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

Вісник

ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

1'2021

Матеріали друкуються мовами оригіналів – українською та англійською

Науково-виробничий фаховий журнал 2021, № 1 (100)

ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

© «Вісник Полтавської державної аграрної академії», 2021

Вісник

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

1'2021

Materials are published in original languages – Ukrainian and English

Scientific and production professional journal
2021, № 1 (100)

ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

© Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2021

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

Виходить чотири рази на рік.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова Редакційної ради
В. І. АРАНЧІЙ, к. екон. наук (Україна)
Головний редактор
О. О. ГОРБ, к. с.–г. наук, (Україна)
Заступники голови Редакційної ради
М. С. САМОЙЛІК, д. екон. наук, (Україна)
Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)
Заступник головного редактора
П. В. ПИСАРЕНКО, д. с.–г. наук, (Україна)

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

Редакційна колегія з галузі «Сільське господарство»:
А. ДОЛГАНЬЧУК-ШЬРУДКА, док. габ. (Польща)
А. В. КАЛІНІЧЕНКО, д. с.–г. наук, (Україна, Польща)
І. В. КОРОТКОВА, к. хім. наук (Україна)
В. Ю. КРИКУНОВА, к. хім. наук (Україна)
М. М. МАРЕНИЧ, к. с.–г. наук, (Україна)
Н. М. ОПАРА, к. с.–г. наук, (Україна)
В. М. ПИСАРЕНКО, д. с.–г. наук, (Україна)
А. А. ПОЛІЩУК, д. с.–г. наук, (Україна)
С. В. ПОСПЄЛОВ, д. с.–г. наук, (Україна)
М. РАЙФУР, док. габ (Польща)
Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)
А. О. ТАРАНЕНКО, к. с.–г. наук, (Україна)
А. М. ШОСТЯ, к. с.–г. наук, (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»:
А. А. АНТІПОВ, к. вет. наук (Україна)
В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)
О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)
О. Б. ГРЕБЕНЬ, к. біол. наук (Україна)
В. О. ЄВСТАФ'ЄВА, д. вет. н. (Україна)
Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)
Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)
О. В. КРУЧИНЕНКО, д. вет. наук (Україна)
Т. А. КУЗЬМІНА, к. біол. наук (Україна)
С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)
Т. П. ЛОКЕС-КРУПКА, к. вет. наук (Україна)
В. В. МЕЛЬНИЧУК, к. вет. наук (Україна)
О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

Редакційна колегія з галузі «Технічні науки»:
О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)
І. А. ДУДНІКОВ, к. тех. наук (Україна)
С. Б. КОВАЛЬЧУК, к. тех. наук (Україна)
О. М. КОСТЕНКО, д. тех. наук (Україна)
В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)
В. О. СУКМАНОВ, д. тех. наук (Україна)
В. О. ШЕЙЧЕНКО, д. тех. наук (Україна)

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

Журнал рекомендовано до друку за рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 16 від 15.03.2021 р.)

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

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

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

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

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

The journal is published four times a year.

EDITORIAL BOARD:

Chief of Editorial Counci
V. I. ARANCHIY, Cand. Econ. Sci. (Ukraine)
Editor-in-chief
O. O. GORB, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)
Deputy Head of Editorial Council
M. S. SAMOILIK, Dr. Econ. Sci. (Ukraine)
T. O. CHAIKA, Cand. Econ. Sci. Professor (Ukraine)
Deputy Chief Editor
P. V. PYSARENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

Editorial board in the field of «Agriculture»:
A. DOLHANCZUK-SRODKA, Dr. hab. (Poland)
A. V. KALINICHENKO, Dr. Econ. Sci. (Ukraine, Poland)
I. V. KOROTKOVA, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)
V. YU. KRYKUNOVA, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)
M. M. MARENYCH, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)
N. M. OPARA, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)
V. M. PYSARENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
A. A. POLISHCHUK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
S. V. POSPIELOV, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)
T. P. ROMASHKO, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)
A. O. TARANENKO, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)
A. M. SHOSTIA, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

Editorial Board in the field of «Veterinary Medicine»:
A. A. ANTIPOV, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)
V. P. BERDNYK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)
O. O. BOYKO, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)
O. B. GREBEN, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)
V. O. YEVSTAFIEVA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)
B. P. KYRYCHKO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)
L. M. KORCHAN, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)
O. V. KRUCHYNENKO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)
T. A. KUZMINA, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)
S. M. KULYNYCH, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)
T. P. LOKES-KRUPKA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)
V. V. MELNYCHUK, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)
O. B. PRIJMA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

Editorial Board in the field of «Technical Sciences»:
O. V. HORYK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

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

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

The journal is recommended for publication by the decision of the Academic Council of Poltava State Agrarian Academy (protocol No. 16 of 15.03.2021).

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

«*Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*» is indexed in electronic libraries, catalogs, repositories and international scientometric databases: GOOGLE SCHOLAR, INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL, SCIENTIFIC LITERATURE (SCILIT), 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

Назаренко М. М. Мутагенна депресія пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у разі дії гамма-променів 13

Пилипченко А. В., Пісковий М. Б. Економічна та еколого-енергетична ефективність вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства 21

Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Продуктивність польової сівозміни у разі калійдефіцитної системи удобрення 28

Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України 37

Антонець М. О., Антонець О. А., Міленко О. Г., Суховієнко А. А., Ворвихвіст М. С. Вплив екологічних чинників на сортову реакцію лілій 43

Чугрій Г. А., Вінюков О. О. Тестування програм збалансованого живлення пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження зони Степу України з метою стабілізації врожайності зернової групи у Східному регіоні 55

Шакалій С. М., Баган А. В., Юрченко С. О., Четверик О. О. Вплив попередників на урожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої твердої 65

Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Степаненко Р. О., Шерстюк О. Л. Вплив фунгіцидних протруйників на патогенний комплекс і лабораторну схожість насіння сої 72

Писаренко П. В., Матюха В. Л., Писаренко П. П., Антоненко Я. В. Ефективність бакових сумішей пестицидів проти шкідників та хвороб у технології вирощування пшениці озимої в Північному Степу України 80

Марініч Л. Г., Бараболя О. В., Кавалір Л. В. Вплив сортових особливостей селекційних зразків стоколосу безостого на довговічність і урожайність травостою 90

Жемела Г. П., Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Ляшенко Є. С., Подоляк В. А. Формування продуктивності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву 97

Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В., Крикунова В. Ю. Вплив регуляторів росту рослин на онтогенез сортів ячменю ярого 106

Гангур В. В., Космінський О. О., Міщенко О. В. Вплив мінеральних добрив на вміст поживних речовин у ґрунті та урожайність гібридів соняшнику різних груп стиглості 116

Гангур В. В., Котляр Я. О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України 122

Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив мінімалізації обробітку ґрунту на вологозабезпечення та продуктивність ячменю ярого в зоні Лівобережного Лісостепу України 128

Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України 135

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Толмачова А. В. Агроекологічна оцінка продуктивності зрошуваних томатів в умовах потепління 141

Єремко Л. С., Швець А. Ю., Кобилинський І. В., Саєнко В. О. Оптимізація поживного режиму – фактор підвищення продуктивності посівів чини посівної (*Lathirus sativus* L.) 149

Поспєлов С. В., Опара М. М., Панченко К. С., Здор В. М., Солоп В. Я. Посівні якості насіння лікарських рослин залежно від їх стратифікації 156

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Гаращук О. В., Куценко В. І. Домінанти та механізми подолання екологічних ризиків щодо забезпечення сталого розвитку 163

Білик О. М., Головач Л. М., Кочерга В. Я., Харченко Л. Я., Поспєлова Г. Д. Біорізноманіття диких видів рослин Полтавщини як джерело цінного генетичного матеріалу для селекції 172

Жигайло О. Л., Вольвач О. В., Толмачова А. В., Костюкєвич Т. К. Вплив змін клімату на урожайність соняшника в Північному Степу України: аналіз і прогноз 180

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Середа М. С., Погосян А. А. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві 187

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Цьова Ю. А., Безсонова В. О., Лісконог К. М. Дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса 196

Гловин Н. М., Павлів О. В. Еколого-агрохімічна оцінка придатності ґрунтів сільськогосподарського підприємства для вирощування органічної продукції 203

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Борщ О. О., Борщ О. В. Екстер'єрні особливості первісток Українських чорно- та червоно-рябої молочних порід і їхніх помісей зі швіцькою та монбельярдською породами 210

Кропивка Ю. Г., Бомко В. С., Бабенко С. П. Продуктивність корів і обмін цинку, мангану та кобальту у другі 100 днів лактації у разі використання їх змішанолігандних комплексів 217

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Тітаренко О. В., Похилець К. С., Карасенко А. Ю. Діагностика, лікування та профілактика парвовірусного ентериту собак в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» міста Полтави 226

Михайлютенко С. М., Замазій А. А. Порівняльна ефективність сучасних способів копроовоскопічної діагностики за нематодозів травного каналу гусей 234

Дехнич І. С., Завілій М. Ф., Ракітіна А. І. Діагностична сонографія при абдомінальній хірургії у тварин 241

Духницький В. Б., Деркач І. М., Деркач С. С., Лозовий В. М., Коструб В. В., Лоза Ю. В., Фрицький І. О., Плутенко М. О. Білковий спектр сироватки крові поросят за впливу препаратів Феруму 250

Стародуб Є. С. Терапевтична ефективність сучасних антигельмінтиків за трихостронгільозу гусей 256

Бердник В. П., Ракітіна А. І., Завалій М. Ф. Клінічний стан та показники крові корів, хворих на прихований мастит, до та після застосування розчину полтавського бішофіту 262

Кулинич С. М., Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Боднар А. О. Аналіз хірургічної патології в умовах ветеринарної клініки «Асті», місто Київ 269

Локес-Крупка Т. П., Цвіліховський М. І., Канівець Н. С., Каришева Л. П., Бурда Т. Л. Результати інструментальних досліджень стану щитоподібної залози в собак за наявності гіпотиреозу на тлі ожиріння 279

Замазій А. А., Симон В. С., Карпенко Я. С., Богословська А. І. Вміст макроелементів та активність ферментів крові свиноматок різної супоросності 285

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Бурлака О. А., Горбенко О. В., Келемеш А. О. Дослідження надійності елементів гідросистеми зернозбиральних комбайнів 292

Арендаренко В. М., Самойленко Т. В., Іванов О. М. Дослідження руху зернового матеріалу по лоткам гравітаційної установки 302

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

Nazarenko M. M. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) mutagenic depression under gamma-rays action 13

Pylypchenko A. V., Piskovyi M. B. Economic, ecological and energy efficiency of hemp cultivation using organic farming technologies 21

Hospodarenko H. M., Martyniuk A. T., Boiko V. P. The productivity of field crop rotation under potassium deficient fertilization system 28

Shepilova T. P., Petrenko D. I., Leshchenko S. M., Skrynnik I. O., Artemenko D. Yu. Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine 37

Antonets M. O., Antonets O. A., Milenko O. H., Sukhoviienko A. A., Vorvykhvist M. S. The influence of ecological factors on typical response of lilies 43

Chuhrii H. A., Vinyukov O. O. Testing programs for balanced winter wheat nutrition in the conditions of unstable moistening in the Steppe zone of Ukraine to stabilize grain group yields in the Eastern region 55

Shakaliy S. M., Bagan A. V., Yurchenko S. O., Chetveryk O. O. Influence of predecessors on yield and grain quality of new winter durum wheat varieties 65

Pospielova G. D., Kovalenko N. P., Nechiporenko N. I., Stepanenko R. O., Sherstiuk O. L. Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds 72

Pysarenko P. V., Matiukha V. L., Pysarenko P. P., Antonenko Ya. V. Effectiveness of pesticide tank mixtures against pests and diseases in technology of winter wheat cultivation in the Northern Steppe of Ukraine 80

Marinich L. H., Barabolia O. V., Kavalir L. V. Influence of variety features of smooth brome grass selection samples on grass stand durability and yield 90

Zhemela H. P., Barabolia O. V., Liashenko V. V., Liashenko Ye. S., Podoliak V. A. Formation of maize hybrids grain productivity depending on sowing rate 97

Gorobets M. V., Pysarenko P. V., Chaika T. O., Mishchenko O. V., Krykunova V. Yu. Influence of plant growth regulators on ontogenesis of spring barley varieties 106

Hanhur V. V., Kosminskyi O. O., Mishchenko O. V. Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups 116

Hanhur V. V., Kotliar Y. O. Influence of predecessors on water consumption and productivity of winter wheat in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine 122

Hanhur V. V., Len O. I., Hanhur N. V. Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine 128

Biliavska L. H., Biliavskyi Yu. V., Diyanova A. A., Mirny N. V. Drought-resistant soybean varieties for Steppe and Forest-Steppe of Ukraine 135

Polevoy A. M., Bozhko L. E., Barsukova E. A., Tolmachova A. V. Agro-ecological assessment of irrigated tomatoes productivity in conditions of climate warming 141

Yeremko L. S., Shvets A. Yu., Kobylynskyi I. V., Saienko V. O. Nutritive regime optimization as a factor of increasing crop productivity of grass peavine (*Lathirus sativus* L.) 149

Pospielov S. V., Opara M. M., Panchenko K. S., Zdor V. M., Solop V. Ya. Sowing qualities of medicinal plants' seeds depending on their stratification..... 156

GRICULTURE. ECOLOGY

Garashchuk O. V., Kutsenko V. I. Dominants and mechanisms of overcoming environmental risks to ensure sustainable development 163

Bilyk O. M., Holovash L. M., Kocherga V. Ya., Kharchenko L. Ya., Pospielova G. D. Biodiversity of wild plant species of Poltava region as sources of valuable genetic material for selection 172

Zhygailo O. L., Volvach O. V., Tolmachova A. V., Kostiukievych T. K. The influence of climate change on sunflower yield in the Northern Steppe of Ukraine: analysis and forecast..... 180

Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dychenko O. Yu., Sereda M. S., Poghosyan A. A. Medical, biological and toxicological assessment of using bio-preparations in arable farming..... 187

Pysarenko P. V., Samoilik M. S., Dychenko O. Yu., Ts'ova Yu. A., Bezsonova V. A., Liskonog K. M. Studying fungicidal properties of mineralized stratum water on millet areas 196

Hlovyn N. M., Pavliv O. V. Ecological and agrochemical assessment of soil suitability of agricultural enterprise for organic products cultivation 203

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

Borshch O. O., Borshch O. V. Exterior features of first-calf heifers of Ukrainian Black - and Red-and-White dairy breeds and their crosses with Brown Swiss and Montbeliarde breeds 210

Kropyvka Yu. G., Bomko V. S., Babenko S. P. High-yielding cow performance and elements metabolism in the second 100 days of lactation under the using of Zinc, Manganese and Cobalt mixed ligand complexes 217

VETERINARY MEDICINE

Titarenko O. V., Pokhylets K. S., Karasenko A. Yu. Diagnostics, treatment and prevention of canine parvovirus enteritis in the clinic "Veterinary VIP-service" in the city of Poltava 226

Mykhailiutenko S., Zamaziy A., Comparative efficacy of modern methods of scatoscopic diagnostics for nematodoses of geese digestive canal 234

Dekhnych I. S., Zavaliy M. F., Rakitina A. I. Diagnostic sonography in animal abdominal surgery 241

Dukhnitsky V. B., Derkach I. M., Derkach S. S., Lozovyi V. M., Kostrub V. V., Losa Yu. V., Fritsky I. O., Plutenko M. O. Protein spectrum of piglets' blood serum under the influence of Ferrum preparations 250

