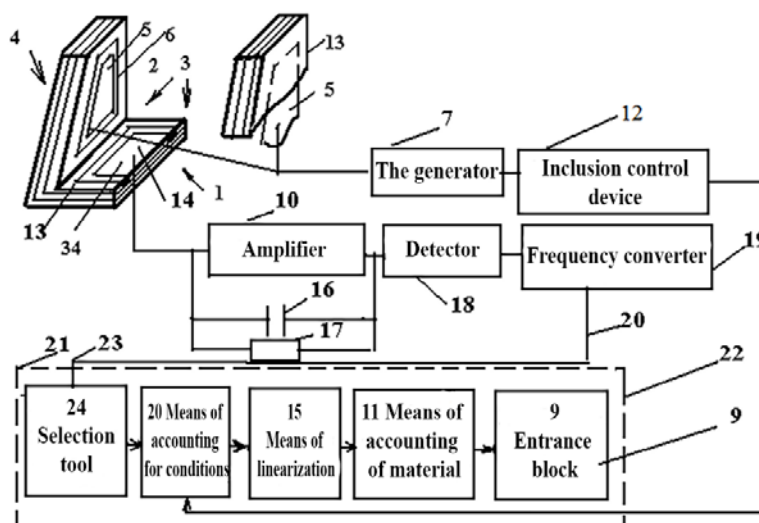
The KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester has been chosen as a base for carrying out pilot studies. To control the performance of its grain elevator, the combine has been specially equipped with the sensor of the threshing of DNZ-01 grain (fig. 1, pos. 1). For additional control of the elevator performance, the sensor of the final threshing of DDZ-01 grain has also been equipped by the ear elevator (fig. 1, pos. 6) with the special onboard computer (fig. 1, pos. 7).

Such technical solution has allowed us to measure the most precise characteristics of the grain stream in the control zone during the harvesting operation of the combine.

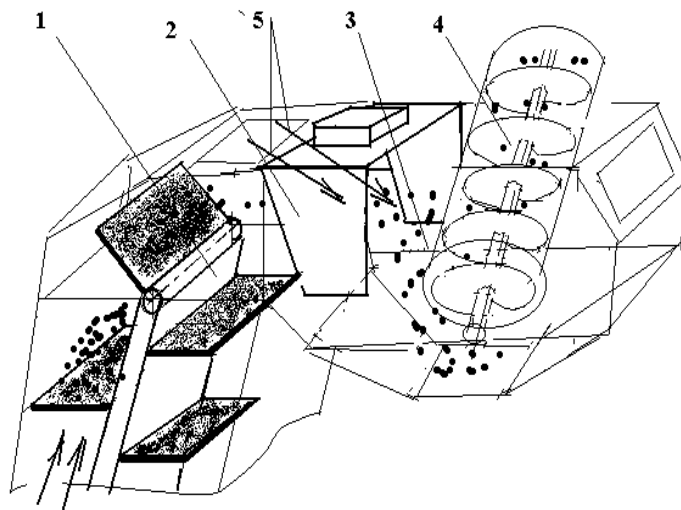
Sensors of grain threshing and the final threshing, according to the function chart, are operating equally (fig. 2) [5]. They differ in geometrical parameters that depend on the design of the combine’s grain transportation lines and are considered as the central part of the device for controlling the streams of agricultural materials [5]. The device consists of two capacitive sensors and a microcomputer for processing the output signal from sensors.

The high-frequency sensor (fig. 2) has three electrodes 14 (with the purpose of creating the zone of control), the generator of electromagnetic oscillations 7 has the first-mentioned electrode as an output, a control zone 13 shielding device, amplifier 10 connected to the network of the negative feedback coupling which has an input connected to the second electrode mentioned above. Detector 18 input is connected to the output of the amplifier 10 and also the output block of making the signals 9. Electrodes are constructed as the

open conducting surfaces isolated by dielectric layer pads, used to shield the zone of control on faces and from the side, opposite to the area of control [5].



**Fig. 2 The function chart of the device for controlling quantity characteristics of grain streams**  
 1 – sensor base; 2, 3 – the direction which forms control zone; 4 – side part of the sensor; 5 – electrode; 6 – the insulator; 7 – the generator; 8 – electronic block of the sensor; 9 – entrance block; 10 – amplifier; 11 – means of accounting of material; 12 – inclusion control device; 13 – screen; 14 – electrode; 15 – means of linearization; 16 – the condenser; 17 – the resistor; 18 – detector; 19 – frequency converter; 20 – means of accounting for conditions



**Fig. 3 Placement of the Sensor of grain kernels yield in the reloading cell of the KZS-9-1 "Slavutych" combine harvester**

1 – grain elevator; 2 – sensor to grain yield of kernels; 3 – reloading camera; 4 – the loading screw of bunker 5 – grain flow direction (elements of casings are conditionally shown transparent)

The benefits of installing the sensor of yielding the grain kernels in the reloading chamber formed at the exit of the upper part of grain elevator (fig. 3, pos. 2) and the similar scheme of installing the sensor of the grain final threshing, are that between lifting elevator and the loading screw of the bunker there are no transport devices or working bodies so that we can use sensors of high-frequency or capacitive type for measurements.

The choice of mechanical parameters of sensors of kernels yielding and the grain final threshing is proved

by the strength calculations of their bearing part and also the technological expediency of sensors production. Therefore, the accepted material to produce the body, the screen, and the electrodes is steel sheet, 2 mm thick.

The design of sensors of yielding the kernels of grain and the sensor of the final threshing of grain developed by us are presented in the form of design-layout schemes in fig. 4 and fig. 5 for use option in the KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester.

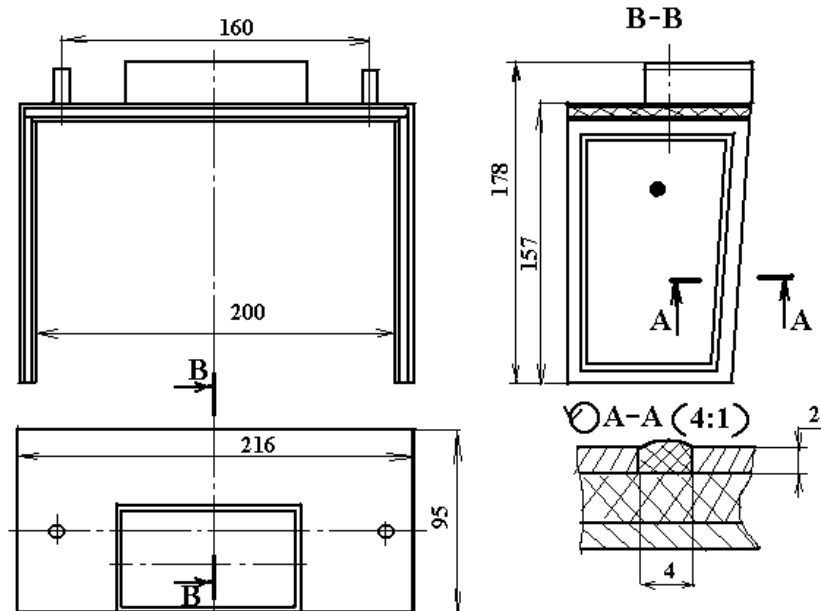


Fig. 4 Design-layout scheme DNZ-01

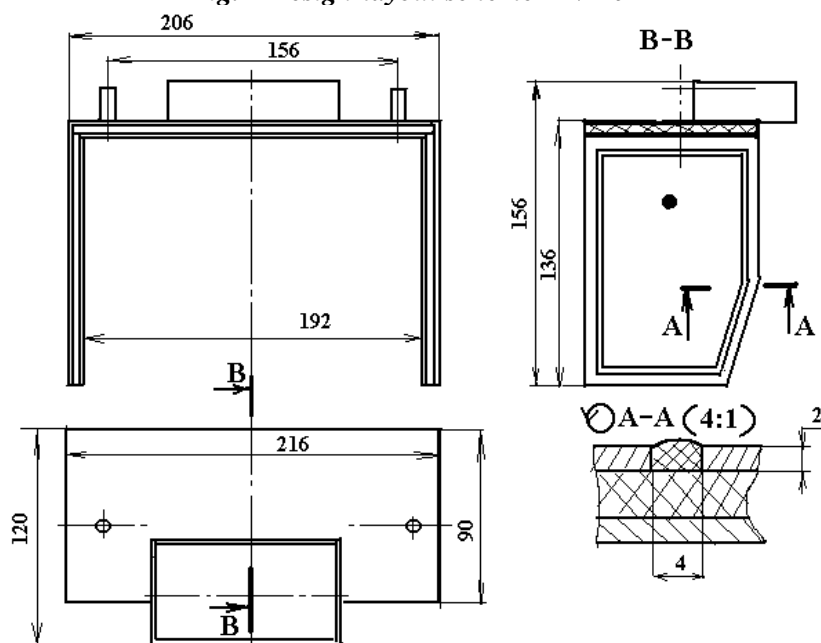


Fig. 5 Design-layout scheme of the DDZ-01 sensor

During the sensor designing process, a vital task of determining the geometrical parameters of the lateral section of chase under the isolating element was also solved (fig. 4, fig. 5). Based on the electrical requirements on the functioning of the isolating elements of the designed device, the lateral section of the chase sizes of 2×4 mm has been chosen. The general plane and configuration of electrode plates are designed to provide a more uniform electromagnetic field in the control zone.

To determine the calibration coefficients for recalculating the display of elevator performance in grain streams by the on-board computer, to control the intervals of time was the purpose of the first part of probes

on the described technique. Calibrating operations of the designed equipment, which transport technological processes features of grain streams in the combine are studied, were carried out as follows. The combine worked without moving across the field. At the same time, all working bodies, to reproduce the vibration influences, which always take place during the operation of machines of this type, have been put into action. The main thing in organizing these measurements is to create an artificial passage through the transport and grain group of the thresher of the consistent on performance and equal on intensity grain stream, for various crops collected by the combine.

When carrying out those researches, the performance of transporting the grain, contaminated with plants, has to be controlled by the elevator or known in advance. This condition has been satisfied directly at the first weight measurement of grain stream at the exit from the loading screw of the combine bunker (fig. 3, pos. 4), while for the final threshing elevator - after preliminary calibrating of the gates, which has been mounted on the loading container in the sensor zone (fig. 3, pos. 6). The application of such decision has allowed to change grain expenses on time range from zero to the nominal loading time of the elevator with a performance of 5 kg/s, which is necessary for calibration operations.