Starodub Ye. Therapeutic efficacy of modern antihelmintihcs for trichostrongylosis of geese 256

Berdnik V. P., Rakitina A. I., Zavaliy M. F. Clinical condition and blood indices of cows with subclinical mastitis, before and after application of Poltava bischofite solution 262

Kulynych S. M., Omelchenko G. O., Avramenko N. O., Bodnar A. O. Analysis of surgical pathology in the veterinary clinic "Asti" in the city of Kyiv 269

Lokes-Krupka T. P., Tsvilichovsky M. I., Kanivets N. S., Karysheva L. P., Burda T. L. Results of instrumental studies of the thyroid gland condition in diseased dogs with hypothyroidism at the background of obesity 279

Zamaziy A., Simon V., Karpenko Y., Bohoslovska A. Content of macro-elements and activity of blood enzymes in sows of different pregnancies 285

TECHNICAL SCIENCES

Burlaka O. A., Gorbenko O. V., Kelemesh A. O. Studying the reliability of hydraulic system elements of grain combine harvesters 292

Arendarenko V. M., Samoilenko T. V., Ivanov O. M. Investigation of grain material movement on gravitation installation trays 302

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.528.6, 575.224.46 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.01**

WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) MUTAGENIC DEPRESSION UNDER GAMMA-RAYS ACTION

M. M. Nazarenko ORCID 0000-0002-6604-0123

Dnipro State Agrarian and Economics University, 25, S. Efremova str., Dnipro, 49600, Ukraine
E-mail: nik_nazarenko@ukr.net

How to Cite *Nazarenko, M. M. (2020). Winter wheat (Triticum aestivum L.) mutagenic depression under gamma-rays action. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 13–20. doi: 10.31210/visnyk2021.01.01*

The purpose of our investigation was to identify the peculiarities of depressive consequences of the after-effect of different gamma-rays doses on locally bred winter wheat varieties as to the indicators of germination, survival, morphometry, and yield. The parameters of germination and survival, the cause of the main ontogenesis phases in winter wheat plants of local varieties (Komertsiina and Spivanka) in the first generation were studied. The influence of mutagenic depression on yield structure indices (morphometry of mature plants) was established and the level of their variability was estimated too. In 2019–2020, the experiments were conducted in the experimental fields of the research center of Dnipro State Agrarian and Economic University. The seeds of Spivanka and Komertciina varieties, irradiated with gamma rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy were used in the experiments. Dry seeds were the control. It was found that the highest depression concerning all the studied characteristics were manifested in Spivanka variety, except for the dose of 250 Gy, which indicated the specificity of the interaction of gamma-rays depressive activity with the genotypes of certain varieties and the complex nature of depressive effects development at the plant organism level. The most informative parameters of mutagenic depression in M_1 plant generation of soft winter wheat varieties were: germination and survival rate of plants, pollen fertility and such yield structure parameters as plant height, grain weight from the main spike, and thousand-kernel weight. All of these parameters having a high level of significance are connected with the mutagen dose rate. The genotypes of locally bred varieties (Komertciina and Spivanka) turned out to be highly sensitive to gamma-rays action, which was manifested in the semi-lethality at even initial, moderate doses (100 Gy). Variance analysis showed that mutagen dose factor first of all affected the formation of yield structure indicators, then the genotype of the original variety. It has been found that there may be a rapid decrease in separate parameters in the first generation at reaching certain dose limits. Moreover, these doses are determined by the genotype of the subject of mutagenic action.

Key words: *winter wheat, gamma-rays, depression, mutagenesis.*

МУТАГЕННА ДЕПРЕСІЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ПРИ ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ

М. М. Назаренко
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Метою наших досліджень було виявити особливості депресивних наслідків післядії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої місцевої селекції за показниками схожості, виживання, морфометрії, врожайності. Досліджено показники схожості та виживання, проходження основних

фаз онтогенезу в рослин пшениці озимої сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) у першому поколінні. Встановлено вплив мутагенної депресії на показники структури врожайності (морфометрію стиглих рослин) та встановити рівень їх мінливості. 2019–2020 рр. експерименти проводили на дослідних полях науково-дослідного центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У дослідах використовували насіння сортів Співанка та Комерційна, опромінене гамма-променями в дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль – сухе насіння. Встановлено, що вища депресія за всіма дослідженими ознаками проявилась у сорту Співанка, крім дози 250 Гр, що свідчить про специфічність взаємодії депресійної активності гамма-променів із генотипами окремих сортів та складний характер розвитку депресивних наслідків на рівні організму. Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії в M_1 поколінні рослин сортів пшениці озимої м'якої були: схожість та виживання рослин, фертильність пилку та такі показники структури врожайності, як висота рослин, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Усі ці показники з високим рівнем значущості пов'язані з показником доза мутагену. Генотипи сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) виявилися високочутливими до дії гамма-променів, що проявилось у напівлетальності навіть початкових, помірних доз (100 Гр). Дисперсійний аналіз показав, що насамперед на формування показників структури врожайності впливав фактор «доза мутагену», потім генотип вихідного сорту. Виявлено, що може відбуватися стрімке зниження окремих параметрів у першому поколінні при досягненні окремих граничних доз, причому ці дози визначаються генотипом суб'єкта мутагенної дії.

Ключові слова: *озима пшениця, гамма-промені, депресія, мутагенез.*

Вступ

Вплив фізичних мутагенів на ріст та розвиток рослинних організмів зазвичай не є позитивним та виражається в порушенні нормальних процесів онтогенезу, сповільненні проходження фаз розвитку, більш пізньому їх настанні порівняно з контролем (іноді до десяти днів за окремими фазами), зниженні схожості, виживання рослин, фертильності, прояву різних морфозів. Навіть невелика одноразова дія мутагенами на насіння суттєво корегує життєздатність та продуктивність рослини [4, 16, 19].

Назву мутагенної депресії отримало явище різкого зниження життєздатності в першому поколінні. Існує значна кількість параметрів, за котрими можна моніторити її ступінь, але найбільш широко вживаними є схожість та виживання (останнє особливо важливе для озимих культур), стерильність – фертильність пилкових зерен, морфометрія 10-денних проростків, показники структури врожайності, загальна біологічна та господарська продуктивність рослинних організмів. Ці показники частково дублюються, а окремі параметри залежно від об'єкта мутагенної активності та особливостей онтогенезу, мінливості ознаки не є надійними для повноцінної оцінки [5, 17, 20].

Рівень мутагенної депресії повністю залежить, по-перше, від суб'єкта мутагенної дії та його фізіологічного стану. При використанні як суб'єкта сухого насіння мутагенна депресія найнижча, для замоченого, проростків, пилку – висока. На це треба зважати, обираючи дозу мутагену. По-друге, від природи мутагену – гамма-промені, як і більшість фізичних мутагенів, за своїми властивостями належить до мутагенів із високими ступенем депресії [9, 15].

Мутагенна активність у першому поколінні проявляється переважно у зниженні життєздатності, фертильності, різних морфологічних та фізіологічних пошкодженнях. Досить часто фізіологічні пошкодження є причиною депресії організму і фактично визначають обмеження доз мутагенів на практиці. Вплив дози мутагенного чиннику визначається за життєздатністю рослин у першому поколінні в польових умовах [8, 14].

При дії на насіння пшениці мутагенні чинники впливають насамперед на ті параметри, котрі починають формуватися в момент дії. Особливо це позначається на параметрах схожості та виживання, онтогенезу, показниках структури врожайності рослин першого покоління. Залежно від чинника мутагени здатні проявляти депресивну або стимулюючу дію на процеси онтогенезу рослин першого покоління. Переважно мутагенні чинники виявляють депресивний вплив на ці показники, особливо при високих дозах [7]. Дослідження першого покоління генотипів є актуальними, оскільки саме депресія в першому поколінні визначає кількість отриманого матеріалу для вивчення мутаційної мінливості в подальшому, ідентифікує природу мутагенного чинника, пов'язана з частотою та спектром мутацій у подальших поколіннях та дає можливість добору домінантних мутацій [3, 10].

Проблема усунення мутагенної депресії при збереженні мутабільності організму на відповідному

рівні є досить актуальною [2], до того ж вважають окремі дослідники, що відсутня пряма залежність між депресією організмів у першому поколінні та мутаційною активністю в подальших поколіннях [6, 21]. Є два напрями досліджень: пошук нових мутагенів (лазер, опромінення іонами азоту вуглецю, використання умов космічного простору), що викликають той самий рівень мінливості при суттєво нижчому рівні депресії [11], або використання стабілізуючих речовин, що понижають активність мутагенів [12, 13, 21]. Проте наслідком використання таких речовин досить часто є небажане зниження частоти.

Метою наших досліджень було виявити особливості депресивних наслідків післядії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої місцевої селекції за показниками схожості, виживання, морфометрії, врожайності.

Ставили такі *завдання* – дослідити показники схожості та виживання, проходження основних фаз онтогенезу в рослин пшениці озимої сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) у першому поколінні. Встановити вплив мутагенної депресії на показники структури врожайності (морфометрію стиглих рослин) та встановити рівень їх мінливості. Провести аналіз впливу мутагенної активності на генотипи сортів місцевої селекції та визначити їх перспективність з точки зору рівня майбутньої мутаційної мінливості.

Матеріали і методи досліджень

2019–2020 рр. досліди проводили на дослідних полях науково-дослідного центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У дослідах використовували насіння сортів Співанка та Комерційна, опромінені гамма-променями в дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль – сухе насіння. Дози гамма-променів повністю перекривають загальновживаний діапазон для відповідних досліджень зі штучного мутаційного процесу в агроценозах зернових культур [19, 20].

Опромінення сухого насіння здійснювали на гамма-установці центра з ядерних досліджень та тренувань відділу експериментального мутагенезу ФАО-МАГАТЕ (Австрія, Фрайбург) гамма-променями радіоактивного ізотопу Co60, потужність установки 0,048 Гр/с.

Перше покоління M_1 сортів, що отримали мутагенну дію, висіяли вручну на 10-рядкових ділянках 1,5 м довжиною, в кожному варіанті 1000 зерен на ділянку. Контролем було насіння сортів, висіяне через кожні 10 рядків.

Протягом періоду вегетації 2019–2020 років були проведені обліки з виживання рослин і облік змінених рослин, також у M_1 вивчали вплив мутагенів на висоту рослин та елементи структури урожаю (дібрано 50 рослин на структурний аналіз [1]). У варіантах з високими дозами та концентраціями мутагенів добирали матеріал за наявністю. У M_1 здійснювали облік польової схожості та виживання рослин. Польову схожість визначали через три тижні після посіву, коли виключалась імовірність появи додаткових сходів із насіння із сильним гальмуванням проростання, методом суцільного підрахунку рослин у варіанті. Виживання рослин у M_1 визначали у відсотках кількості зібраних рослин від кількості рослин, що були посіяні. Такими, що вижили, вважали рослини, що дали хоча б один колос.

Стерильність пилку визначали фарбуванням ацетокарміном та спостереженням його інтенсивності у світловий мікроскоп. Усього проглядали не менше 25 препаратів.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за методом дисперсійного аналізу, достовірність різниці середніх оцінювали за критерієм Стьюдента. Використовували стандартний пакет програми Statistic 6.0 [14].

Результати досліджень та їх обговорення

Параметри росту та розвитку рослин у M_1 наведені в таблиці 1. Норма висіву в усіх варіантів була однакова (1000 шт.). При дії гамма-променів також спостерігалися затримки в розвитку рослин: у сортів Комерційна та Співанка фаза колосіння настала на 4–5 днів пізніше, повна стиглість – на 5 днів при дозах 100–150 Гр. При дозі 200 Гр – на 7 днів. Фаза повної стиглості відповідно майже на тиждень та декаду. Багато рослин було недорозвинених, з численними морфозами, особливо при дозі 200 Гр. У контролі вихідний матеріал не розрізнявся за схожістю. При дії окремих доз знаходимо, що у випадку місцевих сортів Комерційна та Співанка їх обох можна віднести до високосенсетивних до дії гамма-променів генотипів. Так, уже дія доволі помірної дози 100 Гр була напівлетальною за виживанням. Доза 250 Гр виявилась в обох випадках сублетальною.

1. Схожість та виживання М1 рослин, М±m

Варіант	Схожість, шт.	Схожість, %	При відновлені вегетації, шт.	При відновлені вегетації, %
Комерційна, контроль	950±12	95±1,2	948±14	94,8±1,4
Комерційна, 100 Гр	567±15*	56,7±1,5	511±16*	51,1±1,6
Комерційна, 150 Гр	422±19*	42,2±1,9	398±17*	39,8±1,7
Комерційна, 200 Гр	261±22*	26,1±2,2	214±19*	21,4±1,9
Комерційна, 250 Гр	51±24*	9,1±2,4	15±11*	1,9±1,1
Комерційна, 300 Гр	0	0	0	0
Співанка, контроль	952±15	95,2±1,5	949±16	94,9±1,6
Співанка, 100 Гр	498±16*	49,8±1,6	447±16*	44,7±1,6
Співанка, 150 Гр	401±17*	40,1±1,7	359±16*	35,9±1,6
Співанка, 200 Гр	221±17*	23,1±1,7	157±17*	19,7±1,7
Співанка, 250 Гр	98±19*	9,8±1,9	63±3*	6,3±0,3
Співанка, 300 Гр	0	0	0	0

*Примітки:** – різниця статистично достовірна при $t_{0.05}$.

При визначені генотип-мутагеної взаємодії знаходимо, що сорт Комерційна був менш чутливим до дії гамма-променів у діапазоні 100–200 Гр, але при дії 250 Гр картина різко змінилася та кращим себе показав сорт Співанка. Для всіх сортів летальною виявилась доза 300 Гр – при нульовій схожості. Щодо виживання, то для обох генотипів спостерігалася значна віддалена загибель унаслідок зимових умов, що була статистично достовірною.

Отже, можна запропонувати таку класифікацію доз для генотипів місцевої селекції дози 100–200 Гр – напівлетальні, доза 250 Гр – сублетальні та доза 300 Гр – летальна. Це досить чітко відрізняється від загальновживаної класифікації, де дози 100–150 Гр є помірними, 200–250 Гр високими та 300 Гр – високими та сублетальними.

Крім показників схожості та виживання ключовою ознакою розвитку рослин є проходження відповідних фаз (про що ітиметься далі) та здатність дати плодючих нащадків. З цього приводу оптимальним є контроль за життєздатністю пилкових зерен, що проводиться доволі простим методом прокрашування пилкових зерен та обліком наявності та кількості фертильних зерен при мікроскопуванні зразків.

У показника «фертильність пилку» (наведений у табл. 2) кореляція між дозою гамма-променів та спадом фертильності на рівні – 0,90, тобто при підвищенні дози фертильність лінійно падала.

У цьому разі фертильність поступово знижувалася при зростанні доз гамма-променів дози 200 Гр, після котрої відбулося стрімке падіння – тобто з огляду на цей тип моніторингу критичним є використання діапазону за 200 Гр, використання доз менших та рівних 200 Гр призводить до помірної втрати плодючості.

2. Рівень фертильності у M_1 рослин

Варіант	Комерційна	Співанка
Контроль	99,1	98,0
Гамма-промені, 100 Гр	84,8*	81,7*
Гамма-промені, 150 Гр	76,2*	71,5*
Гамма-промені, 200 Гр	65,3*	59,8*
Гамма-промені, 250 Гр	0*	8,7*

*Примітки:** – різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$.

У контролі всі сорти продемонстрували високий рівень фертильності, при дозі 100 Гр фертильність суттєво знизилась, але поступово. Дія дози 150 Гр знов призвела до істотного зростання стерильності, що вже становила лише 70–75 % від норми, доза 200 Гр призвела до формування фертильності на рівні 60–65 % від загальної кількості пилкових зерне. В усіх випадках сорт Співанка демонстрував стійкість до гамма-променів ніж сорт Комерційна, як у випадку схожості та виживання.

При дії 250 Гр у Комерційної матеріал не досяг необхідної фази 9 та його вижило обмаль) у сорту Співанка наявність фертильних зерен була незначною. Тобто рослини були майже стерильні, але все

ж таки вдалося отримати деяку кількість посівного матеріалу. Втім, його схожість була майже нульовою (2020 року).

Однією з вагомих проблем, що істотно знижують кількість матеріалу для добору на ранніх ланках процесу генетичного поліпшення в експериментальному мутагенезі, є негативний вплив гамма-променів особливо у високих дозах на окремі ключові елементи структури врожайності.

Структура врожайності досліджена за 9 стандартними показниками, наведеними в таблиці 3. Показники «загальна кущистість», «продуктивна кущистість», «довжина головного колосу», «кількість колосків з колосу», як правило, не знижувались із статистичною достовірністю при зміні дози. Звичайно, мутагенна депресія вплинула й на них, та значення будь-якого з цих показників при дії критичної або напівлетальної дози значно відрізнялося від контролю. При цьому потрібно орієнтуватися на ознаки, які змінюються з кожною зміною дози, проте за цими ознаками дози 100 та 150 Гр, 150 та 200 Гр не здатні відрізнятися одна від одної.

3. Основні показники структури врожайності M_1 сортів

Варіант	Висота, см	Загальна кущистість	Продуктивна кущистість	Довжина головного колосу, см	Кількість колосків, шт.	Зерна з головного колосу, шт.	Вага зерна з головного колосу, гр.	Вага зерна з рослини, гр.	МТЗ, гр.
Комерційна, контроль	92,7	3,9	3,2	8,4	18,2	38,0	1,38	4,2	40,1
Комерційна, 100 Гр	85,5*	3,6	3,0	8,1	17,9	34,0	1,20*	3,7	36,1*
Комерційна, 150 Гр	80,1*	3,7	3,0	8,0	17,1	26,0*	1,99*	3,0*	32,3*
Комерційна, 200 Гр	74,7*	3,0	2,2*	7,0*	11,3*	13,0*	0,89*	2,0*	22,4*
Співанка, контроль	89,1	4,3	3,7	7,8	17,8	35,0	1,22	3,6	38,4
Співанка, 100 Гр	83,1*	3,7	3,5	7,7	17,7	29,0	1,08*	3,0	34,1*
Співанка, 150 Гр	75,0*	3,4	3,3	7,4	17,8	22,0*	0,91*	2,2*	30,1*
Співанка, 200 Гр	70,3*	2,5*	2,1*	7,0	16,5	12,0*	0,43*	1,0*	19,9*
Співанка, 250 Гр	41,2*	1,0*	1,0*	4,1*	6,0*	4,0*	0,1*	0,3*	4,2*

Примітки: * – різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$.

Ознака «висота рослин» при дії дози 100 Гр знижувалась статистично значуще порівняно з контролем у обох сортів. Те ж саме відбувалося при дії доз 150–250 Гр. Дані по варіанту Комерційна 250 Гр відсутні через фактичну відсутність відповідного матеріалу. Ознака загальна кущистість набагато менш варіативна та змінюється при зростанні дози лише в сорту Співанка та лише при дії 200–250 Гр. При дії гамма-променів на ознаку продуктивна кущистість спостерігається фактично та ж сама картина, не зважаючи на мінливість в одного варіанту Комерційної при дії 200 Гр. Щодо ознаки довжина колоса, то вона варіативна лише при дії 200 Гр у Комерційної та 250 Гр у Співанки. Та ж сама картина спостерігається в показника кількість колосків з головного колосу.

Така морфометрична ознака як кількість зерна з головного колосу варіює при всіх дозах крім 100 Гр зі статистичною достовірністю та є досить чутливим показником мутагенної депресії. Вага зерна з головного колосу варіює при всіх без виключення дозах та повністю відповідає за мінливістю всім параметрам для надійного моніторингу депресійного впливу гамма-променів та ідентифікації факту мутагенної дії. Тобто на одному рівні з показником висота рослини. Вага зерна з рослини дещо поступається попередньому показникові та відображає мутагенну депресію фактично так само, як і показник кількість зерна з головного колосу. МТЗ (маса тисячі зерен) достовірно змінюється при дії будь-якої дози мутагену в обох сортах та є надійним параметром мутагенної активності на рівні показників висота рослини та вага зерна з головного колосу.

Отже, надійно відтворюють картину мутагенної депресії такі показники як висота рослин, вага зерна з головного колосу та МТЗ, частково (крім дози 100 Гр) кількість зерен з головного колосу та вага зерна з рослини.

За інформативністю з варіювання щодо поступової зміни ознаки при зростанні дози мутагену можна виділити за дискримінантним аналізом (табл. 4) такі показники, як висота рослини, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Менш інформативні показники: кількість зерна з головного колосу, вага зерна з рослини.

4. Результати дискримінантного аналізу за даними структури врожайності

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,02)	p-level
Висота, см	0,53	9,71	0,00
Загальна кущистість	0,02	0,70	0,63
Продуктивна кущистість	0,03	0,82	0,24
Довжина головного колосу, см	0,02	0,49	0,35
Кількість колосків, шт.	0,03	0,61	0,24
Зерна з головного колосу, шт.	0,18	3,36	0,02
Вага зерна з головного колосу, г	0,28	5,26	0,01
Вага зерна з рослини, г	0,18	3,55	0,02
МТЗ, г	0,48	8,97	0,01

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу (табл. 5) доведено, що спостерігався вплив фактора «доза мутагену» на ознаки структури M_1 сортів – висота рослин, кількість зерен з головного колосу, вага зерна з колосу, вага зерен з рослини, маса тисячі зерен. Він був основним у диференціації за ступенем мутагенної депресії. За результатами аналізу за фактором «генотип сорту» він вплинув на такі показники: висота рослин, вага зерна з колосу, вага зерен з рослини, маса тисячі зерен.

5. Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P	$F_{критичне}$
Доза мутагену	1102,01	4	259,14	38,07	0,01	5,15
Генотип	457,38	2	54,17	9,92	0,02	3,26
Похибка	150,60	8	5,92			
Всього	1709,99	6				

Отже, на депресію сорту доза мутагену впливає більше, ніж генотип сорту, показник «висота рослини» чітко демонструє мутагенну депресію. Як показники мутагенної дії варто використовувати висоту рослин, масу зерна з рослини, масу тисячі зерен.

На місцевому матеріалі підтверджено властиву для сортів української селекції низьку стійкість до мутагенної дії, що раніше також відмічалась у проведених дослідженнях [13, 14]. Джерел низької чутливості для дії гамма-променів у діапазоні високих доз 250–300 Гр, що є регулярними для зарубіжних досліджень не знайдено, а вочевидь це обумовлено генотиповими особливостями вихідного матеріалу [12]. Загальні тенденції щодо ключових ознак у моніторингу депресивного впливу залишаються ті ж самі, з деякою варіативністю щодо менш мінливих параметрів структури врожайності, що не є критичним для цього типу досліджень [13].

Оптимальний, з огляду на отримання вибірки матеріалу, що отримав мутагену дію, діапазон доз також здатен суттєво зміщатися в меншу сторону – так, уже доза 100 Гр для генотипу може виявитися напівлетальною, що раніше не спостерігалося [2, 19, 20]. Уже дозу 150 Гр для сортів місцевої селекції не можна вважати оптимальною з огляду на депресивні наслідки. Можливо ефективним є застосування для місцевих сортів діапазону доз у 20–70 Гр [21], що не є тривіальним з огляду на традиційний підхід у мутаційному генетичному поліпшені [19, 20]. Знов підтверджено відсутність стимулюючого ефекту [4] в діапазоні застосованих доз, спостерігалась лише мутагенна депресія.

Висновки

Вища депресія за всіма дослідженими ознаками проявилась у сорту Співанка, крім дози 250 Гр, що свідчить про специфічність взаємодії депресійної активності гамма-променів з генотипами окремих сортів та складний характер розвитку депресивних наслідків на рівні організму. Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії у M_1 поколінні рослин сортів пшениці озимої м’якої були: схожість та виживання рослин, фертильність пилку та такі показники структури врожай-

ності, як висота рослин, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Генотипи сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) виявилися високочутливими до дії гамма-променів, що проявилось у напівлетальності навіть початкових, помірних за класифікацією МАГАТЕ доз (100 Гр). Це свідчить про їх кардинальні особливості при використанні як суб'єктів для мутаційної мінливості в майбутньому та можливий високий рівень мутаційної мінливості в наступних поколіннях, тобто ці генотипи є перспективними для експериментального мутагенезу.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується дослідження частоти змін у другому поколінні та перевірка їх успадкування у третьому поколінні, визначення перспективних форм.

References

1. Amram, A., Fadida-Myers, A., Golan, G., Nashef, K., Ben-David, R., & Peleg, Z. (2015). Effect of GA-sensitivity on wheat early vigor and yield components under deep sowing. *Frontier Plant Science*, 6 (487). doi: 10.3389/fpls.2015.00487
2. Asif, J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of Prosopis juliflora and Dalbergia sissoo: a step towards mutation breeding. *Journal of Forest Science*, 66, 80–88. doi: 10.17221/64/2019-JFS
3. Çelik, Ö., Ekşioğlu, A., & Akdaş, E. Y. (2018). Transcript profiling of salt tolerant tobacco mutants generated via mutation breeding. *Gene Expression Patterns*, 29, 59–64. doi: 10.1016/j.gep.2018.05.001
4. Chen, S., Gao, R., Wang, H., Wen, M., Xiao, J, Bian, N., Zhang, R., Hu, W., Cheng, S., Bie, T., & Wang, X. (2015). Characterization of a novel reduced height gene (*Rht23*) regulating panicle morphology and plant architecture in bread wheat. *Euphytica*, 203, 583–594. doi: 10.1007/s10681-014-1275-1
5. Essam, F., Badrya, M., & Aya, M. (2019). Modeling and forecasting of wheat production in Egypt. *Advances and Applications in Statistics*, 59 (1), 89–101. doi: 10.17654/AS059010089
6. Fellahi, Z., Hannachi, A., Oulmi, A., & Bouzerzour, H. (2018). Analyse des aptitudes générale et spécifique à la combinaison chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). *Revue Agriculture*, 9 (1), 60–70.
7. Gasperini, D., Greenland, A., Hedden, P., Dreos, R., Harwood, W., & Griffiths, S. (2012). Genetic and physiological analysis of Rht8 in bread wheat: an alternative source of semi-dwarfism with a reduced sensitivity to brassinosteroids. *Journal of Experimental Botany*, 63, 4419–4436. doi: 10.1093/jxb/ers138
8. Hallajian, M. T. (2016). Mutation breeding and drought stress tolerance in plants. *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13
9. Hiroyasu, Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams. *Breeding Science*, 68 (1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086
10. Hongjie, L, Timothy, D. M., Mc Intoshc, R. A., & Yang, Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*, 7 (6), 715–717. doi: 10.1016/j.cj.2019.11.001
11. Kolakar, S. S., Nadukeri, S., Jakkeral, S. A., Hanumanthappa, M., & Gangaprasad, S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: 10.4171/2267-0412.100e108
12. Li, H. J., Timothy, D. M., Mc Intoshc, R. A., & Zhou, Y. (2019). Wheat breeding in northern China: achievements and technical advances. *The Crop Journal*, 7 (6), 718–729. doi: 10.1016/j.cj.2019.09.003
13. Nazarenko, M. (2015). Negativnyie posledstviya mutagennogo vozdeystviya. *Ecological Genetics*, 13 (4), 25–26. doi: 10.17816/ecogen13425-26 [In Russian].
14. Nazarenko, M., Lykholat, Y., Grigoryuk, I., & Khromykh, N. (2018). Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. Part I. Grain productivity. *Journal of Central European Agriculture*, 19 (1), 194–205. doi: 10.5513/JCEA01/19.1.2037
15. Nazarenko, M., Beiko, V., & Bondarenko, M. (2019). Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure. *Agriculture and Forestry*, 65 (3), 75–83. doi: 10.17707/AgricultForest.65.3.06
16. Naveed, A., Nazir, A., Abdu, H., Raza, S., & Muhammad, A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components. *Life Science*, 9 (1), 3274–3279
17. Saif-u-Malook, S. A., Qaisarani, M. K., Shabaz, H., Ahmed, M., Nawaz, M., & Qurban, A. (2015). Mutation breeding approach to breed drought tolerant maize hybrids. *International Journal of Biosciences*, 6 (2), 427–436. doi: 10.12692/ijb/6.2.427-436
18. Shah, F., Adnan, M., & Basir, A. (2018). *Global Wheat Production*. London: Intechopen. doi: 10.5772/intechopen.72559

19. Shu, Q. Y., Forster, B. P., & Nakagava, H. (2013). *Plant mutation breeding and biotechnology*. Vienna: CABI publishing. doi: 10.1079/9781780640853.0000

20. Spencer-Lopes, M. M., Forster, B. P., & Jankuloski, L. (2018). *Manual on mutation breeding. Third edition.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

21. Xicun, D., Xia, Y., & Wenjian, L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP. *Journal of Agricultural Science*, 8 (5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34

Стаття надійшла до редакції 03.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Назаренко М. М. Мутагенна депресія пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у разі дії гамма-променів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 13–20.

© Назаренко Микола Миколайович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.522:[631+631.81+631.86] | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.02**

ECONOMIC, ECOLOGICAL AND ENERGY EFFICIENCY OF HEMP CULTIVATION USING ORGANIC FARMING TECHNOLOGIES

A. V. Pylypchenko* ORCID 0000-0003-2044-8948
M. B. Piskovyi ORCID 0000-0001-7514-7734

LLC "Institute of Organic Farming" 9, Kosmonavtiv str., Hlobyne, 39000, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: piskovyimb@ukr.net

How to Cite *Pylypchenko, A. V., & Piskovyi, M. B. (2021). Economic, ecological and energy efficiency of hemp cultivation using organic farming technologies. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 21–27. doi: 10.31210/visnyk 2021.01.02*

The main aim of each manufacturer of any product, including agricultural, namely hemp, is obtaining stable crop yield, handling and processing products that would ensure sufficient profitability, allow to conduct expanded reproduction of the industry and to compete with other crops, also ensure environmental products friendliness and restore biological activity and soil fertility without losing any of the economic indicators. Considering the experience of countries with developed market economies and also own experience in recent years regarding the transition from classical or intensive system of agriculture to organic technologies of agricultural production, we can state that, there are prospects for the actual development of the industry in the future stipulated by the fact that Ukraine has certain potential opportunities and reserves to stabilize the state and speed up the development of hemp growing. In comparison with the classical technology of hemp growing, the organic system, on the one hand, relieves stressful situations (the influence of mineral fertilizers and plant protection products) and, on the other hand, increasing the number of cultivations improves soil air balance, which promotes the reproduction and development of soil biota. The research conducted at the enterprises of "Arnika" group of companies in Hlobyne town, Poltava region, started in 2015. The obtained experimental data allowed to make changes in the elements of the technology of hemp organic cultivation and thus to stabilize biological soil activity, its structure, and its regenerative ability. At the same time, there were essential changes in the cost part, in particular, cutting down expenses on acquisition of plant protection means and mineral fertilizers, their application and equipment to conduct these operations and also costs for purchasing harrows and cultivators for organic technologies which positively influenced hemp productivity during the transition from classical cultivation technologies to organic farming system. The research has shown that there are peculiarities, which we still have to reveal in the process of further work.