The nominal operating mode of the thresher was also artificially set using the additional equipment to avoid the influence on the reflection of a grain stream variation of the transportation speed when carrying out calibration operations.

With such working conditions, an unevenness of material intake, that arises from the existence of a real unevenness of loading extent of the thresher of the combine harvester during its work has also been excluded. Carrying out the experiments in such conditions has allowed us to receive an exact calibration of the measuring equipment and to study the factors affecting the nature of reflection of grain stream in a zone of control of the sensors of kernels yielding and the final threshing in detail.

After carrying out operations of calibrating, the performance of work of grain and ear elevator of the KZS-9-1 "Slavutych" combine was studied using the sensors of kernels yielding and the final threshing of grain in the field conditions. Harvesting winter wheat was carried out by direct combining at an average yield of 4.8 t/ha at moistness of grain – 12...13 %, straw content – 1 : 1 and upright stand of grain. The site of the size of a field strip, 14 m wide and 1000 m long, and with contaminated zones and the liquefied crops that corresponds to real operating conditions of the combine has been chosen.

The degree of grain contamination changed at the expense of the directed variation of thresher technological regulation. To obtain grain mass of the highest possible purity the following adjusting parameters have been set: an increased threshing drum momentum for the gathered crops; the gap between the threshing drum and the combine concave is nominal; the speed of the cleaning fan airflow is increased; gaps between combs of upper sieve and the extender of the upper sieve are nominal; gaps between combs of the lower sieve are reduced. It should be noted that to prepare the experimental combine harvester for cleaning, the additional sieves have been installed. As a result, the quality of separation has improved due to the eliminated influence of unevenness of the extent of the openings of the sieve that arises in the course of their operating. And in need of an increase in contamination of grain stream, the respective changes in technological adjustments of the thresher were applied: a momentum of threshing drum is increased, the nominal gap between the drum and the combine concave is set, gaps size on cleaning sieves is increased, the intensity of airflow of the cleaning fan is reduced. Change of losses of grain when performing a series of these experiments was not taken into consideration.

Measures to eliminate grain bunker contamination were carried out by well-known methods by means of weighing and comparison of control samples. Range of variation of contamination has been determined according to agro-technical requirements to the degree of purity of bunker grain within range from 1 to 4 percent. Certain difficulties arose when studying the influence of moistness on the reflection of the grain stream. Therefore, moistness of grain has been limited to agro-technical requirements (not more than 14 %), and its influence was studied with various collecting's the same culture and was considered further by the correction factor. The time of one measurement is set by 3 pages. Results of primary performance measurements are presented in the form of stream characteristics (fig. 6 and fig. 7).

The results of pilot studies show, that by comparing the stream characteristics of the performance of a grain elevator (fig. 6) and ear elevator (fig. 7) of the final threshing line of the combine on field tests with the general methods of quality control of technological adjustments of the thresher free grain has been found at the initial stage in the line of the final threshing. At the same time the average performance of transporting the grain in the line of kernels yielding was 3...4 kg/s, and in the line of the final threshing - 0.05...0.15 kg/s.

Change of technological adjustments of the thresher have reached the smallest possible stream of the line of the final threshing – 0.04...0.08 kg/s (fig. 9) that has increased the performance of transportation of grain in the bunker to 3.1...4.2 kg/s (fig. 8).

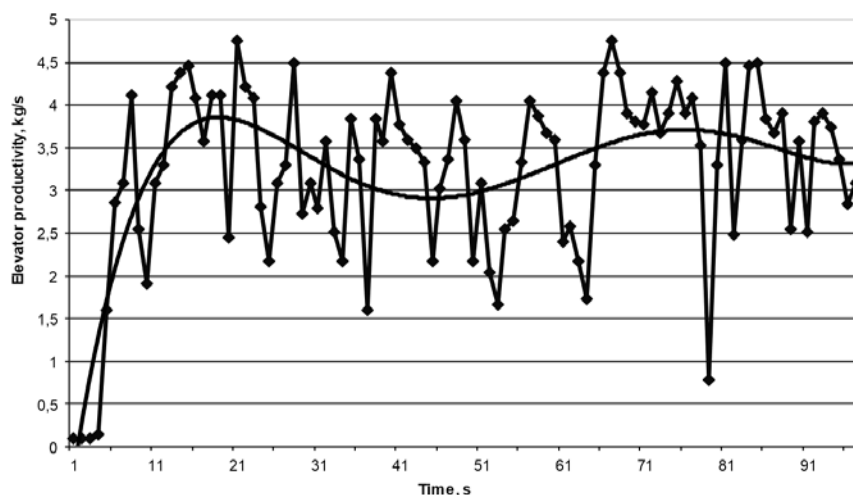


Fig. 6 Graph of productivity change at the outlet of the scraper grain elevator before adjustment

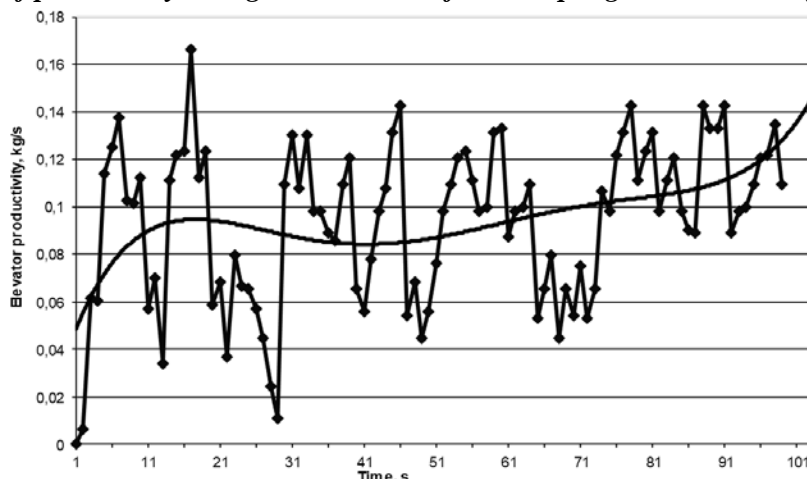


Fig. 7 Graph of changing productivity of the final threshing line, at the exit from the scraper elevator before adjustment

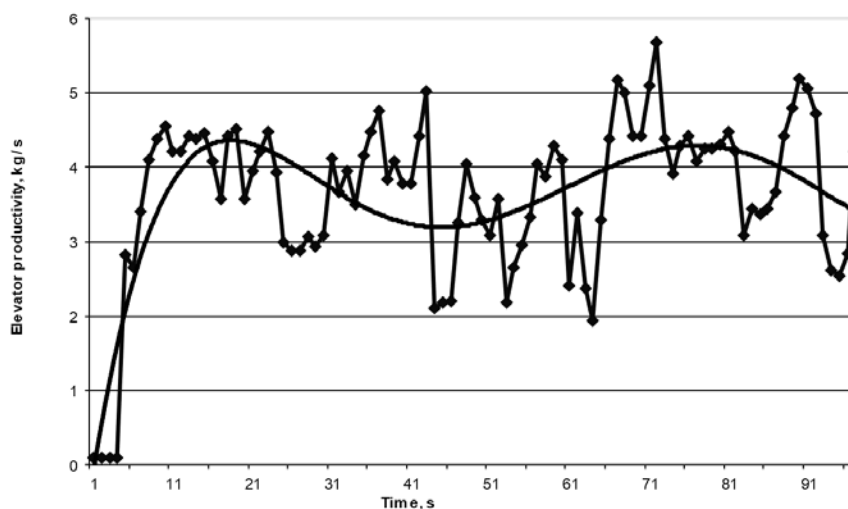
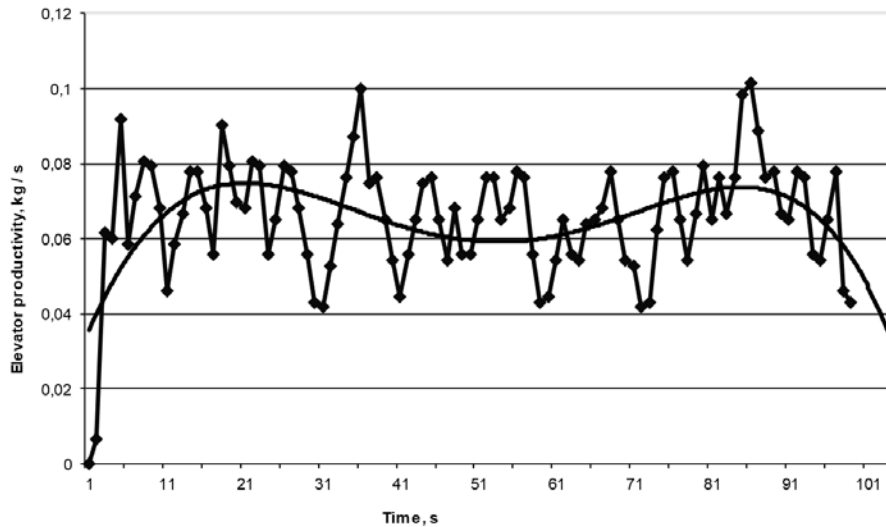


Fig. 8 Graph of productivity change at the outlet of the scraper grain elevator after adjustments



**Fig. 9 Graph of changing the productivity of the final threshing line, at the exit from the scraper elevator after adjustments**

Such correction of the technological process has allowed to reduce the loss rate of grain (according to the indicator of the serial control system on 7...15 % by reducing the intensity of losses) that is especially effective for the areas which are contaminated with weeds.

The deviation from standard operating of the measuring equipment has been recorded when clogging the sensors zone of control by the technological remains of crops or the earth as well. This phenomenon was especially noticeable under the conditions of cleaning. The influence of those negative factors has been calculated by the additional on-board computer as a significant change in the initial condition of calculations for the transportation of grain. The revealed defects have been eliminated due to the reduction of local resistance from the experimental sample of the grain kernels yielding sensor and also the correction of technological adjustments of the thresher for the purpose of reducing the contamination of grain stream. The analysis of the phenomenon described above have been considered for further improvement to the kernels yielding sensor for the KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester and creation of the general operational program of automatic check and control of the loading of grain-harvesting machines.

### Conclusions

1. By the results of the pilot studies the following results are obtained: by comparing the stream performance of grain elevator to the grains elevator of the final threshing line of the combine in cleaning the winter wheat with the general methods of quality control of the thresher technological adjustments, free grain has been found at the initial stage of the final threshing line. At the same time, the average performance of grain transportation to the kernel yielding line was 3...4 kg/s, and for the line of the final threshing – 0.05...0.15 kg/s.

2. By adjusting the thresher, we achieved a speed of the stream in the final threshing line of 0.04...0.08 kg/s for the KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester, which has also increased the performance in transporting the grain into the bunker to 3.1...4.2 kg/s). Such correction of technological process has allowed us to reduce the loss rate of grain (on the indicator of serial control system BK-01 by a 7 to 15 % decrease of losses intensity) that is especially effective on the areas, which are contaminated with weeds.

3. The analysis of the performance curves of the grain stream created by the scraper elevators of the combine in yielding the kernels and the final threshing of grain, given in our probes, demonstrates that the designed equipment is capable of controlling and reproducing the quantity characteristics of streams, namely – the grain transportation performance of the scraper elevators of the combine. There is possible determination of parameters of technological process of grain thrashing for the combine, such as the time of loading the thresher to the nominal mode of thrashing, features of transition processes; general unevenness of a grain stream; reduction in the rate of transportation, clogging of the reloading chamber in the control zone; definition of the beginning of emergency operation.

4. The deviation from standard duties of the measuring equipment operation has been recorded when

clogging the sensors zone of control by the technological remains of crops or the earth. Such phenomenon was especially observed under the cleaning conditions. Influence of such negative factor has been calculated by the additional on-board computer as a significant change in the initial conditions of transporting the grain. The revealed defects have been eliminated due to the reduction in local resistance from the experimental sample of the kernels-yielding sensor and corrections of operating parameters of the thresher for the purpose of lowering the contamination of grain stream. The analysis of the phenomenon described above has been considered for further improvement of the kernels yielding sensor the for the KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester and developing the general operational program of automatic check and control of loading of grain-harvesting machines.

5. The equipment of scraper elevators of the KZS-9-1 “Slavutych” combine harvester with the sensors of kernels yielding, the final threshing of grain and the additional on-board computer, allows us to investigate operating modes of transportation lines by displaying the quantity characteristics of grain streams. At the same time, it is possible to study technological features of grain transportation and the impact of those changes on the operational process of the combine and to improve the quality of the thresher operations by reducing the losses of grain.

*Prospects of further probes.* Based on this research, it turns out, that such technological solutions can be reasonable to be used on such combine harvesters produced in Ukraine as “Slavutych” and “Skif” for further improving of their operational modes and the design of thresher-separating system.

### References

1. Burlaka, O. A., & Yahin, S. V. (2018). Pidvishennya efektyvnosti roboti skrebkovih elevatoriv z vidcentrovim tipom rozvantazhennya. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, (4), 195–200. doi: 10.31210/visnyk2018.04.31. [In Ukrainian].
2. Burlaka, O. A., Yahin, S. V., & Dudnik, V. V. (2019). Eksperimentalni doslidzhennya procesu transportuvannya zerna elevatorom zernozbiralnogo kombajnu. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, (1), 232–240. doi:10.31210/visnyk2019.01.28. [In Ukrainian].
3. Burlaka, O. A., Yahin, S. V., & Drozhchana, O. U. (2019). Doslidzhennya vplyvu solomistosti ta stupenya zavantazhennya molotarki zernozbiralnih kombajniv ACROS-530 ta «JD-9500» na yakist obmолотu zerna ozimoyi pshenici. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, (2), 293–303. doi: 10.31210/visnyk2019.02.38. [In Ukrainian].
4. Derevyanko, D. A. (2014) Vplyv nadohdzhennya hlibnoyi masi v molotilnij aparat pid chas obmолochuvannya na travmuvannya nasinnya. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 8, 53–56 [In Ukrainian].
5. Kirkhberher, F., Sakalo, M. H., & Sakalo, L. H. (1994). *Patent Ukrainy № 1389*. Kyiv:Ukrayinskij institut intelektualnoyi vlasnosti [In Ukrainian].
6. Zenko, M. D., & Nyedovysov, V. I. (2013) Analitichne modelyuvannya vtrat zerna za molotarkoyu v zalezhnosti vid umov roboti zernozbiralnogo kombajna. *Mehanizaciya i Elektrifikaciya Silskogo Gospodarstva*, 97 (1), 483–488 [In Ukrainian].
7. Kravchuk, V., & Zanko, M. (2013) Doslidzhennya vtrat zerna za molotarkoyu zernozbiralnogo kombajna. *Tehnika i Tehnologiyi APK*, 5, 8–12 [In Ukrainian]
8. Kushnaryov, A. Kravchuk, V., & Lezhenkin A. (2010) Problemy sovershenstvovaniya tehnologii uborki zernovyh. *Tehnika i Tehnologiyi APK*, 2, 6–12 [In Russian].
9. Linnik, M. K., Sirenko, V. F., & Zhabko, A. I. (2013) Eksperimentalni doslidzhennya vtrat nasinnya ripaku pri zbiranni zernozbiralnimi kombajnami pryamim kombajnuvannyam posiviv. *Silskogospodarski Mashini*, 24, 201–209 [In Ukrainian].
10. Samigullin, D. K., Hafizov, R. N., Tuhvatullin, A. A., & Hafizov, K. A. (2012) Metodika i rezultaty eksperimentalnyh issledovaniy poter zerna na uborke. *Hranenie i Pererabotka Zerna*, 2, 17–20 [In Russian].
11. Samigullin, D. K., Hafizov, R. N., Tuhvatullin, A. A., & Hafizov, K. A. (2012) Metodika i rezultaty eksperimentalnyh issledovaniy poter zerna pri uborke. *Hranenie i Pererabotka Zerna*, 2, 17–20 [In Russian].
12. Nyedovysov, V. I., & Zanko, M. D. (2012) Grafichne i matematichne modelyuvannya pokaznika «Ob'yem bunkera zernozbiralnogo kombajna». *Mehanizaciya i Elektrifikaciya Silskogo Gospodarstva*, 96, 240–246 [In Ukrainian].
13. Sheychenko, V. O., Anelyak, M. M., & Tolstushko, M. M. (2013) Obgruntuvannya se paruyuchoyi poverhni reshit zernozbiralnih kombajniv. *Silskogospodarski mashini*, 26, 151–156 [In Ukrainian].
14. Rozhanskij, O., Harenko, M., Kremsal, V., & Lisak, O. (2010) Ocinka yakosti roboti zernozbiralnih

kombajniv u gospodarstvah Ukrayini. *Tehnika i Tehnologiyi APK*, 5, 28–31 [In Ukrainian].

15. Pogorilij, L., Ivasyuk, V., & Solomaha, O. (2002) Do praktichnoyi realizaciyi monitoringu gruntiv u sistemi tochnogo zemlerobstva. *Tehnika i Tehnologiyi APK*, 10-11, 8–9 [In Ukrainian].

16. Smolinskij, S. V. (2016) Metodologichni principy ocinki effektivnosti roboti zernozbiralnih kombajniv. *Visnik Harkivskogo Nacionalnogo Tehnichnogo Universitetu Silskogo Gospodarstva imeni Petra Vasilenka*, 170, 134–137 [In Russian].

17. Smolinskij, S. V., & Mironenko, V. G. (2012) Robochij proces zernozbiralnogo kombajna yak ob'ekt adaptaciyi. *Zbirnik Naukovih Prac Vinnickogo Nacionalnogo Agrarnogo Universitetu*, 11 (2), 265–269 [In Ukrainian].

18. Dubrovin, V. O., Demko, A. A., Nadtochij, O. V., & Demko, O. A. (2012) Tehniko-ekonomichna ocinka rivnya suchasnih zernozbiralnih kombajniv. *Naukovij Visnik Nacionalnogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannya Ukrayini*, 170 (1), 51–60 [In Ukrainian].

19. Sheychenko, V., Anelyak, M., & Kuzmich, A. (2016) Gnuchke zbirannya. *The Ukrainian Farmer*, 11, 122–124 [In Ukrainian].

20. Sheychenko, V., Anelyak, M., & Kuzmich, A. (2016) Vyzov prinyat! Kak umenshit sebestoimost uborki zernovyh kultur sovremennymi kombajnami. *Zerno*, 4, 114–116 [In Russian].

21. Choi, M.-C., Lee, K.-H., Jang, B.-E., Kim, Y.-J., & Chung, S.-O. (2018). Grain flow rate sensing for a 55 kW full-feed type multi-purpose combine. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11 (5), 206–210. doi: 10.25165/j.ijabe.20181105.2686.

22. Douglas E. Fiscus, & George H. Foster and Henry H. Kaufmami. (1971). Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE*, 14 (3), 0480–0485. doi: 10.13031/2013.38319.

23. ISTA Documents, (2011). International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association. Bassersdorf/Switzerland.

24. Menezes, P. C. de, Silva, R. P. da, Carneiro, F. M., Giro, L. A. da S., Oliveira, M. F. de, & Voltarelli, M. A. (2018). Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22 (10), 732–738. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738.

25. Shahbazi, F., Valizadeh, S., & Dowlatshah, A., (2012), Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14 (4), 150–155.

26. Sheychenko, V. O., Kuzmych, A. Ya., Shevchuk, M. V., Shevchuk, V. V., & Belovod, O. I. (2019) Research of quality indicators of wheat seeds separated by prethreshing device. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 57 (1), 157–164.

27. Shpokas, L., Adamchuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovicky, L., (2016), The experimental research of combine harvesters. *Research in Agricultural Engineering*, 62, 106–112.

28. Zielinski, A., & Mos, M., (2009). Effects of seed moisture and the rotary speed of a drum on the germination and vigour of naked and husked oat cultivars. *Cereal Research Communications*, 37 (2), 277–286.

Стаття надійшла до редакції 25.07.2020 р.

#### Бібліографічний опис для цитування:

Яхін С. В., Бурлака О. А. Дослідження впливу режимів роботи транспортних ліній зернозбирального комбайна на якість обмолоту зерна. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 269–279.