Key words: *hemp, organic farming technologies, economic efficiency, productivity, profit, profitability.*

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

А. В. Пилипченко, М. Б. Пісковий
ТОВ «Інститут органічного землеробства», м. Глобине, Україна

У виробника будь-якої продукції, зокрема і сільськогосподарської, та безпосередньо конопляної, головною метою є одержання стабільної врожайності культури, доробка і переробка продукції, яка б забезпечувала достатню рентабельність, давала змогу вести розширене відтворення галузі та

конкурувати з іншими культурами, а також, не втрачаючи жодного з економічних показників, забезпечувала екологічність продукції і відновлювала біологічну активність та родючість ґрунту. Зважаючи на досвід країн з розвинутою ринковою економікою, а також власний досвід останніх років щодо переходу від класичної, чи інтенсивної системи землеробства, до органічних технологій ведення сільськогосподарського виробництва, можна констатувати, що для реального розвитку галузі в майбутньому є перспективи, які зумовлені тим, що Україна має певні потенційні можливості та резерви для стабілізації стану й прискореного розвитку коноплярства. Порівняно із класичною технологією вирощування конопель органічна система, з одного боку, знімає стресові ситуації (вплив мінеральних добрив та засобів захисту рослин), а з іншого, призводить до збільшення кількості культивацій покращує повітряний баланс ґрунту, що сприяє розмноженню та розвитку ґрунтової біоти. Дослідження, що проводяться у підприємствах групи компаній «Арніка» м. Глобине Полтавської області започатковані 2015 року. Отримані експериментальні дані дали змогу внести зміни в елементи технології органічного вирощування конопель посівних і таким чином стабілізувати біологічну активність ґрунту, його структуру та відновлювальну здатність. Водночас відбулися суттєві зміни в затратній частині, зокрема економія коштів на придбання засобів захисту рослин та мінеральних добрив, їх внесення та техніки для виконання цих робіт, а також затрати на закупку борін та культиваторів для органічних технологій, що позитивно впливає на продуктивність конопель посівних при переході технологій вирощування від класичної до органічної системи землеробства. Дослідження показали, що є свої особливості, які ми маємо ще виявити під час подальшої роботи.

Ключові слова: *коноплі посівні, технології органічного землеробства, економічна ефективність, продуктивність, прибуток, рентабельність.*

Вступ

Раніше, а особливо в кінці минулого століття, коноплярство ще було високорентабельною галуззю. Займаючи до 15 % посівних площ в господарствах, коноплі посівні забезпечували більше половини всіх грошових надходжень від рослинництва. Рентабельність виробництва конопель сягала 140–150 %. Багато господарств, насамперед, Сумської та Черкаської областей, стабільно одержували з кожного гектара не менш 1,1–1,6 тонни волокна та 0,9–1,2 тонни насіння [1]. Ринкові відносини поставили коноплесіючі підприємства у важкі економічні умови. Відсутність інвестиційних ресурсів у коноплярській галузі призвела до припинення процесу відтворення основних виробничих фондів та стала гострою проблемою для коноплярів [12, 13]. Сучасні економічні складники в галузі коноплярства призвели до відмови багатьох господарств від вирощування конопель та до значного зменшення площ посіву. Поряд з цим окреслений період часу характеризується підйомом та більш широким використанням природних волокон, зокрема волокон конопель [18, 19].

Однак завдяки аналізу ринку як маркетингового, так і економічного, ми вирішили зупинитися на одному з найактуальніших агротехнічних заходів, рекомендованих науковцями, біологізації технологій (екологічного землеробства) [11].

Коноплі, за визначенням експертів деяких міжнародних фірм, стають однією з головних культур світу XXI століття, зважаючи на їхню здатність накопичувати велику біомасу органічної сировини у вигляді стебел (вміст целюлози у яких складає понад 30 %), зі вмістом волокна у стеблах до 40 %, деревини 60 % та насіння 1000–1200 кг/га. Зростання попиту на конопляну сировину у світі пов’язана з розширенням сфери її використання, а саме: для заміни синтетичних матеріалів на основі натурального волокна, виробництва целюлози, будівельних матеріалів, виробів харчової промисловості та багато іншого [2, 3].

У практиці коноплесіючих господарств застосовують три напрями вирощування конопель: для одержання тільки волокна (зеленцеві посіви), для двостороннього використання (на волокно та насіння) та для одержання насіння товарної або репродуктивної групи. Ефективність господарської діяльності в галузі залежить передовсім від обраного напряму вирощування конопель.

У нашому випадку вирощування конопель посівних у підприємствах групи компаній «Арніка» м. Глобине Полтавської області здійснюється за двома напрямами.

Розрахунки потреб матеріальних і трудових ресурсів та визначення економічної ефективності при вирощувані конопель на насіння і волокно із застосуванням зернозбиральної техніки за класичною технологією і технологіями органічного землеробства показують, що структура витрат на вирощування частково збігається і є такою: мінеральні добрива – 31 %, ПММ – 22 %, накладні витрати –

17 %, насіння – 8 %, амортизація та ремонт – 6 %, оренда – 6 %, оплата праці з нарахуванням – 5 %, гербіциди та засоби захисту – 4 %, електроенергія – 1 % [4].

Мета досліджень полягала в підтвердженні припущення, що вирощування конопель за технологіями органічного землеробства є не тільки екологічним удосконаленням, але і з економічної точки зору є ефективним.

Серед *завдань* досліджень – проаналізувати процес несення затрат на вирощування та збирання культури та показати ефективність застосування технологій органічного землеробства при вирощуванні конопель посівних.

Матеріали і методи досліджень

При проведенні економічного аналізу вирощування ненаркотичних конопель посівних ми застосували принцип порівняння технологічних карт вирощування за класичною технологією і технологіями органічного землеробства, які застосовуються як в умовах дослідних ділянок, так і в умовах виробництва групи компаній «Арніка», що знаходиться у Глобинському районі Полтавської області згідно із загальноприйнятими методиками [5–7]. У виробничі витрати закладені основні затрати на вирощування та збирання посівів. Як результат досліджень проаналізовано стан впровадження органічних технологій вирощування конопель.

Результати досліджень та їх обговорення

Економічна ефективність вирощування конопель посівних була обрахована на основі порівняння отриманих дослідних даних за технологічною картою вирощування за органічною технологією (без застосування хімічних засобів захисту рослин (ЗЗР) та мінеральних добрив, лише застосовувалась трихограма та мікробний біопрепарат-деструктор Біостимікс – Нива) і коноплями посівними, що вирощувалися за класичною технологією (де були внесені мінеральні добрива з розрахунку N30P30K30, плюс N20, гербіциди та інсектициди). Процес вирощування поданий у таблиці 1.

1. Технологічна карта вирощування конопель за класичною технологією

Вид робіт	Вартість пального, л/ грн	Вартість ЗЗР і добрив, грн
Дискування	8,1 / 218,7	
Внесення мінеральних добрив N30P30K30	2,4 / 64,8	6720
Оранка	17,9 / 483,3	
Закриття вологи	2,2 / 59,4	
Внесення ґрунтового гербіциду і мінеральних добрив N20	1,4 / 37,8	110+1230
Підвезення води	1,3 / 35,1	
Передпосівна культивація	2,1 / 56,7	
Підвезення насіння конопель	0,3 / 8,1	
Посів конопель	3,6 / 97,2	3000,0
Коткування посіву	2,1 / 56,7	
Міжрядний обробіток	2,6 / 70,2	
Внесення інсектициду та протизлакового гербіциду	1,4 / 37,8	1470+110
Підвезення води	1,3 / 35,1	
Збирання врожаю	23,1 / 623,7	
Вивезення насіння на тік	1,1 / 29,7	
Коткування стерні	2,1 / 56,7	
Валкоутворення	1,5 / 40,5	
Пресування трести в тюки	8,2 / 221,4	
Навантажування тюків на транспорт	4,3 / 116,1	
Вивезення тюків з поля в склад	1,3 / 35,1	
Усього	***88,3 / 2384,1***	***12640 грн***

Ми не враховували вартість затрат на роботи, пов’язані із внесенням мінеральних добрив, засобів захисту рослин і трихограми та мікробного біопрепарата-деструктора Біостимікс – Нива, тому, що і

без цих показників економічна ефективність вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства очевидна, про що свідчать дані таблиці 2.

2. Технологічна карта вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства

Вид робіт	Вартість пального, л / грн	Вартість ЗЗР і добрив, грн
Дискування	8,1 / 218,7	
Оранка	17,9 / 483,3	
Закриття вологи	2,2 / 59,4	
Боронування зубовою бороною	2,9 / 78,3	
Боронування зубовою бороною	2,9 / 78,3	
Культивація (5 см)	2,1 / 56,7	
Посів	3,6 / 97,2	3000,0
Внесення трихограми	0,3 / 8,1	39,0
Боронування Штригель бороною	3,1 / 83,7	
Міжрядний обробіток	2,6 / 70,2	
Міжрядний обробіток	2,6 / 70,2	
Боронування ротаційною бороною	2,9 / 78,3	
Позакореневе внесення деструктора	1,4 / 37,8	200,0
Підвезення води	1,3 / 35,1	
Внесення трихограми	0,3 / 8,1	39,0
Комбайнування	23,1 / 623,7	
Коткування	2,1 / 56,7	
Тюкування коноплі	8,2 / 221,4	
Гребка коноплі	1,5 / 40,5	
Погрузка тюків	4,3 / 116,1	
Вивезення з поля	1,3 / 35,1	
Усього	***94,7 / 2556,9***	***3278 грн***

Отже, наглядно видно, що затрати на пальне при органічній технології складають 2556,9 грн на гектар посіву, а при класичній технології – 2384,1 грн, що на 172,8 грн більше. Але затрати на засоби захисту росли та міндобрива при класичній системі складають 12640 грн, а при органічній – 3278 грн.

Баланс затрат класичної системи складає 15024,1 грн, а при органічній системі – 5834,9 грн. Різниця в 9189,2 грн на гектарі посіву конопель посівних є дуже переконливою і є доказом, що вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства ефективним.

Дані таблиці 3 свідчать, що екологічно бездоганна органічна система землеробства вирощування конопель має і досить привабливий економічний складник.

3. Економічна ефективність при вирощуванні сортів конопель за системою органічного землеробства

Варіанти	Урожайність т/га	Собівартість грн/т	Прибуток грн./га	Рентабельність %
Гляна – контроль	0,51	15212,05	421004,12	130,73
Лара класична	0,56	15181,12	430211,73	132,14
Лара органічна	0,61	14327,81	437789, 34	135,11
Лара+Біостімікс-Нива	0,74	13349,77	479733,92	137,72

Наведені дані про урожайність насіння показують тенденцію зростання при застосуванні відповідних агрозаходів, але не показують повну картину. В цій таблиці не враховані показники урожайності соломи, а економічний ефект перетворення її у тресту, отримання короткого та довгого волокна і отримання костри дає значну економічну надбавку [14, 15]. В цьому разі мінімальний приріст урожайності і валового збору продукції дає можливість впевнено стверджувати, що застосування органічної системи землеробства при вирощуванні конопель посівних має стабільне економічне підґрунтя та дає всі підстави рекомендувати виробництву таку систему заходів.

Для отримання урожаю будь-яких сільськогосподарських культур щорічно використовується велика кількість природних ресурсів, хімічних компонентів, технічних засобів, енергії [16, 17]. Але отримання кожного кілограма врожаю потребує додаткових затрат енергії у вигляді мінеральних чи органічних добрив, засобів захисту рослин (при вирощуванні за класичною технологією), а також додаткових механічних обробок та додаткової техніки і пально-мастильних матеріалів при застосуванні технологій органічного землеробства. Висловлюючись словами класиків «…кожен центнер додаткової продукції потребує додаткових витрат антропогенної енергії…» [8, 9]. Система енергетичних показників порівняно із системою цінових не потребує даних у незмінних цінах (порівняно із часом), не залежить від курсу валют (при міжнародних порівняннях), від інфляційних факторів та цінових пропорцій. Але енергетичний аналіз потрібно розглядати, як додатковий аналітичний прийом, що підвищує можливості економічного.

Поряд із показниками економічної ефективності аналіз енергетичних затрат дає змогу порівнювати та оцінювати різні за рівнем інтенсифікації агрозаходи, а також визначати їхню ефективність з точки зору ресурсозбереження.

Одним з основних критеріїв енергетичної оцінки агрозаходів є коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее), який визначається відношенням отриманої енергії до затраченої [8–10]. Аналіз отриманих даних показав (табл. 4), що кількість затраченої енергії та її вихід з отриманою продукцією залежав від низького мінерального фону на контролі сорту конопель Гляна та застосуванням класичної технології на сорті конопель посівних Лара, а також елементів технології органічного землеробства та позакореневу обробку рослин сорту Лара мікробним біопрепаратом-деструктором Біостимікс – Нива.

4. Енергетична ефективність вирощування конопель посівних

Варіанти	Всього затрачено енергії, МДж	Вихід енергії, МДж	Коефіцієнт корисної дії ФАР	Коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее)
Гляна – контроль	12874	79610	0,90	6,18
Лара класична	12852	81434	0,92	6,34
Лара органічна	13219	85576	0,97	6,47
Лара+Біостімікс-Нива	13484	90155	1,02	6,69

З енергетичної точки зору технологічний процес виробництва насіння та волокна конопель сорту Лара за системою органічного землеробства, внесення мікробного біопрепарату-деструктора Біостимікс – Нива, а особливо післядія деструктора, є найбільш ефективним, тому що коефіцієнт енергетичної ефективності підвищувався в середньому на 1,1 та 1,3 % порівняно з контролем, а вихід енергії зростав на 1,15 та 1,18 %. Ці дані практично збігаються з розрахунками біоенергетичної ефективності, що наводить у своїх роботах Г. Ф. Наумов зі співавторами [12].

Проведена енергетична оцінка свідчить про те, що впровадження органічної системи землеробства у процес вирощування конопель є енергозберігаючим заходом, який дає змогу раціонально використовувати енергоресурси, покращувати біологічну активність ґрунту, стан біоти ґрунту та його структуру і поживність [20]. Додаткове позакореневе внесення мікробного препарату-деструктора, а особливо його післядія, є енергетично затратним, але екологічно та економічно виправданим агрозаходом, який може бути рекомендований виробництву для застосування.

Висновки

Результати досліджень економічної та еколого-енергетичної ефективності вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства свідчать, що елементи технології органічного землеробства дають змогу значно покращити прибутковість виробництва. Баланс затрат класичної системи складає 15024,1 гривень, а при органічній системі – 5834,9 гривні. Різниця в 9189,2 гривні на гектарі посіву конопель посівних є дуже переконливою і є доказом, що вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства є ефективним. Проведена енергетична оцінка свідчить про те, що впровадження органічної системи землеробства у процес вирощування конопель є енергозберігаючим заходом, який дозволяє раціонально використовувати енергоресурси, покращувати біологічну активність ґрунту, стан біоти ґрунту та його структуру. Додаткове позакореневе внесення мікробного препарату-деструктора, а особливо його післядія, є енергетично затратним, але екологічно

та економічно виправданим агрозаходом, який може бути рекомендований виробництву для застосування.