© Яхін Сергій Валерійович, Бурлака Олексій Анатолійович, 2020


original article | [621.35+66.02]502/504 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.32

## SAFE RECYCLING OF SPENT MANGANESE DIOXIDE-ZINC VOLTAIC CELLS


V. P. Dmitrikov<sup>1\*</sup>

ORCID  [0000-0001-5016-6891](https://orcid.org/0000-0001-5016-6891)


O. O. Gorb<sup>1</sup>

ORCID  [0000-0002-3141-8114](https://orcid.org/0000-0002-3141-8114)

S. I. Boiko<sup>1</sup>

ORCID  [0000-0001-6871-7671](https://orcid.org/0000-0001-6871-7671)

V. N. Yermakov<sup>2</sup>

ORCID  [0000-0003-4548-235X](https://orcid.org/0000-0003-4548-235X)

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

<sup>2</sup> State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, 35-2, Metropolit Vasyl Lypkivskiy str., Kyiv, 03035, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: [vpdmitrikov@gmail.com](mailto:vpdmitrikov@gmail.com)

### How to Cite

Dmitrikov, V. P., Gorb, O. O., Boiko, S. I., & Yermakov, V. N. (2020). Safe recycling of spent manganese dioxide-zinc voltaic cells. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 280–286. doi: 10.31210/visnyk2020.03.32

*Ecological aspects, connected with run-down manganese dioxide-zinc voltaic cells and their impact on the environment, are considered. General scheme of methodological approach to recycling galvanic cells scraps is proposed, including the using of information technologies with the substantiation of choosing the recycling method and analytical techniques, converting process, selecting the utilization method of the components and their subsequent selling. Non-waste scheme of technological recycling manganese dioxide-zinc voltaic cells' scraps has been developed, which successively includes their hydro-mechanical and hydro-chemical recycling following the principles of saving resources and energy. During stage-by-stage recycling of manganese dioxide-zinc voltaic cells' scraps, well-known technological methods and available hardware are applied, which are used in chemical technology and operating on the basis of hydro-mechanical and hydro-chemical processes. At all stages of recycling scraps of manganese dioxide-zinc voltaic elements, techno-chemical control is conducted together with processing the obtained data using software. As a result of recycling manganese dioxide-zinc voltaic cells' scraps according to the proposed technological scheme, graphite, ammonium chloride zincate, zinc complex, and manganese dioxide are obtained. Safe utilization of manganese dioxide-zinc voltaic elements' scraps according to the developed hardware and technological scheme assumes the returning of metallic and soft parts to production and consumption spheres. The proposed scheme is non-waste, environmentally safe, following ecological standards for the natural environment of the region. The scheme's development is an important stage for industrial object design.*

**Key words:** accumulator scraps, hardware and technological scheme, safe disposal, hydro-mechanical processes, hydro-chemical processes, manganese dioxide-zinc voltaic cells, products of recycling.

**БЕЗПЕЧНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАРГАНЕЦЬ-ЦИНКОВИХ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ****В. П. Дмитриков<sup>1</sup>, О. О. Горб<sup>1</sup>, С. І. Бойко<sup>1</sup>, В. М. Єрмаков<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна<sup>2</sup> Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, Україна

*Розглянуто екологічні аспекти, пов'язані з відпрацьованими марганець-цинковими гальванічними елементами, їхнім впливом на навколишнє природне середовище. Запропоновано загальну схему методологічного підходу до переробки брухту гальванічних елементів, що включає використання інформаційних технологій з обґрунтуванням вибору методу переробки і методик аналізів, процесу переробки, вибору методу утилізації компонентів і подальшої їхньої реалізації. Розроблено безвідходну схему технологічної переробки брухту марганцево-цинкових гальванічних елементів, яка послідовно включає їх гідромеханічну і гідрохімічну переробку з дотриманням принципів економії ресурсів і енергії. У процесі поетапної переробки брухту марганцево-цинкових гальванічних елементів застосовують відомі технологічні прийоми і доступне апаратне оформлення, що використовується в хімічній технології і працює на основі гідромеханічних і гідрохімічних процесів. На всіх стадіях переробки брухту марганцево-цинкових гальванічних елементів використовують технохімічний контроль з обробкою отриманих даних за допомогою програмного забезпечення. В результаті переробки брухту марганцево-цинкових гальванічних елементів за запропонованою технологічною схемою отримують графіт, хлорцинкат амонію, комплекс цинку, діоксид марганцю. Безпечна утилізація брухту марганець-цинкових гальванічних елементів за розробленою апаратно-технологічною схемою припускає повернення до сфери виробництва і споживання металевих і неметалевих компонентів. Пропонована схема є безвідходною, екологічно безпечною, з дотриманням екологічних норм для навколишнього природного середовища регіону, її розробка є важливим етапом для проектування промислового об'єкта.*

**Ключові слова:** акумуляторний лом, апаратно-технологічна схема, безпечна утилізація, гідромеханічні процеси, гідрохімічні процеси, марганець-цинкові гальванічні елементи, продукти переробки.

**БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАРГАНЕЦ-ЦИНКОВЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ****В. П. Дмитриков<sup>1</sup>, О. А. Горб<sup>1</sup>, С. И. Бойко<sup>1</sup>, В. Н. Ермаков<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина<sup>2</sup> Государственная экологическая академия последипломного образования и управления, г. Киев, Украина

*Рассмотрены экологические аспекты, связанные с отработанными марганец-цинковыми гальваническими элементами, их влиянием на окружающую природную среду. Предложена общая схема методологического подхода к переработке лома гальванических элементов, включающая использование информационных технологий с обоснованием выбора метода переработки и методик анализов, процесса переработки, выбора метода утилизации компонентов и последующей их реализации. Разработана безотходная схема технологической переработки лома марганцево-цинковых гальванических элементов, которая последовательно включает их гидромеханическую и гидрохимическую переработку с соблюдением принципов экономии ресурсов и энергии. В процессе поэтапной переработки лома марганцево-цинковых гальванических элементов применяют известные технологические приемы и доступное аппаратное оформление, используемое в химической технологии и работающее на основе гидромеханических и гидрохимических процессов. На всех стадиях переработки лома марганцево-цинковых гальванических элементов используют технохимический контроль с обработкой полученных данных при помощи программного обеспечения. В результате переработки лома марганцево-цинковых гальванических элементов по предложенной технологической схеме получают графит, хлорцинкат аммония, комплекс цинка, диоксид марганца. Безопасная утилизация лома марганец-цинковых гальванических элементов по разработанной апаратно-технологической схеме предполагает возвращение в сферу производства и потребления металлических и неметаллических ком-*

понентов. Предлагаемая схема является безотходной, экологически безопасной, с соблюдением экологических норм для окружающей природной среды региона, ее разработка является важным этапом для проектирования промышленного объекта.

**Ключевые слова:** аккумуляторный лом, аппаратно-технологическая схема, безопасная утилизация, гидромеханические процессы, гидрохимические процессы, марганец-цинковые гальванические элементы, продукты переработки

### **Introduction**

Global systems of manufacturing and consuming technical products significantly affect the natural environment and public health. The development of electronic and computer equipment, mobile devices and vehicles is accompanied by a huge number of run-down one-use and reusable electrochemical cells, mostly batteries and compact accumulators' scraps (BAS), which are not used subsequently.

Under the absence of separate collection, BAS get into the environment in different ways, they are found in solid municipal wastes, unauthorized landfills, and confiscated products [1, 7]. The concentration of BAS components in soils and wastewaters of industrial, and in some cases, non-industrial regions often exceeds ecological standards and requirements, posing a threat to public health [3, 5]. At the same time, such pollutions are anthropogenic deposits, the development of which using modern approaches is promising from both economic and environmental points of view [21].

There are many ways of using products and wastes of BAS recycling to improve crop germination and growth, increase yields, as well as improve their resistance to diseases. Under ecological expediency of using the products of full or partial BAS recycling, the cost of such fertilizers is relatively small [22, 23]. In industrially developed countries, BAS burning and burying are prohibited; they must be recycled. Many patented ways of BAS recycling are industrially implemented, which makes it possible to do without the development of natural raw materials due to BAS utilization [6, 12]. The European Battery Recycling Association (EBRA), Nokia, Samsung, Apple, Motorola, Siemens, Philips, LG companies and others are actively working in this direction.

The set of methods used for BAS recycling is quite wide and includes mechanical (primary recycling), metallurgical, electrochemical and reagent methods, as well as the methods of biotechnological separation and / or disposal [8-11, 14, 15, 20]. In developed countries, BAS, recycled products, and in some cases waste, are market products, to which it is expedient to apply laws of marketing. When choosing and / or creating technological scheme for effective BAS recycling, both traditional approaches and innovations are applied, using typical processes and hardware in the technological scheme [16].

The analysis of literature sources shows an increased interest in complex recycling of used manganese dioxide-zinc voltaic cells (MDZVC), which, as it is known, cannot be recovered [4, 13, 17]. The components of MDZVC are steel, metallic zinc, manganese oxides, potassium hydroxide, zinc chloride, and zinc oxide.

Despite a small weight, the total amount of spent MDZVC makes many thousands of tons, which is a real threat to the natural environment. Based on this, the development of hardware-technological scheme for recycling MDZVC scraps is an urgent and specific task.

At present, MDZVC scraps are considered to be secondary raw materials, which it is expedient to include in new life cycle of technical products, using modern methods of recycling, or apply for other purposes [18, 19].

*The aim and task* of the research are to develop hardware-technological scheme for safe utilization of manganese dioxide-zinc voltaic cells' scraps.

### **Materials and methods**

The development of the most acceptable hardware and technological scheme for safe disposal of electrochemical cells' scraps is an important stage in designing industrial facility: the final practical result of the project as a whole is determined by completeness and rationality of such scheme [2].

In any case, while substantiating the choice of BAS recycling method, IT are used taking into account market indicators of selling recycled products and mathematical and physical modeling of technological processes, especially their weak points.

### **Results of research and their discussion**

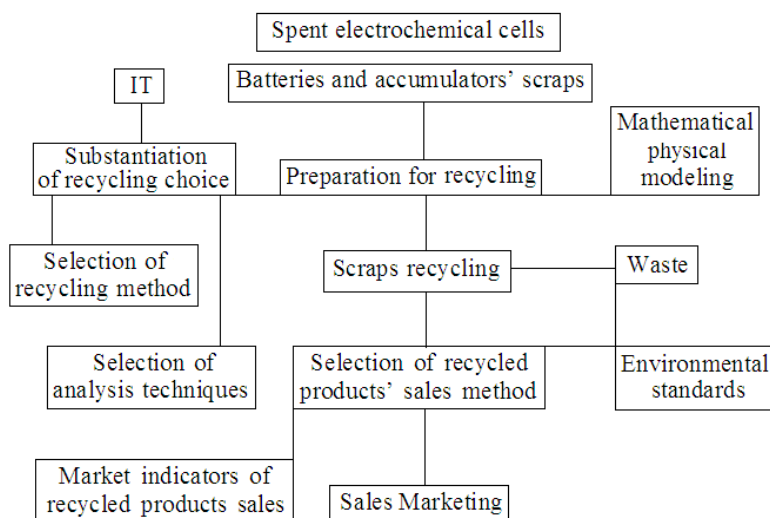
The general scheme of ecological and economic approach to BAS recycling is presented in Fig. 1.

It is also expedient to use such approach for recycling used MDZVC.

---

In the process of developing hardware and technological scheme for recycling MDZVC scraps, the results of previous studies published earlier were used [3].

The sequence of work on MDZVC scraps utilization by stages and operations is shown and described below.



**Fig. 1. Scheme of ecological and economic approach to BAS recycling**

Auxiliary work (preparation of desalinated water, alkali solutions, delivery of raw materials, storage of products, etc.) are singled out in independent stages, as well as means of the processes' control and management, and they are not shown on the given conventional hardware and technological scheme of MDZVC scraps recycling.

At the stage of preparation for recycling, the spent MDZVC are sorted and separated from paper, plastic, and other undesirable components in the technological process of recycling. The sorting according to certain criteria and parameters is quite time consuming and is connected with involvement of manual labor. In some cases, soft parts after pressing are disposed by methods used for solid waste.

MDZVC scraps are recycled first by hydro-mechanical method of separating steel component and graphite, then by hydro-chemical method, separating other components. After pre-sorting, MDZVC are sent for recycling (Fig. 2), the first stage of which is their breaking to obtain fine dispersion.

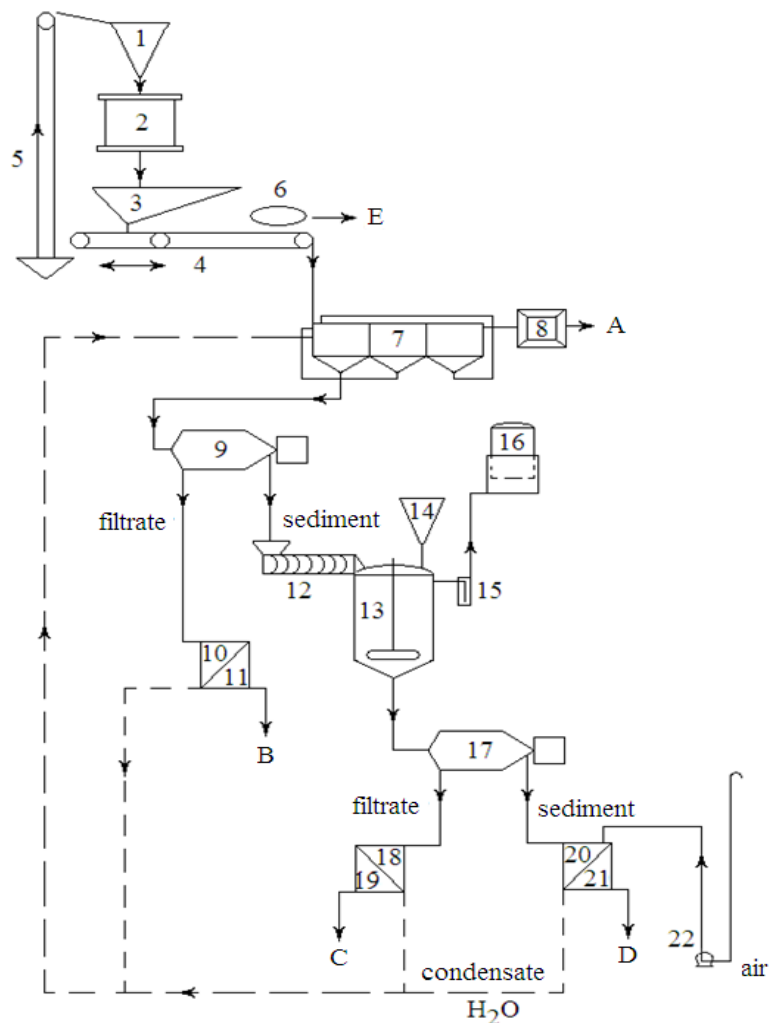
Next, the MDZVC from hopper 1 enters crusher 2, where they are broken up, then powder-like substance is dispersed on screen drum 3 (if necessary, classifier is used).

Conveyor 4 consists of 2 parts that operate in different directions. The material, which has not passed screen drum 3, is directed to outlet hopper 1 by elevator 5 for repeated crushing. The sieved material is treated with magnetic separator 6, which selects steel components of MDZVC (product D), and the non-magnetic substance, after taking away plastic and paper waste, is taken to flotation unit 7.

Powdered material is subjected to pneumatic-mechanical flotation in aqueous medium on flotation installations of various types, while choosing which the effect of salt medium on flotation process is taken into account. Graphite separation from salt-water heterogeneous system takes place, which is further used for hydro-chemical recycling. After flotation, graphite is pre-centrifuged it is taken into dryer 8, obtaining dry substance A.

After flotation, the so-called "tails" are sent to decanter 9, in which they are divided into filtrate and sediment.

The filtrate gets into evaporator 10 and dryer 11, and ammonium chloride zincate (product B) is taken to the warehouse. The sediment from decanter 9 by screw conveyor 12 is fed into reactor 13, equipped with mechanical mixer, and alkali (KOH) in stoichiometric amount from measuring vessel 14 enters reactor 13. Sediment incomplete dissolution takes place in reactor 13, and under the action of alkali on zinc, hydrogen is released, which gets into gas collector 16 through hydro-lock 15.



**Fig. 2. Hardware-technological scheme of recycling spent MDZVC:**

1-hopper, 2-crusher, 3-screen drum, 4-conveyor, 5-noria, 6-magnetic separator, 7-flotation unit, 8, 11, 19, 20-dryers, 9, 17-decanter, 10, 18- boil-off devices, 12-screw conveyor, 13-reactor, 14-measuring vessel, 15-hydro-lock, 16-gas collector, 21-furnace, 22-blower

The setting of manganese compounds and solution of zinc complex from reactor 13 is fed into decanter 17, where sediment detachment from the solution occurs. The filtrate enters boil-off device 18, the wet product – in dryer 19 and then is taken to the warehouse (product B).

The setting of manganese compounds gets into dryer 20, through which air is blown from blower 22. Complete oxidation of manganese hydroxide form in manganese dioxide (product D) occurs, which is taken to warehouse after additional heat treatment in furnace 21.

Thus, as a result of recycling spent MDZVC according to the given hardware-technological scheme, technical products are obtained: A - graphite, B - ammonium chlorine zincate, C – zinc complex, D – manganese dioxide, E – steel constituent element.

The developed hardware-technological scheme of MDZVC scraps recycling, supplemented by innovative methods of recycling similar technical products, is recommended by the authors for industrial use.

### Conclusions

Ecological aspects of scraps recycling of electrochemical cells, applying recycling principles for safe disposal of their metallic and non-metallic parts were considered. The technological scheme of safe utilization of manganese dioxide-zinc voltaic cell scraps has been proposed, which under innovative approach enables to include their separate components in a new life cycle of technical production; at the same time, it is energy-saving, resource-saving, and non-waste. Graphite is used to obtain other voltaic cells, graphite lubricants, electrodes, and contacts. Potassium zin-

cate is used for electrochemical zinc extraction, and alkaline solution is reused in the technological scheme. It is expedient to use ammonium chloride zincate for crop growth and development, and manganese dioxide – as a component of batch mixture at ferromanganese production as a depolarizing element in dry cells, a component of mineral pigments. The creation and correction of the hardware-technological scheme of recycling MDZVC scraps taking into account the principles of safe utilization are possible also by means of CADE, Concept Draw Pro, Diagram Designer, and other computer programs.

### References

1. Vinogradov, S. S. (2002). *Ekologicheski bezopasnoye gal'vanicheskoye proizvodstvo*. Moskva: Globus [In Russian].
2. Dmitrikov, V., Dudnikov, I., & Musienko, K. (2019). Recycling of waste lead-tin batteries. Report 2. Hardware-technological scheme. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, 6, 49–53. doi: 10.30929/1995-0519.2019.6.49-53
3. Protsenko, A. V., Dmitrikov, V. P., Gun'ko, S. A., & Yegun'ko, V. V. (2011). O soblyudenii ekologicheskikh standartov pri utilizatsii shlamov otrabotannykh marganets-tsinkovykh gal'vanicheskikh elementov. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2 (36), 218–223 [In Ukrainian].
4. Sverdel, Ye. S., Mikhaylichenko, A. I., & Yagodin, G. A. (2007). Kompleksnaya pererabotka sukhikh gal'vanicheskikh elementov. *Uspekhi v Khimii i Khimicheskoy Tekhnologii*, 9 (77), 13–16 [In Russian].
5. Tarasova, V.V., Malinovskiy A.S., & Ribak, M.F. (2007) *Yekologichna standartizatsiya i normuvannya antropogennoho navantazhennya na prirodne seredovishche*. Kiev: Tsentri uchbovoi literaturi [In Ukrainian].
6. Yavors'kiy, V. T., Zozulya, G. Í., & Buklív, R. L. (2014) Utilizatsiya tsinnikh komponentiv iz vidprats'ovanih malikh dzherel yelektrichnogo strumu. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu «Lvivska Politehnika», Khimiia, Tekhnolohiia Rehovyn Ta Yikh Zastosuvannia*, 787, 117–121 [In Ukrainian].
7. Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chem. Soc. Rev.*, 39 (1), 301–312. doi: 10.1039/b918763b.
8. Belardi, G., Medici, F., & Piga, L. (2014). Influence of gaseous atmosphere during a thermal process for recovery of manganese and zinc from spent batteries. *Journal of Power Sources*, 248, 1290–1298. doi: 10.1016/j.jpowsour.2013.10.064.
9. Cui, J., & Forssberg, E. (2003). Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. *Journal of Hazardous Materials*, 99 (3), 243–263. doi: 10.1016/s0304-3894(03)00061-x.
10. Ebin, B., Petranikova, M., Steenari, B.-M., & Ekberg, C. (2016). Effects of gas flow rate on zinc recovery rate and particle properties by pyrolysis of alkaline and zinc-carbon battery waste. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 121, 333–341. doi: 10.1016/j.jaap.2016.08.014.
11. Espinosa, D. C. R., Bernardes, A. M., & Tenório, J. A. S. (2004). An overview on the current processes for the recycling of batteries. *Journal of Power Sources*, 135 (1-2), 311–319. doi: 10.1016/j.jpowsour.2004.03.083.
12. “Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) - Eurostat,” (2019). *Eurostat, statistics-explained*. Retrived from: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics\\_-\\_electrical\\_and\\_electronic\\_equipment](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics_-_electrical_and_electronic_equipment).
13. Ferella, F., De Michelis, I., & Vegliò, F. (2008). Process for the recycling of alkaline and zinc-carbon spent batteries. *Journal of Power Sources*, 183 (2), 805–811. doi: 10.1016/j.jpowsour.2008.05.043.
14. Haghghi, H. K., Moradkhani, D., & Salarirad, M. M. (2015). Separation of zinc from manganese, magnesium, calcium and cadmium using batch countercurrent extraction simulation followed by scrubbing and stripping. *Hydrometallurgy*, 154, 9–16. doi: 10.1016/j.hydromet.2015.03.007.
15. Ilyas, S., & Lee, J. (2014). Biometallurgical Recovery of Metals from Waste Electrical and Electronic Equipment: a Review. *ChemBioEng Reviews*, 1 (4), 148–169. doi: 10.1002/cben.201400001.
16. Kaya, M. (2016). Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. *Waste Management*, 57, 64–90. doi: 10.1016/j.wasman.2016.08.004.
17. Oliveira, C. R. de, Bernardes, A. M., & Gerbase, A. E. (2012). Collection and recycling of electronic scrap: A worldwide overview and comparison with the Brazilian situation. *Waste Management*, 32 (8), 1592–1610. doi: 10.1016/j.wasman.2012.04.003.
18. Yeşiltepe, S., Buğdaycı, M., Yücel, O., & Şeşen, M. (2019). Recycling of Alkaline Batteries via a Carbothermal Reduction Process. *Batteries*, 5 (1), 35. doi: 10.3390/batteries5010035.
19. Tuncuk, A., Stazi, V., Akcil, A., Yazici, E. Y., & Deveci, H. (2012). Aqueous metal recovery