Перспективи подальших досліджень. У майбутніх дослідженнях плануємо внести зміни до технологій органічного землеробства, детально їх вивчити та продовжити обрахунки економічної і еколого-енергетичної ефективності вирощування конопель посівних.

References

1. Kabantsia, V. M. (Red.). (2011). *Konopli: monohrafiia*. Sumy: Vydavnychyi budynok "Ellada" [In Ukrainian].

2. Grabovska, L., & Pnevska, I. (2009). Perspektivy vyrashivaniya promyshlennoi konopli I primeneniya konoplyanogo syriya v ES i Polshe. *Problemy i perspektyvy rozvytku galuzei lonarstva ta konoplyarstva: mizhnarodna Naukvo-praktyhnoi konferencii (10–12 lutogo 2009)*. Sumy: TOV «TD «Papirus» [In Ukrainian].

3. Moher, U. V., & Barannik, V. G. (2004). Aktualni problemy vidrodzenniya konoplyarstva v Ukraini. *Biologiya, Vyroshuvanniya, Zberigannya, ta Pervynna Pererobka Lonu i Konopel*, 3, 177–192 [In Ukrainian].

4. Kriuchkova, M. I. (2013). Vplyv tekhnolohii zbyrannia konopel na efektyvnist yikh vyroshchuvannia. *Efektyvna Ekonomika*, 10. Retrived from: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2445 [In Ukrainian].

5. Drahaitsev, V. Y., Morozov, N. M., Polukhyn, A. A., Alpatov, A. V., Stavtsev, A. N., & Hrudkyn, A. A. (2010). *Metodika ekonomicheskoj ocenki tehnologij i mashin v selskom hozyajstve*. Moskva: Rosselhozakademiya [In Russian].

6. Dragajcev, V. I. (2013). O metodike ekonomicheskoj ocenki selskohozyajstvennoj tehniki. *Selskohozyajstvennye Mashiny i Tehnologii*, 3, 15–19 [In Russian].

7. Roik, M. V., Hizbulin, N. H., & Sinchenko, V. M. (2009). *Metodychni vkazivky po vyznachenniu ekonomichnoi otsinky vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur za intensyvnymy tekhnolohiiamy*. Kyiv [In Ukrainian].

8. Tarariko, U. O., & Andriichenko, O. A. (2000). Bioenergetychna ocinka efektyvnosti zastosuvannya dobryv v zernovo-prosapnyh sivozminah. *Agroekologichnii Zhurnal*, 2, 16 [In Ukrainian].

9. Medvedovskii, O. K., & Ivanenko, P. I. (1988). *Energetychnii analiz intensyvnyh tehnologii v silskogospodarskomu vyrobnyct*vi. Kyiv Urozhai [In Ukrainian].

10. Shedei, L. A., & Gvoszdik, V. B. (2010). Effektivnost organicheskoi systemy zemledeliya v sovremennyh usloviyah agroproizvodstva. *Agrohiiya i Gruntoznavstvo. Specialnii vypusk*, 3, 296–297 [In Ukrainian].

11. Garmashov, V. V., & Fomichova, O. V. (2010). Do pytannya organichnogo silskogospodarskogo vyrobnyctva v Ukraini. *Visnyk Agrarnoi Nayky*, 7, 11–16 [In Ukrainian].

12. Naumov, G. F., Podoba, L. V., Gopcii, T. I., Yelnikova, V. A., Surikova, Ya. B. (1997). Agroekologicheskiye osnovy ispolzovaniya biopreparatov diazotrofnyh bakterii pri vyrashivanii yachmenya i amaranta v usloviyah Vostochnoi Lesostepi Ukrainy. *Mikrobiologicheskyj Zhurnal*, 59 (4), 63–70 [In Russian].

13. Mykhailova, L., & Korenivska, L. (2019). Evolutionary fundamentals for the hemp production development in Ukraine. *Ekonomika APK*, 9, 30–39. doi:10.32317/2221-1055.201909030

14. Renée, J. (2017). Hempasan Agricultural Commodity. *Congressional Research Service, March 10, 2017. Congressional Research Digital Collection*. Retrived from: https://fas.org/sgp/crs/misc/ RL32725.pdf

15. Carus, M. *The European Hemp Industry*. Retrived from: https://hempedification.wordpress.com/ 2016/08/27/hemp-production-around-the-world.

16. Rossoha, V. V. (2009). *Teoretyko-metodychni zasady formuvannya, rozvytku ta ocinuvannya, vurobnychogo potencialu silskogospodarskogo pidpryemstva*. Kyiv: NNC IAE [In Ukrainian].

17. Finansova pidtrumka fermerskyh gospodarstv u 2019 roci: pravovi pytannya. Retrived from: https://www.growhow.in.ua/finansova-pidtrymka-fermers-kykh-hospodarstv-u-2019-rotsi-pravovi-pytannia/ [In Ukrainian].

18. European Industrial Hemp Association (EIHA). Retrived from: http://eiha.org/ ?login=failed&errcode=empty_username.

19. Cai, J., Shi, G., & Hu, R. (2016). An Impact Analysis of Farmer Field School in China. *Sustainability*,

8 (2), 130–137. doi:10.3390/su8020137

20. Chavas, J. P., & Shi, G. (2015). An economic analys is of riskand agricultural technology. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 40 (1), 43–79.

Стаття надійшла до редакції 04.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Пилипченко А. В., Пісковий М. Б. Економічна та еколого-енергетична ефективність вирощування конопель посівних за технологіями органічного землеробства. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 21–27.

© Пилипченко Андрій Васильович, Пісковий Микола Борисович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.55:[631.582:631.83/02.252 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.03**

THE PRODUCTIVITY OF FIELD CROP ROTATION UNDER POTASSIUM DEFICIENT FERTILIZATION SYSTEM

H. M. Hospodarenko ORCID 0000-0002-6495-2647
A. T. Martyniuk* ORCID 0000-0002-5751-0760
V. P. Boiko ORCID 0000-0002-8139-2039

Uman National University of Horticulture, 1, Institutska str., Uman, 20300, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: martunyk_andriy_t@ukr.net

How to Cite *Hospodarenko, H. M., Martyniuk, A. T., & Boiko, V. P. (2021). The productivity of field crop rotation under potassium deficient fertilization system. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 28–36. doi: 10.31210/visnyk2021.01.03*

The study results of the effect of long-term (8 years) using potassium deficient fertilization system on changing the parameters of physical, chemical and agrochemical indicators of podzolized heavy loam black soil and the productivity of field crop rotation (winter wheat, corn, spring barley, soybean) are presented. The study was held in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It has been established that, under all agrochemical loads, the soil absorbing complex capacity does not change, but its structural reorganization takes place. Before starting the experiment, the soil absorbing complex capacity in the 0–20 cm layer was determined by 10.1 % hydrogen ions, and eight years later, under the average annual application of $N_{110}P_{60}K_{80}$, their share increased to 14.8 %. In the variants with the potash fertilizers application, the deterioration of these indicators increased. Potassium regime of the soil depended on the types and rates of fertilizers used in crop rotation. It was most affected by rates of potash fertilizers. On the areas without fertilizers at the end of the second year of four-field crop rotation, the content of labile potassium compounds in the soil decreased by 6 % as compared with the initial value, and at applying $N_{110}P_{60}$, $N_{110}P_{40}$ and $N_{110}P_{60}K_{80}$ per 1 ha of crop rotation area it decreased by 14; 5 and 3%, respectively. Long-term (since 2010) application of mineral fertilizers at a dose of $N_{110}P_{60}K_{80}$ per 1 ha of crop rotation area, in 2016–2018 contributed to an increase in winter wheat yield by 3.68 t/ha, corn by 8.34, spring barley by 2.05 and soybeans by 1.31 t/ha, while the yields on control areas without fertilizers, made 3.57 t/ha; 4.73; 3.37 and 1.71 t/ha, respectively. Moreover, potash fertilizers at nitrogen-phosphorus background at a dose of 40 kg/ha contributed to an increase in the yields of winter wheat, corn, spring barley and soybean by 7, 12; 5 and 3 %, respectively, and the crop rotation productivity rose by 8 %. A further increase in the dose of potash fertilizers to 80 kg/ha improved its productivity by only 4 %. To ensure the productivity of field crop rotation at the level of 7.55 tons/ha, it is necessary to apply potash fertilizers at a dose of 40 kg/ha (for winter wheat 40, corn – 55, spring barley – 35 and soybean – 30) annually against the background of $N_{110}P_{60}$ and plow non-marketable parts of the harvest into the ground.

Key words: *field crop rotation, fertilizer, potassium, podzolized black soil, crop yield, crop rotation productivity.*

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОЛЬОВОЇ СІВОЗМІНИ У РАЗІ КАЛІЙДЕФІЦИТНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

Г. М. Господаренко, А. Т. Мартинюк, В. П. Бойко
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Висвітлено результати досліджень впливу тривалого (8 років) застосування калійдефіцитної системи удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України на зміну параметрів фізико-хімічних і агрохімічних показників чорнозему опідзоленого важкосуглинкового та продуктивність польової сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Встановлено, що використання чорнозему опідзоленого для вирощування польових культур за різних умов удобрення не змінює ємності ґрунтового вбирного комплексу, але спричиняє його структурну перебудову. Перед закладанням досліду ємність ҐВК у шарі 0–20 см на 10,1 % визначалася іонами водню, а через вісім років у разі середньорічного внесення $N_{110}P_{60}K_{80}$ їх частка підвищилась до 14,8 %. Калійний режим ґрунту залежав від видів і доз добрив, що застосовувалися в сівозміні. Найбільше на нього впливали дози калійних добрив. Так, на ділянках без добрив у кінці другої ротації 4-пільної сівозміни вмісту рухомих сполук калію у ґрунті зменшився порівняно з вихідним значенням на 6 %, а у разі внесення $N_{110}P_{60}$, $N_{110}P_{40}$ і $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни – відповідно на 14; 5 і 3 %. Тривале (з 2010 р.) застосування мінеральних добрив у дозі $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни в середньому за 2016–2018 рр. сприяло підвищенню врожайності пшениці озимої на 3,68 т/га, кукурудзи – на 8,34, ячменю ярого – на 2,05 і сої на 1,31 т/га, врожайність на контролі без добрив відповідно 3,57 т/га; 4,73; 3,37 і 1,71 т/га. При цьому калійні добрива на азотно-фосфорному тлі в дозі 40 кг/га д. р. сприяли підвищенню врожайності пшениці озимої, кукурудзи, ячменю ярого та сої відповідно на 7; 12; 5 і 3 %, а продуктивність сівозміни підвищилася на 8 %. Подальше підвищення дози калійних добрив до 80 кг/га д. р. підвищувало її продуктивність лише на 4 %. Для забезпечення продуктивності польової сівозміни на рівні 7,55 т з. од/га необхідно щорічно на 1 га площі сівозміни вносити калійні добрива в дозі 40 кг/га д. р. (під пшеницю озиму 40, кукурудзу – 55, ячмінь ярий – 35 і сою – 30) на тлі $N_{110}P_{60}$ і заробляння у ґрунт нетоварної частини урожаю.

Ключові слова: *польова сівозміна, удобрення, калій, чорнозем опідзолений, урожайність культур, продуктивність сівозміни.*

Вступ

Проблема родючості ґрунтів в Україні залишається актуальною через значну розораність земель, недотримання науково обґрунтованих сівозмін і ґрунтоохоронних заходів [1]. Крім того, економічна криза обумовила значне зниження рівня застосування мінеральних добрив, що поглиблює проблему збереження родючості ґрунту.

Загальноприйняте положення, що чим вищі дози внесення добрив, тим вищі врожаї вже застосовується в умовах енергетичної кризи. Ефективність застосування добрив насамперед залежить від доз їх внесення. Оптимальна доза добрив повинна враховувати біологічні особливості культур і запланований рівень урожайності, погодні умови і родючість ґрунту, рівень агротехнології, розміщення культур у сівозміні та насичення її добривами, форми добрив, строки і способи їх внесення та інші чинники. Тому визначення доз добрив є одним зі складних питань сучасної агрономічної науки і практики [2, 3]. У разі систематичного застосування добрив, одержання високої врожайності сільськогосподарських культур можливе, якщо вносити значно менші дози, що пояснюється післядією добрив, унесених під попередні культури сівозміни.

Поряд з азотом і фосфором, інтерес до розв’язання проблеми калійного живлення рослин як в Україні, так і в багатьох інших країнах світу постійно зростає [4–8]. Невисока ефективність калійних добрив на ґрунтах, що сформувалися на лесових породах (каштанових, чорноземах південних, звичайних і типових) пояснюється не їх достатнім забезпеченням калієм, а з нестачею вологи, характерною для регіонів поширення цих ґрунтів, а також недосконалістю методів ґрунтової діагностики живлення рослин, що завищує або занижує оцінку стану родючості ґрунтів не лише окремих полів, але і цілих регіонів [9]. Це пояснюється тим, що до 50 % потреба рослин у калії може забезпечуватися із запасів підорних шарів ґрунту [10].

Калійний режим ґрунту та забезпеченість рослин калієм обумовлюються динамічними показниками вмісту його рухомих і фіксованих форм. Завдяки фізико-хімічним процесам ґрунт постійно прагне

до підтримання рівноваги між формами калію [4, 5]. Дані агрохімічного обстеження свідчать, що площі ґрунтів з низьким і середнім вмістом рухомих сполук калію в Україні збільшуються. Багатогранні функції калію (екологічні, фізіолого-біохімічні, агрохімічні) та реакція сільськогосподарських культур на цей біологічний елемент, що зростає в часі, потребують перегляду стратегії оцінювання забезпеченості ґрунтів та умов оптимізації живленням ним рослин [11].

Регулювання калійного режиму чорноземних ґрунтів набагато складніше, ніж фосфорного. Внесені калійні добрива поповнюють поряд з водорозчинною та обмінною й інші форми калію [4, 12]. До того ж у ґрунті калій більш рухливий, ніж фосфор, а темпи поповнення запасів рухомих сполук завдяки іншим формам зазвичай відстають від темпів засвоєння його рослинами.

Вміст калію в чорноземі опідзоленому складає 2,2 % від загальної маси ґрунту [4]. Через те, що у ґрунті існує певна рівновага між формами калію, виникають труднощі в регулюванні калійного режиму ґрунтів і в розробленні системи застосування калійних добрив під різні сільськогосподарські культури. Особливо це стосується чорноземів важкого гранулометричного складу, що добре забезпечені калієм [9].

Вважається [5, 12], що калійні добрива зміщують рівновагу між різними формами калію у ґрунті в бік підвищення рухливості його сполук, проте в часі воно не стійке, як це характерно для залишкових фосфатів. Через певний час рівновага відновлюється до рівня, що характерний певному ґрунту. Проте на чорноземі типовому в короткоротаційних сівозмінах на неудобрених ділянках упродовж 30 років спостерігалося інтенсивне зменшення вмісту рухомих сполук калію [13].