techniques from e-scrap: Hydrometallurgy in recycling. *Minerals Engineering*, 25 (1), 28–37. doi: 10.1016/j.mineng.2011.09.019.

20. Chen, W.-S., Liao, C.-T., & Lin, K.-Y. (2017). Recovery Zinc and Manganese from Spent Battery Powder by Hydrometallurgical Route. *Energy Procedia*, 107, 167–174. doi: 10.1016/j.egypro.2016.12.162.

21. Zhang, L., & Xu, Z. (2016). A review of current progress of recycling technologies for metals from waste electrical and electronic equipment. *Journal of Cleaner Production*, 127, 19–36. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.04.004

22. Joensuu, M., Rahunen, J., & Rautio, L. (2019). *Patent № WO 2019/150005 A1*. Patent and Trademark Office.

23. Guy, A. J. (2020). *Patent № US 2020/0115294 A1*. Patent and Trademark Office.

Стаття надійшла до редакції 29.07.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Дмитриков В. П., Горб О. О., Бойко С. І., Єрмаков В. М. Безпечна утилізація відпрацьованих марганець-цинкових гальванічних елементів. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 280–286.

© Дмитриков Валерій Павлович, Горб Олег Олександрович,  
Бойко Станіслав Ігорович, Єрмаков Віктор Миколайович, 2020




original article | 631.3; 658.382:631.145 | doi: 10.31210/visnyk2020.03.33

## METHODOLOGY OF ANALYZING PRE-INJURY, INJURY SITUATIONS AND INDUSTRIAL INJURIES IN AGRO-ENGINEERING


O. M. Kostenko

ORCID  [0000-0001-5997-342X](https://orcid.org/0000-0001-5997-342X)

N. M. Opara

ORCID  [0000-0002-0128-8400](https://orcid.org/0000-0002-0128-8400)

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., Opara, N. M., & Drozhchana, O. U. (2020). Methodology of analyzing pre-injury, injury situations and industrial injuries in agro-engineering. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 287–294. doi: 10.31210/visnyk2020.03.33

*In Ukraine, according to the data of the International Labor Organization, industrial injuries are nearly the most numerous among European countries. Mortality from such injuries takes the third place after cardio-vascular and oncological diseases. Death injuries are most frequent in agro-industrial complex: in 2019, 80 employees died, which is 19 % more than in 2018. That is why the problem of decreasing the number of industrial injuries is topical. To solve it studies are conducted using various methods and techniques. The analysis of researches of foreign and Ukrainian scholars has shown that the existing methods do not cover the whole picture of the problem. They consider environmental circumstances, but do not take into account the circumstances, which are directly or indirectly connected with organizational and technical work to prevent injuries, with the system of industrial safety management, with sanitary and hygienic, regulatory-legal, engineering and technical, medical and biological, psychic-physiological, ergonomic and other provisions. The technology of analyzing industrial injuries was proposed in the paper, covering circumstances, sources, and reasons resulting in traumatism, especially those cases, which in particular situation led to injuries. In other words, it has been suggested to analyze pre-injury situations, which are production backgrounds of injuries' occurring or not occurring. This analysis technology enables to plan measures, which make it impossible for injury dangerous situations and injuries to happen. The technology of generating and analyzing pre-injury situations has been developed in the paper. Considering such technology, it is clear that technological processes and production are the whole. To develop preventive measures, the technology of traumatism analysis and ways to prevent it has been proposed. The technology consists of 5 blocks: traumatism indices, dynamics during the years of analysis, analysis of prognostication results, substantiation of preventive measures, and implementation of them. The suggested methodology is an important component of the strategy and tactics of dynamic decreasing and eliminating industrial injuries. It is recommended to use the given methodology while analyzing industrial traumatism and developing preventive measures in all fields of economic activity.*

**Key words:** industrial injuries, pre-injury situation, injury situation, injury, methodology, traumatism indices, preventive measures.

**МЕТОДОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ПЕРЕДТРАВМАТИЧНИХ, ТРАВМАТИЧНИХ СИТУАЦІЙ ТА ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ****О. М. Костенко, Н. М. Опара, О. У. Дрожжана**

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В Україні, за даними Міжнародної організації праці, виробничий травматизм є одним із найвищих серед європейських країн. Смертність від виробничих травм посідає третє місце після серцево-судинних та онкозахворювань. Найвищий смертельний травматизм в агропромисловому комплексі, де 2019 року загинуло 80 працівників, що на 19 % більше, ніж 2018 року. Тому проблема зниження виробничого травматизму є актуальною. Для її розв'язання проводять дослідження із застосуванням різних методів і методик. Аналіз досліджень закордонних і вітчизняних авторів показав, що існуючі методи не дають цілісної картини проблеми. Вони враховують обставини навколишнього середовища та не враховують обставини прямо або побічно пов'язані з організаційно-технічною роботою з попередження травм, з системою управління охороною праці, з санітарно-гігієнічним, нормативно-правовим, інженерно-технічним, медико-біологічним, психофізіологічним, ергономічним і іншим забезпеченням. У роботі пропонується технологія аналізу виробничого травматизму, яка охоплює обставини, джерела, причини, що сприяли травматизму, і особливо ті з них, які в конкретній ситуації призвели до травми, тобто пропонується аналізувати передтравматичні ситуації, які є виробничим фоном, в умовах якого вони призводять або не призводять до травми. Це дає можливість планувати заходи, які унеможливають виникнення травмонезбезпечних ситуацій та травм. У роботі розроблена технологія генерування й аналізу передтравматичних ситуацій, з якої видно, що технологічні процеси та виробництво є одним цілим. Для розробки профілактичних заходів пропонується технологія аналізу травматизму і шляхів його профілактики, яка складається з 5 блоків: показники травматизму, динаміка по роках аналізу, аналіз результатів прогнозу, обґрунтування шляхів профілактики, реалізація шляхів профілактики. Пропонована методологія є вагомим складовою частиною стратегії та тактики динамічного зниження і ліквідації виробничого травматизму. Рекомендовано використовувати цю методологію при аналізі виробничого травматизму та розробці профілактичних заходів у всіх галузях економічної діяльності.

**Ключові слова:** виробничий травматизм, передтравматична ситуація, травматична ситуація, травма, методологія, показники травматизму, профілактичні заходи.

**МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА ПРЕДТРАВМАТИЧЕСКИХ, ТРАВМАТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА****Е. Н. Костенко, Н. Н. Опара, О. У. Дрожжаная**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

В Украине, по данным Международной организации труда, производственный травматизм является одним из самых высоких среди европейских стран. Смертность от производственных травм занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкозаболеваний. Самый высокий смертельный травматизм в агропромышленном комплексе, где в 2019 году погибло 80 человек, что на 19 % больше, чем в 2018 году. Поэтому проблема снижения производственного травматизма является актуальной. Для решения этой проблемы проводятся исследования с применением различных методов и методик. Анализ исследований зарубежных и отечественных авторов показал, что существующие методы не дают целостной картины проблемы. Они учитывают обстоятельства окружающей среды и не учитывают обстоятельства прямо или косвенно связанные с организационно-технической работой по предупреждению травм, с системой управления охраной труда, с санитарно-гигиеническим, нормативно-правовым, инженерно-техническим, медико-биологическим, психофизиологическим, эргономичным и другим обеспечением. В работе предлагается технология анализа производственного травматизма, которая охватывает обстоятельства, источники, причины, способствовавшие травматизму, и особенно те из них, которые в конкретной ситуации привели к травме, то есть предлагается анализировать предтравматические ситуации, которые являются производственным фоном, в условиях которого они приводят или не приводят к травме. Это дает во-

зможность планировать мероприятия, исключаяющие возникновение травмоопасных ситуаций и травм. В работе разработана технология генерирования и анализа предтравматических ситуаций, из которой видно, что технологические процессы и производство представляют собой одно целое. Для разработки профилактических мероприятий предлагается технология анализа травматизма и путей его профилактики, которая состоит из 5 блоков: показатели травматизма, динамика по годам анализа, анализ результатов прогноза, обоснование путей профилактики, реализация путей профилактики. Предлагаемая методология является важной составляющей стратегии и тактики динамического снижения и ликвидации производственного травматизма. Рекомендуется использовать данную методологию при анализе производственного травматизма и разработке профилактических мероприятий во всех областях экономической деятельности.

**Ключевые слова:** производственный травматизм, предтравматическая ситуация, травматическая ситуация, травма, методология, показатели травматизма, профилактические мероприятия.