У процесі тривалого сільськогосподарського використання ґрунту без внесення добрив відбувається зменшення в ньому обмінного і водорозчинного калію. Так, на чорноземі опідзоленому Верхняцької дослідно-селекційної станції за 50 років сумарне вилучення калію культурами польової сівозміни у варіанті без добрив склало 5,5 т/га, або 6,8 % від загального вмісту, а запаси рухомих сполук калію в орному шарі ґрунту залишилися практично незмінними. Річна доза добрив $N_{50}P_{49}K_{57}$ давала змогу зберегти запаси валового калію в орному шарі на вихідному рівні – 2,2 %, а вміст його рухомих сполук при цьому збільшився на 15 % [14]. Таку ж закономірність одержано і у тривалому (50 років) досліді на чорноземі опідзоленому на дослідному полі Уманського НУС [4]. У чорноземі вилуженому важкосуглинковому за чотири ротації 7-пільної сівозміни за інтенсивності балансу калію 48–83 % вміст рухомих сполук калію у варіантах з мінеральною системою удобрення збільшився в шарі ґрунту 0–25 см на 36 %, а з органо-мінеральною – на 80 % [15]. Учені пояснюють підтримання вмісту рухомих сполук калію переходом його з важкорозчинних форм. На нашу думку, ще й відбувається інтенсивне його біопереміщення з нижніх шарів ґрунту та підґрунтя.

У чорноземі опідзоленому засвоювані водорозчинні та обмінні форми калію рослинами поступово відновлюється завдяки необмінним формам [4]. За даними [16], без внесення калійних добрив вони можуть засвоювати до 75 % калію з необмінних форм від загального його винесення з ґрунту. Встановлено [17], що вилучення калію кукурудзою в 1,5–2,0 рази перевищує вміст у ґрунті його обмінних форм. При цьому коефіцієнт кореляції між урожаєм і вмістом необміннофіксованого калію був вищий (r=0,93), ніж між урожаєм і вмістом обмінного калію (r=0,71). Проте навіть у чорноземах, з високими запасами калію, процес його переходу в рухомі форми проходить повільно, що не дає змоги при інтенсивному вирощуванні сільськогосподарських культур повністю забезпечити їх калієм [18]. Припинення внесення калійних добрив у польовій сівозміні на Миронівській дослідній станції різко знижувало врожайність культур і з часом депресія врожаїв посилювалася [19].

У Правобережному Лісостепу в польовій сівозміні встановлено, що збільшення вмісту калію в чорноземі опідзоленому відбувається у разі внесення дози калійних добрив, що становить 50 % від його винесення врожаями за умови залишення нетоварної частини врожаю на полі, а у разі її вилучення – 80 % [12]. При цьому рекомендується калійні добрива вносити під калієфільні культури, а наступні культури сівозміни будуть використовувати їх післядію.

Відмічено [20], що динаміка вмісту обмінного калію у ґрунті, зайнятому рослинами і під чистим паром була однакова. Зменшення кількості доступного калію впродовж вегетації, на думку вчених, більше залежить від переходу в необмінні форми, ніж від поглинання рослинами. Цей факт, а також відсутність стійкості позитивної дії калійних добрив на врожай культур дає змогу зробити висновок про економічну недоцільність внесення калійних добрив.

Особливість взаємодії між рослиною, добривом, ґрунтом і погодою зумовлює складність встановлення потреби культур у калії і є вузьким місцем у системі застосування калійних добрив [21]. Нині

запропоновано низку методів розрахунку доз добрив, проте вони не забезпечують належну продуктивність культур сівозміни, оскільки були розроблені для окремих пріоритетних культур, а не для всієї сівозміни [22–24].

У тривалому досліді на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті встановлено, що поліпшення калійного стану ґрунту не пропорційне дозам калійних добрив. Подібно цій закономірності формується і продуктивність сівозміни [25]. Тому вчені роблять висновок, що класичні системи удобрення є витратними щодо досягнення бездефіцитного балансу калію.

Для оптимізації мінерального живлення в польових сівозмінах і підвищення родючості сірого лісового ґрунту Правобережного Лісостепу з середніми агрохімічними показниками в господарствах рослинницького напрямі рекомендується максимально залучати нетоварну частину врожаю та вносити невисокі дози калійних добрив (K_{50}) [26].

На чорноземі типовому Лівобережного Лісостепу в польових сівозмінах на 10–15 років можуть впроваджуватися системи удобрення, які не покривають винесення калію. Можливість подальшого застосування таких систем удобрення необхідно визначати контролем основних агрохімічних показників ґрунту [27].

Незважаючи на від'ємний баланс калію на чорноземах Молдови, більшість сільськогосподарських культур не реагують на внесення калійних добрив [6]. У разі оптимальної системи удобрення потреба в калійних добривах повністю відсутня для ячменю озимого і ярого, кукурудзи на зерно і силос, гороху. Потреба у внесенні 40 кг K_2O/га встановлена для пшениці озимої, буряка цукрового, соняшнику, картоплі та овочів.

Отже, з огляду на наукові джерела, рекомендовані в довідковій літературі дози калійних добрив зазвичай не враховують залишкового вмісту у ґрунті рухомих форм калію і були розраховані за умов видалення нетоварної частини урожаю з поля. Тому в умовах енергетичної кризи важливо встановити мінімально оптимальну дозу калійних добрив, щоб не знижувати продуктивність культур сівозміни і вміст рухомих сполук калію у ґрунті. При цьому необхідно врахувати, що порівняно з азотним і фосфатним, калійний режим чорноземів важкого гранулометричного складу більш стабільний завдяки переходу калію в обмінну форму з важкорозчинних сполук і біологічного переміщення його з нижніх шарів ґрунту. Тому не завжди доцільно забезпечувати додатковий або навіть урівноважений його баланс у сівозміні.

Мета досліджень – встановити зміни якості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу та продуктивності короткоротаційної польової сівозміни у разі тривалого застосування калійдефіцитної системи удобрення на тлі заробляння у ґрунт нетоварної частини врожаю.

Серед *завдань* досліджень: визначення зміни фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту, структури ґрунтового вбирного комплексу, калійного режиму ґрунту у разі тривалого застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні; встановлення впливу калійних добрив на врожайність культур і продуктивність польової сівозміни та визначення оптимальних доз калійних добрив під сільськогосподарські культури на тлі заробляння у ґрунт нетоварної частини урожаю.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді (№ 87 реєстрації НААН України) (табл. 1).

1. Схема досліду

Варіант досліду (насиченість добривами 1 га площі сівозміни)	Сівозміна			
	пшениця озима	кукурудза	ячмінь ярий	соя
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
$N_{110}P_{60}$	$N_{150}P_{60}$	$N_{160}P_{60}$	$N_{70}P_{60}$	$N_{60}P_{60}$
$N_{110}P_{60}K_{80}$ (виробничий контроль)	$N_{150}P_{60}K_{80}$	$N_{160}P_{60}K_{110}$	$N_{70}P_{60}K_{70}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
$N_{110}P_{60}K_{40}$	$N_{150}P_{60}K_{40}$	$N_{160}P_{60}K_{55}$	$N_{70}P_{60}K_{35}$	$N_{60}P_{60}K_{30}$

Дослід закладено на дослідному полі Уманського НУС одночасно на чотирьох полях з послідовним розміщенням варіантів і триразовим повторенням. Загальна площа дослідної ділянки 110 м^2, облікова – 72 м^2. У варіанті досліду виробничого контролю доза добрив розрахована за середньорічним

господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліду складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз калійних добрив.

Відповідно до схеми досліду застосовували такі види мінеральних добрив: аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Фосфорні та калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію та в підживлення пшениці озимої. Вирощували пшеницю озиму сорту Місія одеська, ячмінь ярий сорту Командор, сою сорту Аннушка і гібрид кукурудзи ДКС 3730.

Збирання врожаю зерна й насіння проводили прямим комбайнуванням. Нетоварну частину врожаю культур сівозміни (солому, стебелиння) залишали на полі на добриво.

Відбирання ґрунтових проб і підготовку їх до аналізу проводили згідно з вимогами ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007. У ґрунтових зразках визначали такі показники: вміст загального вуглецю за методом Тюрина в модифікації Симакова згідно з ДСТУ 4289:2004; кислотність ґрунту pH_{KCl} – на іономірі згідно з ДСТУ ISO 10390-2007; гідролітичну кислотність – за методом Каппена згідно з ДСТУ 7537:2014; вміст увібраних основ – згідно з МВВ 31–497058–007–2005; суму ввібраних основ – за методом Каппена–Гільковиця згідно з ГОСТом 27821–88; ємності катіонного обміну ґрунтом і насиченості основами – ДСТУ ISO 11260-2001; вміст азоту легкогідролізованих сполук за методом Корнфілда згідно з ДСТУ 7863:2015; рухомі сполуки фосфору й калію – вилученням їх розчином 0,5 Н оцтової кислоти з подальшим фотоколориметруванням за модифікованим методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115-2002.

Для статистичної обробки результатів досліджень і визначення достовірності одержаних експериментальних даних використовували пакет стандартних програм (ПІК «Agrostat», MSOffice Excel).

Результати досліджень та їх обговорення

Величина зміни реакції ґрунтового середовища та фізико-хімічних показників ґрунтів, а також зміщення потенціальної кислотності під впливом добрив залежить від багатьох чинників, які, своєю чергою, впливають на їх ефективність [28].

Дослідження свідчать, що інтенсивність тривалого застосування добрив позначилась на структурі ґрунтового вбирного комплексу чорнозему опідзоленого (табл. 2). Так, на ділянках із внесенням $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни гідролітична кислотність у шарі ґрунту 0–20 см збільшилася з 2,78 до 3,83 смоль/кг, зменшилась сума поглинутих основ на 3,10 смоль/кг, погіршилася реакція ґрунтового середовища (на 0,3 од. pH_{KCl}). У варіантах з удобренням посилювалось погіршення цих показників, особливо у разі внесення високої дози калійних добрив.

Вважається [3, 4, 29], що найбільший вплив на вміст рухомих сполук калію у ґрунті мають його фізико-хімічні особливості, дози калійних добрив, баланс калію, структура сівозміни і особливості використання нетоварної частини урожаю. Незначне зниження вмісту рухомих сполук калію у разі низької дози калійних добрив не може бути обґрунтуванням відмови від їх застосування на чорноземах. Їх насамперед необхідно вносити під калієфільні культури з метою забезпечення збалансованого мінерального живлення [3, 4, 11].

2. Зміна фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту в шарі 0–20 см у разі тривалого (з 2010 р.) застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні (в середньому по чотирьох полях, 2016–2018 рр.)

Варіант досліду	Вміст гумусу, %	pH_{KCl}	Hr	S	ЄКО	V, %	Вміст у ґрунті, мг/кг		
			смоль/кг				$N_{легк}$	P_2O_5	K_2O
Перед закладанням досліду	3,81	5,80	2,78	24,8	27,6	89,9	105	106	132
Без добрив (контроль)	3,71	5,53	2,86	24,6	27,5	89,6	98	92	124
$N_{110}P_{60}$ – фон	3,85	5,53	3,33	23,3	26,6	87,5	116	113	114
Фон + K_{40}	4,04	5,48	3,70	22,8	26,2	87,0	118	113	125
Фон + K_{80}	4,09	5,43	3,83	21,7	25,9	83,7	119	112	128

Як видно з даних табл. 2, вміст рухомих сполук калію в шарі ґрунту 0–20 см у всіх варіантах досліду, за винятком варіанту $N_{110}P_{60}$, залишався підвищеним, тобто більше 120 мг/кг. Отже, незважаючи на значні запаси валового калію в чорноземі опідзоленому важкосуглинковому, на ділянках без за-

стосування калійних добрив проходить зниження вмісту його рухомих сполук. Це свідчить про те, що ґрунт не встигає поповнювати засвоєний на формування врожаю вміст рухомих сполук калію.

Одержані дані підтверджують дослідження інших учених [1, 4] які встановили, що на чорноземах типових, вилужених і опідзолених підвищення вмісту рухомих сполук калію спостерігаються при дозі калійних добрив, що покриває вилучення його з ґрунту на 75 %. Це можна пояснити також і біопереміщенням калію з нижніх шарів ґрунту і материнської породи.

Продуктивність культур сівозміни є найбільш мінливим й інтегральним показником їхньої життєдіяльності, у якому акумулюється генетичний потенціал рослин, родючість ґрунту, погодні умови та складники технології вирощування [3]. Зазвичай рівень продуктивності пшениці озимої прямо залежить від забезпеченості азотним живленням.

Дослідження показали, що у разі внесення в польовій сівозміні повного мінерального добрива врожайність пшениці озимої в середньому за три роки становила 7,02–7,25 т/га, що на 3,45–3,68 т/га більше порівняно з ділянками без добрив (табл. 3).

3. Вплив калійних добрив на врожайність культур і продуктивність польової сівозміни, 2016–2018 рр.

Варіант досліду	Урожайність, т/га				Продуктивність сівозміни, т з. од/га
	пшениця озима	кукурудза	ячмінь ярий	соя	
Без добрив (контроль)	3,57	4,73	3,37	1,71	3,80
$N_{110}P_{60}$ – фон	6,60	10,60	5,16	2,70	6,90
Фон + K_{40}	7,02	12,26	5,29	2,94	7,55
Фон + K_{80}	7,25	13,07	5,42	3,02	7,85
$НІР_{05}$	*0,25–0,34*	*0,46–0,64*	*0,22–0,28*	*0,12–0,16*	

Калійні добрива на азотно-фосфорному фоні в дозі 40 кг/га д. р. сприяли підвищенню врожайності пшениці озимої, кукурудзи, ячменю ярого та сої відповідно на 7; 12; 5 і 3 %. На чорноземі типовому Харківської області дія калійних добрив на озиму пшеницю також була неістотною, приріст урожаю на 88 % визначався дією азотних добрив [30].

Відомо, що кукурудза, навіть у разі вирощування на чорноземних ґрунтах, висуває підвищенні вимоги до умов мінерального живлення та удобрення. Як показали проведенні дослідження, найбільше вона реагує на внесення азотних і фосфорних добрив (див. табл. 3). Менший вплив на формування врожаю кукурудзи мало застосування в сівозміні калійних добрив. Внесення їх у дозі 80 кг/га д. р. на азотно-фосфорному тлі ($N_{160}P_{60}$) підвищували урожайність зерна в середньому за три роки досліджень – на 2,47 т/га або на 23 %, а внесення у дозі 40 кг д. р/га знижувало врожайність лише на 6 %.

Ячмінь ярий найінтенсивніше засвоює поживні речовини упродовж короткого проміжку часу – від фази кущіння до початку колосіння, тому добре реагує на внесення мінеральних добрив і їх післядію [31]. Проте є дані [32], що ячмінь досить стійка культура до стресових умов середовища, не проявляє депресії, але й слабко збільшує врожайність при високих дозах мінеральних добрив. Величина приросту врожайності інтенсивно зростає до рівня $N_{60}P_{90}K_{60}$, а потім темпи приросту різко знижуються і в інтервалі $N_{100}P_{150}K_{100}$ до $N_{160}P_{240}K_{160}$ можуть бути лише 0,1 т/га. Тому окупність 1 кг NPK приростами урожаю зерна різко зменшуються з підвищенням дози мінеральних добрив, а оптимальна перебуває в межах $N_{20–60}P_{30–90}K_{20–60}$.

У Східному Лісостепу на чорноземі типовому найдоцільнішим було внесення під ячмінь ярий $N_{40}P_{40}K_{40}$, що забезпечує найвищий приріст врожаю зерна (1,1 т/га) порівняно з окремими видами добрив, так і в разі їх парних поєднань. При цьому азотні добрива обумовили 53 % приросту врожаю від сумарної дії NPK, фосфорні – 35, а калійні – 12 %. Крім того, азотні добрива є не тільки засобом підвищення врожайності, але й необхідною передумовою (фоном) для ефективного застосування фосфорних і калійних добрив [32].

Як показали проведенні дослідження, врожайність ячменю ярого змінювалась від 3,37 до 5,42 т/га залежно від доз і поєднань добрив у польовій сівозміні (див. табл. 3). Систематичне застосування добрив у сівозміні сприяло підвищенню врожайності зерна на 1,79–2,05 т/га залежно від варіанту досліду. При цьому варто зазначити, що в середньому за три роки проведення досліджень у варіанті досліду Фон + K_{40} відмічено лише тенденцію до зниження врожайності. Тобто ячмінь ярий може ефектив-

но використовувати післядію добрив, унесених від попередників і не потребує високих доз калійних добрив.

Приріст урожайності від калійних добрив, що вносяться в сівозміні в дозі 80 кг/га д. р., на азотно-фосфорному фоні становив 5 %. Тому система застосування добрив під ячмінь ярий передовсім повинна бути направлена на оптимізацію азотного і фосфорного живлення рослин.

Застосування мінеральних добрив у сівозміні підвищувало врожайність сої на 0,99–1,31 т/га або на 58–76 % залежно від варіанту досліду. При цьому найбільші її прирости були отримані у разі внесення повного мінерального добрива ($N_{60}P_{60}K_{60}$), а зниження частки калійного складника до 30 кг д. р/га істотно не впливало на врожайність сої.

Калійні добрива на азотно-фосфорному тлі ($N_{110}P_{60}$) в дозі 40 кг/га д. р. сприяли підвищенню продуктивність сівозміни на 8 %. Подальше підвищення дози калійних добрив з 40 до 80 кг/га д. р. підвищувало її продуктивність лише на 4 %.

Висновки

1. Використання чорнозему опідзоленого для вирощування польових культур при різному агрохімічному навантаженні не змінює ємності ҐВК, але спричиняє його структурну перебудову. Перед закладанням досліду ємність ҐВК у шарі 0–20 см на 10,1 % визначається іонами водню, за середньорічного внесення $N_{110}P_{60}K_{80}$ упродовж восьми років їх частка підвищилась до 14,8 %.

2. Інтенсивність удобрення сільськогосподарських культур позначилась на структурі ґрунтового вбирного комплексу. На ділянках із внесенням $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни гідролітична кислотність у шарі ґрунту 0–20 см збільшилася з 2,78 до 3,83 смоль/кг, зменшилась сума поглинутих основ на 3,10 смоль/кг, погіршилася реакція ґрунтового середовища (на 0,3 од. pH_{KCl}). У варіантах зі внесенням калійних добрив посилювалось погіршення цих показників.

3. Від особливостей застосування добрив у польовій сівозміні залежить калійний режим ґрунту. На ділянках без добрив вміст рухомих сполук калію у ґрунті зменшився порівняно з вихідним значенням на 6 %, а в разі внесення $N_{110}P_{60}$, $N_{110}P_{40}$ і $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни – відповідно на 14; 5 і 3 %.

4. Тривале (з 2010 р.) застосування мінеральних добрив у дозі $N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га площі сівозміни у середньому за 2016–2018 рр. сприяло підвищенню врожайності пшениці озимої на 3,68 т/га, кукурудзи – на 8,34, ячменю ярого – на 2,05 і сої на 1,31 т/га, врожайність на контролі без добрив відповідно становила 3,57 т/га; 4,73; 3,37 і 1,71 т/га. При цьому калійні добрива на азотно-фосфорному тлі в дозі 40 кг/га д. р. сприяли підвищенню врожайності пшениці озимої, кукурудзи, ячменю ярого та сої відповідно на 7; 12; 5 і 3 %, а продуктивність сівозміни підвищилася на 8 %. Подальше підвищення дози калійних добрив до 80 кг/га д. р. підвищувало її продуктивність лише на 4 %.

5. Для забезпечення продуктивності польової сівозміни на рівні 7,55 т з. од/га необхідно щорічно на 1 га площі сівозміни вносити калійні добрива в дозі 40 кг/га д. р. (під пшеницю озиму 40, кукурудзу – 55, ячмінь ярий – 35 і сою – 30) на тлі $N_{110}P_{60}$ і заробляння у ґрунт нетоварної частини урожаю.

Перспективи подальших досліджень. Оскільки відбулося лише дві ротації чотирипільної сівозміни, то вивчення динаміки показників якості ґрунту та продуктивності культур за умови залишення на полі на добриво нетоварної частини урожаю упродовж тривалішого терміну є перспективним напрямом досліджень.

References

1. Medvedev, V. V., Plisko, I. V., Nakisko, S. H., & Titenko, H. V. (2018). *Soil degradation in the world, the experience of its prevention and overcoming*. Kharkiv: Stylna Typohrafiia [In Ukrainian].

2. Marschner, P. (Ed.) (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd edition.* Amsterdam, Netherlands: Elsevier/Academic Press

3. Hospodarenko, H. M. (2019). *Ahrokhimiia*. Kyiv: TOV «SIK HRUP UKRAINA» [In Ukrainian].

4. Nikitina, O. V. (2017). Zmina kaliinoho stanu chornozemu opidzolenoho za tryvaloho zastosuvannia dobryv u polovii sivozmini v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Candidate's tyesis*. Kharkiv [In Ukrainian].

5. Prokoshev, V. V., & Derjugin, I. P. (2000). *Kalij i kalijnye udobrenija* Moskva: Ledum [In Russian].

6.Krupenikov, I. A. (2008). Chernozemy. *Vozniknovenija, sovershenstvo, tragedija degradacii, puti ohrany i vozrozhdenija*. Kishinev: Pontos [In Russian].

7. Safoora, A. (2010). Influence of different potassium fertilizer sources on sunflower production. *19 th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (16-18), 1–6 August 2010*. Brisbane – Australia.

8. Bernardi, A. C., Gimenez, L. M., & Machado, P. L. O. A. (2011). Variable-Rate Application (VRA) of potassium fertilization for soybean in Brazil. *Electronic International Fertilizer Correspondent. Quarterly correspondent from IPI. International potash institute*, 27, 14–18.

9. Hristenko, A. A. (2018). Plodorodie pochv Ukrainy i jeffektivnost' udobrenij. *Agrohimija i rruntoznavstvo (specvipusk),* 2, 234–235 [In Russian].

10. Köster, W. (1990). Nährstoffbilanzen landwirtschaftlich genutzter Boden und Auswirkungen auf die Düngung. *Wasser + Boden*, 42 (5), 330–360.

11. Nosov, V. V. (2002). Znachenie kalijnyh udobrenij dlja sohranenija jekologicheskogo ravnovesija. *Plodorodie*, 2, 28–30 [In Russian].

12. Hospodarenko, H. M. (2001). Rozrobka ta obhruntuvannia intehrovanoi systemy udobrennia v polovii sivozmini na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Doctor's tyesis*. Kyiv [In Ukrainian].

13. Tsvei, Ya. P. (2015). Formuvannia rodiuchosti gruntu v korotkorotatsiinykh sivozminakh Lisostepu. *Zemlerobstvo*, 1, 56–59 [In Ukrainian].

14. Martynovich, L. I., & Martynovich, N. N. (1992). Vlijanie 50-letnego primenenija organicheskih i mineral'nyh udobrenij na plodorodie chernozema opodzolennogo Central'noj Lesostepi Pravoberezh'ja USSR. Soob. 4. Vlijanie sistematicheskogo primenenija udobrenij na kalijnyj rezhim pochvy v zernosveklovichnom sevooborote. *Agrohimija*, 6, 23–28 [In Russian].

15. Ivojlov, A. V., & Malova, A. V. (1993). Vlijanie osnovnyh vidov udobrenij i ih sochetanij pri dlitel'-nom primenenii na urozhajnost' kul'tur, kachestvo produkcii i agrohimicheskie pokazateli chernozema vishhelochennogo. *Agrohimija*, 3, 25–38 [In Russian].

16. Kulakovskaja, T. N. (1990). *Optimizacija agrohimicheskoj sistemy pochvenogo pitanija rastenij*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].

17. Oniani, O. G. (1981). *Agrohimija kalija*. Moskva: Nauka [In Russian].

18. Fateev, A. I. (2002). *Lokal'nyj sposob vnesenija udobrenij. Pochveno-agrohimicheskie aspekty*. Harkov [In Russian].

19. Getmanec, A. Ja., Gvinenko, N. V., & Gubenko, V. A. (1973). *Vlijanie dlitel'nogo primenenija udobrenij na plodorodie pochv i produktivnost' sevooborotov. Rezul'taty poluvekovogo sravnitel'nogo izuchenija vlijanija navoza i mineral'nyh udobrenij na plodorodie moshhnogo slabovyshhelochennogo chernozema i produktivnost' kul'tur sveklovichnogo sevooborota*: Vypusk IV. Moskva: Kolos [In Russian].

20. Gapienko, A. A., & Sychevskij, M. E. (2000). Rezul'taty tridcatipjatiletnego izuchenija jeffektivnosti kalijnyh udobrenij v polevyh sevooborotah Predgornogo Kryma. *Nauchnye trudy Krymskogo GAU*, 66, 79–83. [In Russian].

21. Hristenko, A. A, Miroshnichenko, N. N., & Gladkih, E. Ju. (2013). R*ekomendacii po jeffektivnomu ispol'zovaniju kalijnyh udobrenij na pochvah Ukrainy*. Har'kov [In Russian].

22. Gamajunova, V. V., & Filip'ev, I. D. (1997). Opredelenie doz udobrenij pod sel'skohozjajstvenye kul'tury v uslovijah oroshenija. *Visnik Agrarnoї Nauki*, 5, 15–19 [In Russian].

23. Litvak, Sh. I. (2012). Sistemnyj pohod k agrohimicheskim issledovanijam. *Plodorodie*, 2, 12–14 [In Russian].

24. Hospodarenko, H. M. (2020). *Praktykum z ahrokhimii*. Kyiv: TOV «SIK HRUP UKRAINA» [In Ukrainian].

25. Dehodiuk, S. E., Shtupun, N. V, & Chernyshenko, I. I. (2002). Transformatsiia kaliiu v dernovo-pidzolystomu grunti Polissia pry udobrenni. *Ahrokhimiia i Gruntoznavstvo (spetsvypusk)*, 203–205 [In Ukrainian].

26. Kyrychenko, A. V. (2015). Transformatsiia spoluk fosforu u siromu lisovomu grunti za riznykh system udobrennia kultur polovoi sivozminy v Pravoberezhnomu Lisostepu. *Candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].

27. Dotsenko, O. V. (2013). Vplyv tryvaloho zastosuvannia dobryv na ahrokhimichni pokaznyky chornozemu typovoho ta efektyvnist resursnooshchadnykh system udobrennia. *Candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].

28. Hospodarenko, H. M., Prokopchuk, I. V., Cherno, O. D., Boiko, V. P. (2019). Zmina fizyko-khimichnykh pokaznykiv chornozemu opidzolenoho v sivozmini zalezhno vid riznoho udobrennia. *Naukovi Horyzonty*, 7 (80), 56–62 [In Ukrainian].

29. Tsvei, Ya. P., & Mazur, H. M. (2001). Osoblyvosti vplyvu systemy udobrennia tsukrovykh buriakiv na fond obminnoho kaliiu chornozemu vyluhovanoho. *Ahroekolohichnyi Zhurnal*, 2, 55–57 [In Ukrainian].

30. Kozakov, A. A., & Zalizovs'kij, V. S. (1976). Stepen' vlijanija azota, fosfora i kalija udobrenij na ozimuju pshenicu v uslovijah moshhnyh chernozemov USSR. *Agrohimija*, 2, 63–67 [In Russian].

31. Hospodarenko, H. M., & Stasinievych, O. Yu. (2006). Urozhainist i yakist zerna sortiv yaroho yachmeniu za tryvaloho zastosuvannia dobryv u polovii sivozmini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomor'ia*, 4 ((37)1), 39–40 [In Ukrainian].

32. Miroshnychenko, M. M. (Red.). (2010). *Upravlinnia yakistiu zerna yachmeniu*. Kharkiv: Kharkivskyi NAU im. V. V. Dokuchaieva [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 15.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Продуктивність польової сівозміни у разі калій-дефіцитної системи удобрення. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 28–36.

© Господаренко Григорій Миколайович, Мартинюк Андрій Тимофійович, Бойко Василь Петрович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.52:631.5 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.04**

EFFECTIVENESS OF FERTILIZER APPLICATION ON SOYBEAN AREAS IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

T. P. Shepilova* ORCID 0000-0002-1439-0439
D. I. Petrenko ORCID 0000-0002-3151-8123
S. M. Leshchenko ORCID 0000-0001-9339-4691
I. O. Skrynnik ORCID 0000-0002-2659-894X
D. Yu. Artemenko ORCID 0000-0002-6633-0470

Central Ukrainian National Technical University, 8, Universytetskyi Ave., Kropyvnytskyi, 25006, Ukraine,
**Corresponding author*
E-mail: shepilova.tamara@gmail.com

How to Cite

Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., Skrynnik, I. O., & Artemenko, D. Yu. (2021). Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 37–42. doi: 10.31210/visnyk2021.01.04

Considerable soybean spreading is stipulated by particularly valuable content of nutrients, high economic efficiency of production, as well as the universal nature of using for food, feed and technical purposes. With the introduction of adapted early-maturing soybean varieties into production, the problem has arisen of ensuring guaranteed annual formation of high-quality seed yield. An important reserve for increasing soybean productivity is to improve fertilization conditions by applying micro-fertilizers. They make it possible to implement the potential productivity of modern intensive soybean varieties better, improve the development of root system, increase photosynthesis activity, and increase the number of nodules, beans and seeds. The research objective is to identify the influence of mineral fertilizers and seed treatment with micro-fertilizers on the productivity of the early-ripening Zolushka soybean variety in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. The task is to determine the effect of fertilizers on the plant height and weight, the number of nodules, and formation of structural elements of soybean yield. The research was conducted during 2018–2020 in the Northern Steppe of Ukraine. Weather conditions of the research period were characterized by uneven distribution of precipitation during soybean growing season. The results of the study show that using fertilizers has a positive effect on soybean productivity. The maximum height and weight of plants were observed at the application of $N_{15}P_{15}K_{15}$ fertilizers and Nano-mineralis – 79.8 cm and 54.0 g, respectively. The using of micro-fertilizers had a positive effect on nodule formation; their number increased by 2.9–4.2 pieces, or 8.0–11.5 %. At the background of mineral fertilizers, the number of nodules was smaller by an average of 6.9 %. The largest number of beans and seed weight were formed at using Nano-mineralis and $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 23.8 pieces and 4.17 g, which was more than the absolute control by 23.3 and 16.8 %, respectively. The application of $N_{15}P_{15}K_{15}$ at sowing provided an increase in productivity of 0.11 t/ha (7.2 %). Using Reacom micro-fertilizer resulted in the yield increase by 0.09–0.10 t/ha (5.9–6.1 %). The highest productivity was ensured by applying mineral fertilizers and Nano-mineralis – 1.82 t/ha, where the productivity increase in comparison with the absolute control made 0.29 t/ha (19.0 %).