### Вступ

Виробничий травматизм є актуальною проблемою як в Україні, так і у всіх країнах світу, оскільки смертність від нещасних випадків посідає третє місце після серцево-судинних і онкологічних захворювань. За оцінками Міжнародної організації праці рівень травматизму в Україні є одним із найвищих серед європейських країн. Причинами такого стану є значна зношеність машин та обладнання, невідповідність технологічних процесів вимогам нормативних актів з охорони праці, відсутність реальної відповідальності роботодавців за стан умов і безпеки праці, низький рівень виробничої та технологічної дисципліни, професійної підготовки персоналу тощо [3, 5, 21].

Значний внесок у розуміння природи виробничого травматизму та розвиток заходів з його профілактики зробили вчені О. І. Амоша, А. О. Водяник, О. В. Войналович, Г. Г. Гогіташвілі, О. І. Кашуба, Б. М. Коржик, О. Є. Кружилко, Ю. І. Кундієв, П. К. Кучеба, О. Є. Лапшин, О. Г. Левченко, Г. Г. Лесенко, М. Б. Льовкін, К. Н. Ткачук, С. П. Ткачук., Ю. Коновалов, Т. М. Таїрова, М. Brancoli, S. Machida, J. Frank., K. Cullen та інші.

Проблемі аналізу причин виробничого травматизму присвячено багато наукових досліджень. Наприклад, у роботі [2, 20] розкриваються причини травм у працівників, зайнятих на механізованих роботах у сільськогосподарському виробництві. В роботах [8, 11, 16] наведені методики аналізу, у яких сформульований алгоритм проведення досліджень: збір та аналіз даних про травматизм; визначення коефіцієнтів травматизму; складання графіків і аналіз результатів розрахунків; розробка профілактичних заходів зі зниження рівня травматизму; методи прогнозування.

У роботах [4, 6, 10, 13, 15, 21, 22] розглянуті питання аналізу, прогнозу та профілактики виробничого травматизму. В монографії [19] запропоновано застосування сучасних інформаційних технологій, а саме алгоритми моделювання та прогнозування показників травматизму.

Незважаючи на велику кількість проведених досліджень можна констатувати, що існуючі методи і підходи аналізу і прогнозування виробничого травматизму не дають цілісної картини проблеми. Різноманітність підходів до вивчення причин травматизму свідчить про відсутність єдиної, науково обґрунтованої методики дослідження травматизму. Зважаючи на це, важливо методи дослідження виробничого травматизму удосконалювати, розширювати і деталізувати відповідно до динамічних соціально-економічних умов.

Аналіз ситуації з виробничим травматизмом зі смертельними наслідками загалом по Україні показав, що серед усіх галузей виробництва найбільша кількість смертельно травмованих припадає на агропромисловий комплекс, де 2019 року загинуло 80 працівників (на 19 % більше, ніж 2018 року), за 6 місяців 2020 року смертельно травмовано 24 працівника сільськогосподарського виробництва. Більшість загиблих – це механізатори, 30 %. Як травмонебезпечні можна виділити ще такі групи професій – слюсарі, на яких припадає 13 % від усіх загиблих у цій галузі, підсобні робітники – 11 % і водії – 9 % смертельно травмованих. Як видно, найбільше смертельних випадків приходить на сектор агроінженерії. Загальна кількість виробничих травм в агропромисловому комплексі за 2019 рік – 517 (третє місце) [7, 9].

Основними причинами травмування та загибелі працівників є невиконання вимог інструкцій з охорони праці, порушення Правил дорожнього руху, порушення вимог безпеки під час експлуатації транспортних засобів, машин та механізмів, перебування на робочому місці у стані алкогольного сп'яніння, а також особиста необережність потерпілих.

Серед професій сільськогосподарського виробництва найнебезпечнішою залишається професія механізатора (тракториста-машиніста). Наявний парк сільськогосподарської техніки в Україні є фізично і морально застарілим, ступінь зношення машин і механізмів обумовлена їхньою роботою за високих рівнів перевантаження протягом тривалого періоду, досягає 90–95 %, техніку, як правило, не ремонтують у спеціалізованих майстернях, а тому при ремонтах не відновлюють елементи, що визначають безпеку сільськогосподарського агрегату. Середній період експлуатації тракторів в Україні понад 10 років, що становить реальну загрозу травмування механізаторів. І якщо безпосередньо наявні в деталях мобільних сільськогосподарських машин пошкодження часто не є причинами нещасних випадків з важкими наслідками, то необхідність виконання ремонтних робіт у польових умовах часто призводить до травмування, адже ремонтування техніки в полі у стислі терміни ненавченими працівниками як правило відбувається з порушенням норм охорони праці. До того ж польові механізовані виробничі процеси із застосуванням високоенергетичної сільськогосподарської техніки потрібно розглядати як виконання робіт за небезпечних умов, адже часто механізатор залишається один на один з агрегатом, що є джерелом багатьох небезпек, які можуть у будь-який момент спровокувати працівника на виконання дій, що не відповідають вимогам безпеки.

Напружений період у сільськогосподарському виробництві – весняно-польові роботи. В цей період виконується близько третини річного обсягу польових робіт, зростають обсяги та інтенсивність виконання відповідних технологічних операцій, пов'язаних з посівною кампанією. Зокрема, зростає кількість осіб, які беруть участь у виробництві, збільшується кількість задіяної техніки, тривалість сільськогосподарських робіт протягом доби тощо. Все це об'єктивно збільшує вірогідність травматизму, особливо при недотриманні вимог нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки і внаслідок неналежної організації робіт. Під час проведення весняно-польових робіт найчастіше (понад 40 %) нещасні випадки трапляються безпосередньо на полях та дорогах [7, 9].

Отже, зниження виробничого травматизму в агроінженерії є актуальною задачею.

Зважаючи на це, причини і обставини травматизму та джерел травмування 2019 року, з метою попередження виникнення нещасних випадків у агроінженерному секторі під час проведення зернозбиральних робіт Державна служба України з питань охорони праці вважає за необхідне насамперед вжити заходів із профілактичної роботи та проведення превентивних заходів у цьому напрямі.

Для розробки заходів попередження та зниження виробничого травматизму необхідно його досліджувати.

Для підвищення ефективності дослідження виробничого травматизму в роботі пропонується методологія аналізу передтравматичних і травматичних ситуацій та виробничого травматизму в агроінженерії.

*Мета роботи* – підвищити ефективність аналізу виробничого травматизму.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі *завдання*: розробити технологію генерування і аналізу передтравматичних ситуацій; розробити технологію аналізу травматизму і шляхів його профілактики.

### **Матеріали і методи досліджень**

Використані звіти Фонду соціального страхування України про стан виробничого травматизму в Україні, дані досліджень з проблеми виробничого травматизму.

При виконанні досліджень використані методи аналізу останніх досліджень, рівня та причин виробничого травматизму в державі та АПК; статистичний, порівняння; візуально-графічний.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Ефективні методи профілактики травматизму можуть бути обґрунтовані та реалізовані на основі ґрунтового аналізу його за низку років, з'ясування обставин, причин, рівня, травматичних ситуацій та інших так чи так пов'язаних із травмою, що сприяють або перешкоджають її реалізації.

Характеризуючи обставини травмування, при аналізі необхідно звертати увагу не тільки на обставини навколишнього середовища [1], а й на ті, які прямо або побічно пов'язані з організаційно-технічною роботою з попередження травм, з системою управління охороною праці та реалізацією її положень у передтравматичній і травматичній ситуації, з санітарно-гігієнічним, нормативно-правовим, інженерно-технічним, медико-біологічним, психофізіологічним, ергономічним і іншим забезпеченням безпеки. З огляду на багатofакторність передтравматичних і травматичних ситуацій, технологія аналізу травматизму повинна бути всеосяжною за обставинами, джерелами, причинами,

що сприяли травматизму, і скрупульозно до тих з них, які, в конкретній ситуації призвели до травми. Аналізуючи передтравматичні обставини, необхідно приділяти увагу з'ясуванню: природно-кліматичних параметрів (рівню температур, руху повітря, опадів і ін.), виробничо-технічних (стан доріг, обладнання, особливості технологічного процесу, місцевості, об'єктів виконання робіт, травмонебезпечні зони та ін.), організаційно-технічних (навченість, наряди-допуски, дисциплінованість, забезпеченість ЗІЗ, знання технологій виконання робіт, наявність документів, що підтверджують професіоналізм, рівень кваліфікації, психофізіологічний стан виконавця робіт, знання особливостей обладнання, місцевості, об'єктів робіт, вміння надати першу допомогу собі та іншим потерпілим, здатність орієнтуватися в обстановці і приймати рішення, адекватні ситуації та ін.); нормативно-правових (режим праці і відпочинку, відповідність виконуваних робіт кваліфікації, гранично допустимі норми підймання і переміщення вантажу, відповідність технологій, методів і засобів їхньої реалізації вимогам стандартів системи стандартів безпеки праці та ін.); інженерно-технічних (рівень технічної безпеки технологій, обладнання, техніки, наявність і працездатність блокуючих пристроїв і обмежувачів, засобів захисту небезпечних зон та ін.); санітарно-гігієнічних (мікроклімат приміщень, рівні шуму, вібрацій, освітленості, системи вентиляції та кондиціонування, локалізація джерел виділення шкідливих речовин, рівні випромінювань, наявність обладнаних кімнат психологічного розвантаження, санітарно-побутових приміщень, кімнат відпочинку та прийому їжі, гігієни жінок і ін.); медико-біологічних (наявність і оснащення медичних постів, аптечок, наочної інформації про прийоми надання долікарської допомоги, засоби зв'язку і транспорту та ін.) параметрів.

Характеристика перерахованих і інших передтравматичних ситуацій інтегрально до підприємства або галузі загалом, або диференційовано стосовно до ділянки роботи, або робочого місця по суті є виробничим фоном, в умовах якого передтравматичні ситуації призводять або не призводять до травми. Маючи відомості такого характеру, керівники підприємств, структурних підрозділів, спеціалісти служб охорони праці планують роботу з приведення у відповідність до вимог тих відхилень (в технології, обладнанні, направленнях профілактики), які сприяють запобіганню травмонебезпечних ситуацій та травм. У загальному вигляді технологію генерування і аналізу передтравматичних ситуацій представлено схемою (рис. 1), з якої видно, що технологічні процеси і виробництва представлені як одне ціле  $V_1, V_2, \dots, V_n$ . Разом з навколишньою обстановкою на робочих місцях утворюється виробниче середовище  $BC_1, BC_2, \dots, BC_n$ . Для виробничого середовища характерними є передтравматичні ситуації, створювані технологічним процесом, механізмами й обладнанням, матеріалами, виконавцями робіт, середовищем та ін.



Рис. 1. Технологія генерування і аналізу передтравматичних ситуацій підприємств АПК

ТП і В - технологічні процеси і виробництва; В,  $V_1, V_2, \dots, V_n$  - види виробництва і технологічних процесів;  $BC, BC_1, BC_2, \dots, BC_n$  - виробниче середовище при відповідних технологічних процесах і виробництвах;  $PC, PC_1, PC_2, \dots, PC_n$  - передтравматичні ситуації;  $ND, ND_1, ND_2, \dots, ND_n$  - небезпечні дії;  $T, T_1, T_2, \dots, T_n$  - травми

Передтравматичні ситуації сприяють виникненню одного зі складників травм. Іншим складником травми є небезпечні дії операторів або інших осіб  $HD_1, HD_2, \dots, HD_n$ . Перетин у часі та просторі обставин передтравматичної ситуації і небезпечної дії в тих чи тих технологічних процесах або виробництвах призводить до травм  $T_1, T_2, \dots, T_n$ . Отже, поява травми є функцією передтравматичних ситуацій  $PC$  і небезпечної дії  $HD$ , тобто:

$$T = f(PC, HD).$$

Як передтравматична ситуація  $PC$ , так і небезпечні дії  $HD$ , мають свої особливості та можуть бути описані аналітично, зважаючи на конкретні виробничі середовища  $BC$ , види виробництва  $B$  і особливості небезпечних

дій  $HD$ . Технологія аналізу травматизму дає можливість розробити обґрунтовані шляхи профілактики (рис. 2).



**Рис. 2. Технологія аналізу травматизму і шляхів його профілактики**

$K_ч, K_т, K_с, K_в$  - відповідно коефіцієнти частоти, тяжкості, смертності і втрат від травматизму;  $K_{ч\ річ}, K_{т\ річ}, K_{с\ річ}, K_{в\ річ}$  - відповідно значення тих же коефіцієнтів по роках аналізу;  $K_{чр}, K_{тр}, K_{ср}, K_{пр}$  - реалізовані значення тих же коефіцієнтів;  $1, 2, \dots, n$  - працезохоронні заходи профілактичного характеру (нормативно-правові, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, інженерно-технічні, ергономічні, медико-біологічні та ін.)

Говорячи про травматичні ситуації, відзначимо, що реалізація їх у результаті вищенаведених обставин ставить перед фактом необхідності аналізу та розробки заходів щодо недопущення їх у майбутньому. Розслідуванню та аналізу підлягають усі нещасні випадки на виробництві спеціально створеними комісіями відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» [12]. Аналіз травматизму, як правило, базується на результатах розслідування нещасних випадків, передбачає вивчення низки питань і обставин і здійснюється по ряду статистичних показників: коефіцієнтів частоти, тяжкості, смертності, втрат і ін. Для визначення достовірної картини проводять статистичну вибірку значень аналізованого параметра за певний період і на цій основі аналізують динаміку параметра та її перспективи. Це дає можливість на основі очікуваних результатів розробити обґрунтовані шляхи профілак-

тики. Цікавим є аналіз сукупності травм на підприємствах АПК з метою виявлення тенденції явищ за показниками травматизму, закономірності їхньої динаміки та розробки заходів стосовно до конкретних умов.

Схема технології аналізу травматизму і шляхів його профілактики, що представлена на рисунку 2, складається з 5 самостійних блоків: перший - показники травматизму (коефіцієнти частоти  $K_{\text{ч}}$ , тяжкості  $K_{\text{т}}$ , смертності  $K_{\text{с}}$ ,

втрата  $K_{\text{в}}$ ); другий – динаміка по роках аналізу – показники травматизму загалом по галузі, регіонах, підприємствах і т. ін. (дані цього блоку служать базою для третього); третій – аналіз результатів прогнозу – на основі даних другого блоку за необхідним параметром встановлюють динаміку його зміни та для регресійного аналізу формують модель цієї динаміки, яка використовується для обґрунтування тієї чи тієї моделі короткострокового, середньострокового та довгострокового прогнозування необхідних показників; четвертий блок – обґрунтування шляхів профілактики – формується на основі показників третього, при цьому визначають методи і засоби профілактики, матеріально-технічні, фінансові, інтелектуальні ресурси, першочерговість рішень, терміни виконання та ін., аналізують прийнятні та реальні можливості, оцінюють їхню результативність і зупиняються на одному, двох комплексах заходів; результати по четвертому блоку реалізуються у п'ятому блоці – реалізація шляхів профілактики – характерні конкретні рішення тих чи тих обґрунтованих шляхів профілактики: конструктивні рішення, методології, методи і засоби, що розробляються та впроваджуються у практику.

Як показала практика (на прикладі Полтавської області), використання запропонованої методології забезпечує конкретизацію роботи по кожному блоку у викладеній послідовності з конкретним виходом за параметрами травматизму, перспективах їхньої динаміки і обґрунтованих шляхах профілактики. Це дає підставу вважати запропоновану методологію вагомою складовою частиною стратегії та тактики динамічного зниження і ліквідації виробничого травматизму. Методологія конкретизує напрям і обсяг робіт по кожному блоку, що дає змогу суттєво збільшити низку профілактичних заходів і досягти подальшого динамічного зниження виробничого травматизму.

### Висновки

Представлена методологія аналізу передтравматичних і травматичних ситуацій та виробничого травматизму дає змогу виявити очікувану картину явищ і отримати прогностичні моделі для динаміки показників травматизму. Це є основою для розробки шляхів профілактики травматизму. Пропонується застосовувати цю методологію при аналізі виробничого травматизму будь-якої галузі економічної діяльності.

*Перспективи подальших досліджень.* Практика вимагає оперативних відповідей на низку повсякденних питань, пов'язаних з оцінкою динаміки виробничого травматизму та профзахворювань на сьогодні та на перспективу, що дає можливість побудувати адекватну систему профілактики. Тому плануємо розробити методіку статистичного аналізу і короткострокового прогнозування травматизму та шляхів його профілактики.

### References

1. Vodianyuk, A. O., & Tkachuk, K. N. (2005). Doslidzhennia vplyvu na prychny vyrobnychoho travmatyzmu faktoriv zovnishnoho seredovyscha. *Mistobuduvannia ta Terytorialne Planuvannia*, 20, 50–58 [In Ukrainian].
2. Voinalovych, O. V., Podobied, I. M., & Motrych, M. M. (2012). Analiz prychn travmuvannia pratsivnykiv APK na mekhanizovanykh ta transportnykh robotakh. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini*, 24, 38–49 [In Ukrainian].
3. Gordiychuk, L. M. (2017). Aspects occupational injuries and incidence. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S. Z. Gzhytskyj*, 19 (76), 136–138.
4. 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].
5. Konovalov, Yu. (2010). Suchasni problemy vyrobnychoho travmatyzmu ta profesiinoi zakhvoriuvanosti v silskomu gospodarstvi Ukrainy. *Ahrarna Ekonomika*, 1, 2 (3), 94–100 [In Ukrainian].
6. Lesenko, H. (2003). Profesiyniy ryzyk vyrobnytstva i vyrobnychi travmatyzm. *Okhorona Pratsi*, 4, 29–30 [In Ukrainian].

7. Materialy Fondu sotsialnoho strakhuvannia vid neshchasnykh vypadkiv na vyrobnytstvi. Retrived from: <http://www.social.org.ua/activity/profilactika> [In Ukrainian].
8. Melik-Shakhnazarov, L. Sh., & Popova, T. O. (2006). Doslidzhennia vyrobnychoho travmatyzmu v Ukraini. *Informatsiinyi Biuletyn z Okhorony Pratsi*, 3, 9–13 [In Ukrainian].
9. Ofitsiinyi sait Derzhpratsi. Retrived from: <http://www.dnop.kiev.ua> [In Ukrainian].
10. Pakhomov, R. I., Hasii, H. M., Bilous, I. O., & Lavrut, T. V. (2015). *Analiz, Prohnozuvannia ta Profilaktyka Travmatyzmu z Vazhkymy Naslidkamy*, 2 (43), 139–144 [In Ukrainian].
11. 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].
12. 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].
13. Profilaktyka neshchasnykh vypadkiv ta profzakhvoriuvan. Retrived from: <http://www.social.org.ua/departaments/lutsk/prof3> [In Ukrainian].
14. Radionov, N. A., Marchenko, D. D., & Kurepin, V. N. (2019). Determination of the main directions of injury prevention in agricultural enterprises. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 101 (1), 111–117. doi:10.31521/2313-092x/2019-1(101)-16.
15. 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].
16. 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, Lisnoho ta Transportnoho Kompleksiv*, 6, 100–105 [In Ukrainian].
17. Tairova, T. M. (2016). Problemni pytannia okhorony pratsi v Ukraini. *Problemy Okhorony Pratsi v Ukraini*, 32, 24–36 [In Ukrainian].
18. Tairova, T. M., & Slipachuk, O. A. (2016). Stan vyrobnychoho travmatyzmu na pidpriemstvakh silskoho hospodarstva Ukrainy. *Informatsiinyi Biuletyn z Okhorony Pratsi*, 1, 14–28 [In Ukrainian].
19. Tkachuk, K. N., & Kruzhylo, O. Ie. (2014). *Prohnozuvannia vyrobnychoho travmatyzmu: monohrafiia*. Kyiv: Osnova [In Ukrainian].
20. Wojnalowicz, A. W., & Podobied, I. M. (2006). Przyczyny urazowosci pracownikow zatrudnionych przy zmechanizowanych pracach w produkcji rolnej. *Wypadki Wrolnictwie – Dynamika Zmian w Ostatniej Dekadzie*, 45, 118–122.
21. 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.
22. 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 29.07.2020 р.

#### Бібліографічний опис для цитування:

Костенко О.М., Опара Н. М., Дрожжана О. У. Методологія аналізу передтравматичних, травматичних ситуацій та виробничого травматизму в агроінженерії. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 287–294.

© Костенко Олени Михайлівна, Опара Надія Миколаївна, Дрожжана Ольга Урешівна, 2020

---

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*  
Літературні редактори: *Дедушно А. В.*  
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*  
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*  
Комп'ютерна верстка та дизайн: *Свешнікова А. О.*  
Під час створення макету було використано матеріали,  
які знаходяться у вільному доступі мережі Інтернет.

Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 18,3. Тираж 300 пр. Зам. № 88.  
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.