Key words: *soybean, fertilizers, plant height, plant weight, number of beans, yield.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Т. П. Шепілова, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, І. О. Скриннік, Д. Ю. Артеменко
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Значне поширення сої зумовлене особливо цінним вмістом у її складі поживних речовин, високою економічною ефективністю виробництва, а також універсальним характером використання в харчових, кормових і технічних цілях. З упровадженням у виробництво адаптованих ранньостиглих сортів сої виникла проблема забезпечення гарантованого щорічного формування якісного врожаю насіння. Важливим резервом підвищення урожайності сої є поліпшення умов живлення за допомогою внесення мікродобрив. Вони дають можливість більш повно реалізувати потенційну продуктивність сучасних сортів сої інтенсивного типу, покращують розвиток кореневої системи, підвищують активність фотосинтезу, збільшують кількість бульбочок, бобів та насіння. Мета досліджень – виявити вплив мінеральних добрив та обробки насіння мікродобривами на продуктивність ранньостиглого сорту сої Золушка в умовах північного Степу України. Завдання – визначити вплив добрив на висоту і масу рослин, кількість бульбочок, формування елементів структури врожаю сої. Результати проведених досліджень свідчать, що застосування добрив має позитивний вплив на продуктивність сої. Найбільша висота і маса рослин відмічена при застосуванні $N_{15}P_{15}K_{15}$ та Нано-мінераліс – 79,8 см і 54,0 г відповідно. Застосування мікродобрив мало позитивний вплив на формування бульбочок, їх чисельність зростала на 2,9–4,2 шт., або 8,0–11,5%. На фоні мінеральних добрив кількість бульбочок була меншою в середньому на 6,9%. Більша кількість бобів формувалась на фоні мінеральних добрив, приріст становив 11,9%. Застосування мікродобрив сприяло збільшенню числа бобів на 1,1–2,2 шт. (5,0–10,2%), на фоні без мінеральних добрив – на 0,9–1,8 шт. (4,7–9,3%). Найбільша кількість бобів і маса насіння утворилась при використанні Нано-мінераліс і $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 23,8 шт. і 4,17 г, що більше за абсолютний контроль на 23,3 та 16,8 % відповідно. Внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ при сівбі забезпечило прибавку врожаю 0,11 т/га (7,2 %). Мікродобриво Нано-мінераліс було більш ефективним, прибавка складала 0,13 т/га (8,5 %), на фоні $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 0,18 т/га (11,0%). Застосування мікродобрива Реаком дало приріст врожаю 0,09–0,10 т/га (5,9–6,1 %). Найбільшу врожайність забезпечило застосування мінеральних добрив і Нано-мінераліс – 1,82 т/га, де прибавка врожаю до абсолютного контролю складала 0,29 т/га (19,0 %).

***Ключові слова**: соя, добрива, висота рослин, маса рослин, кількість бобів, урожайність.*

Вступ

У розв’язанні проблеми дефіциту продовольчих ресурсів, яка існує зараз у світі, важлива роль відводиться саме сої, оскільки в сучасних умовах білок і жир – найцінніші сировинні продукти світового ринку [1–3].

В Україні з кожним роком попит на зерно сої зростає, але у виробничих умовах її урожайність залишається невисокою і нестабільною. Причиною цього є недотримання технології вирощування, зокрема недостатнє внесення добрив, що унеможливлює використання продуктивного потенціалу сучасних сортів [4, 5].

Дослідження науковців свідчать про позитивний вплив мінерального живлення в поєднанні з мікроелементами на врожайність та біохімічні показники насіння сої [6, 7]. Ефективність дії добрив залежить від дози, ґрунту, групи стиглості сорту, кліматичних умов, отже, потребує більш детального вивчення [8, 9]. Забезпечення рослин сої елементами мінерального живлення створює умови нормального росту й розвитку культурних рослин і сприяє підвищенню їхньої конкурентоспроможності відносно бур’янів [10, 11]. Нестача макро- і мікроелементів знижує врожайність, зумовлює ураження хворобами, погіршує якість насіння [12, 13].

Відомо, що обробка насіння мікродобривами – найбільш ефективний спосіб забезпечення рослин поживними речовинами в початковий період їх росту і розвитку [14, 15]. Це дає можливість більш повно реалізувати потенційну продуктивність сучасних сортів сої інтенсивного типу, зважаючи на краще забезпечення рослин елементами мінерального живлення, що сприяє підвищенню активності фотосинтезу та симбіотичної фіксації азоту. Адже при обробці насіння прискорюється його проростання через активацію гідролізуючих ферментів, сходи з’являються дружніші, більш сильні, з потуж-

ною кореневою системою [16].

Дослідження, проведені в умовах Правобережного Лісостепу, показали, що максимальна реалізація генетичного потенціалу, а, як результат, і показників індивідуальної продуктивності сортів сої Горлиця та Вінничанка створюється за умови передпосівної обробки насіння хелатним мікродобривом Мікрофол Комбі (150 г/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазу бутонізації (0,5 кг/га) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ [17].

В умовах Лісостепу Західного кращі показники структури врожаю забезпечують внесенням повного мінерального добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, обробкою насіння Ризогуміном та мікродобривом Вуксал. При цьому в рослин спостерігається найвище прикріплення нижніх бобів (15,9 см), максимальна кількість бобів (25,4 шт.), насінин (49,8 шт.) на одній рослині, маса 1000 насінин (179,1 г), маса насіння з рослини (7,97 г), урожайність (3,62 т/га) [18].

Доведено, що позакореневе підживлення хелатними мікродобривами в умовах Лісостепу України забезпечує збільшення урожайності сої на 10–15 % [19].

На дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся застосування позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Оіл Сід та Квантум-Олійні дає змогу збільшити врожайність посівів сої до 15 %. Високу врожайність сорту ЕС Ментор (3,11 т/га) та сорту Кассіді (3,06 т/га) забезпечує сумісне використання обробки насіння інокулянтом Легум Фікс та позакореневим підживленням посівів Вуксал Оіл Сід з нормою витрати 2,0 л/га [20].

Отже, застосування добрив є важливим компонентом технології вирощування сої, який має істотний вплив на її продуктивність.

Мета досліджень – виявити вплив мінеральних добрив та обробки насіння мікродобривами на продуктивність ранньостиглого сорту сої Золушка в умовах Північного Степу України. *Завдання* – визначити вплив добрив на висоту і масу рослин, кількість бульбочок, формування елементів структури врожаю сої.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2018–2020 рр. в умовах Північного Степу України. Агротехніка загальноприйнята для зони вирощування. Ґрунт – чорнозем звичайний, середньогумусний, глибокий, важкосуглинковий. Вміст гумусу становить 4,4 %, азоту, що легко гідролізується – 10,9 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 5,1 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 13,3 мг/100 г ґрунту. Погодні умови років досліджень характеризувалися нерівномірним розподілом опадів протягом періоду вегетації сої. В окремі періоди росту рослини сої потерпали від нестачі вологи і високих температур, що мало негативний вплив на рівень врожайності.

Двофакторний польовий дослід закладали відповідно до загальноприйнятих методик. Фактор А (мінеральні добрива): 1. Контроль (без добрив); 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$ під час сівби. Фактор В (мікродобрива): 1. Контроль (без обробки); 2. Реаком (3л/т); Нано-мінераліс (0,1 л/т). У контрольному варіанті насіння обприскували водою. Обробку насіння мікродобривами проводили до сівби згідно зі схемою досліду. Вивчали ранньостиглий сорт сої Золушка. Оригінатор сорту Інститут сільського господарства Степу НААН.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що застосування добрив сприяє формуванню більшої маси і висоти рослин, площі листя та покращує біологічну фіксацію азоту [10, 12, 19].

Визначення висоти рослин у фазі наливу насіння показало, що мікродобрива сприяли її збільшенню до контрольного варіанту на 1,0–2,5 см, що становить 1,3–3,3 %. На фоні мінеральних добрив приріст становив 1,0–2,4 см, або 1,3–3,1 % (табл. 1). Комплексне застосування добрив сприяло суттєвому збільшенню висоти рослин, з мікродобрив більш ефективним був Нано-мінераліс.

Найбільша сира маса рослин відмічена у варіанті застосування $N_{15}P_{15}K_{15}$ та Нано-мінераліс – 54,0 г, що більше, ніж абсолютний контроль на 5,1 г, або 10,4 %. У варіанті з Реаком приріст становив 4,1 г, або 8,4 %.

1. Вплив добрив на висоту і масу рослин у фазі наливу насіння (середнє за 2018–2020 рр.)

Мінеральні добрива	Мікродобрива	Висота рослин, см	Маса рослин, г	Кількість бульбочок, шт.
Контроль (без добрив)	Контроль (без обробки)	75,2	48,9	36,4
	Реаком 3л/т	76,2	51,0	39,3
	Нано-мінераліс 0,1 л/т	77,7	51,4	40,6
$N_{15}P_{15}K_{15}$	Контроль (без обробки)	77,4	51,4	35,1
	Реаком 3л/т	78,4	53,0	36,1
	Нано-мінераліс 0,1 л/т	79,8	54,0	37,1

Відомо, що мікродобрива мають позитивний вплив на симбіотичний апарат сої, сприяють розвитку кореневої системи, стимулюють утворення бульбочок [15, 18]. Кількість бульбочок з рослини становила 35,1–40,6 шт. Найбільше їх утворилось у варіанті з Нано-мінераліс – 40,6 шт., що більше, ніж контроль на 4,2 шт. (11,5 %). У варіанті з Реаком їх чисельність збільшилася на 2,9 шт. (8,0 %).

Зниження кількості бульбочок спостерігалось у варіантах, де вносили мінеральні добрива при сівбі (35,1–37,1 шт.).

Дослідження свідчать, що добрива мають значний вплив на елементи структури врожаю сої. Більша кількість бобів формувалась на фоні мінеральних добрив. У варіанті, де їх вносили при сівбі, чисельність бобів була вищою за контроль на 2,3 шт., або 11,9 % (табл. 2). Застосування мікродобрив сприяло збільшенню числа бобів на 1,1–2,2 шт. (5,0–10,2 %), на фоні без мінеральних добрив – на 0,9–1,8 шт. (4,7–9,3 %).

2. Вплив добрив на врожайність та масу насіння (середнє за 2018–2020 рр.)

Мінеральні добрива (фактор А)	Мікродобрива (фактор В)	Кількість бобів, шт./росл.	Маса насіння з однієї рослини, г/росл.	Урожайність, т/га
Контроль (без добрив)	Контроль (без обробки)	19,3	3,57	1,53
	Реаком 3л/т	20,2	3,72	1,62
	Нано-мінераліс 0,1 л/т	21,1	3,83	1,66
$N_{15}P_{15}K_{15}$	Контроль (без обробки)	21,6	3,83	1,64
	Реаком 3л/т	22,7	4,03	1,74
	Нано-мінераліс 0,1 л/т	23,8	4,17	1,82
$НІР_{05}$ по фактору А				0,08
$НІР_{05}$ по фактору В				0,09
$НІР_{05}$ по фактору АВ				0,13

Найбільша кількість бобів сформувалась у варіанті, де комплексно використали мінеральні добрива і Нано-мінераліс – 23,8 шт., що більше за абсолютний контроль на 23,3 %.

Мікродобрива сприяли збільшенню маси насіння до контролю на 0,15–0,26 г, що складає 4,2–7,3 %. Внесення мінеральних добрив при сівбі підвищувало масу насіння на 0,26 г (7,3 %). На фоні мінеральних добрив дія мікродобрив посилилась і маса насіння збільшилась на 0,20–0,34 г, або 5,2–8,9 %.

Найбільша маса насіння сформувалась у варіанті сумісного застосування Нано-мінераліс і $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 4,17 г, перевищення до абсолютного контролю складало 0,6 г (16,8 %).

Урожайні дані показали, що всі варіанти забезпечили достовірну прибавку врожаю. Внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ при сівбі дало прибавку врожаю 0,11 т/га, що складає 7,2 % ($НІР_{05}$ по фактору А=0,08 т/га).

Мікродобриво Нано-мінераліс було більш ефективним, прибавка складала 0,13 т/га (8,5 %), на фоні $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 0,18 т/га (11,0 %).

Застосування мікродобрива Реаком дало приріст врожаю 0,09–0,10 т/га (5,9–6,1 %).

Отже, врожайність сої від застосування мікродобрив зростала на 5,9–11,0 %, у дослідженнях, проведених з іншими сортами в умовах Лісостепу Західного, приріст складав 4,9–8,6 % [18]. Сумісне застосування мінеральних добрив і мікродобрив забезпечує більшу реалізацію генетичного потенціалу сортів сої [16, 18, 19].

Висновки

Результати проведених досліджень свідчать, що застосування добрив має позитивний вплив на формування продуктивності сої. Найбільша висота і маса рослин відмічена у варіанті комплексного застосування $N_{15}P_{15}K_{15}$ та Нано-мінераліс – 79,8 см і 54,0 г відповідно. Застосування мікродобрив мало позитивний вплив на формування бульбочок, їх чисельність зростала на 8,0–11,5 %. Унесення мінеральних добрив при сівбі, навпаки, призвело до зниження кількості бульбочок у середньому на 6,9 %. Найбільша кількість бобів і маса насіння сформувалась у варіанті, де комплексно використали мінеральні добрива і Нано-мінераліс, що більше за абсолютний контроль на 23,3 та 16,8 % відповідно. Внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ при сівбі забезпечило прибавку врожаю 0,11 т/га (7,2%). Найбільшу врожайність забезпечило застосування мінеральних добрив і Нано-мінераліс – 1,82 т/га, де прибавка врожаю до абсолютного контролю складала 0,29 т/га (19,0 %).

Перспективи подальших досліджень. Планується дослідити ефективність нових мікродобрив на сортах сої різних груп стиглості.

References

1. Babych, A. (2007). Novi sorty soi i perspektyvy vyrobnytstva yii v Ukraini. *Propozytsiia*, 4, 46–48 [In Ukrainian].

2. Kuczyński, J., Twardowski, T., Nawracała, J., Gracz-Bernaciak, J., & Tyczewska, A. (2020). Chilling stress tolerance of two soya bean cultivars: Phenotypic and molecular responses. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206 (6), 759–772. doi: 10.1111/jac.12431

3. Sichkar, V. I. (2010). Henetychnyi potentsial novykh sortiv soi i yoho realizatsiia u vyrobnytstvi. *Nasinnytstvo*, 11, 14–17 [In Ukrainian].

4. Teixeira, W. F., Soares, L. H., & Fagan, E. B. (2020). Amino Acids as Stress Reducers in Soybean Plant Growth Under Different Water-Deficit Conditions. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39, 905–919. doi: 10.1007/s00344-019-10032-z

5. Petrychenko, V. F., & Babych, A. O. (2009). Peredposivna obrobka nasinnia soi. *Posibnyk Ukrainskoho Khliboroba*, 244–246 [In Ukrainian].

6. Pooja, T., Chae-In, N., & Yoonha, K. (2021). Effect of silicon fertilizer treatment on nodule formation and yield in soybean (*Glycine max* L.). *European Journal of Agronomy*, 122. doi: 10.1016/j.eja.2020.126172

7. Kalenska, S. M., Novytska, N. V., & Strykhar, A. Ye. (2009). Mineralne zhyvlennia soi. *Nasinnytstvo*, 8, 23–25 [In Ukrainian].

8. Holokhorynska, M. H., & Pastukh, A. M. (2008). Vplyv poperednykiv ta udobrennia na produktyvnist sortiv soi selektsii Bukovynskoho instytutu APV v umovakh pivdenno-zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 61, 17–19 [In Ukrainian].

9. Li, Y., Li, X., & Chen, Zq. (2020). Application of Plant Print Identification Technology in Salt-resistant Soybean Breeding. *Journal of Plant Growth Regulation*. doi: 10.1007/s00344-020-10213-1

10. Shepilova, T., Mostipan, M., Petrenko, D., & Vasylkovska, K. (2020). The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (4), 787–792. Retrived from: https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf.

11. Kushnir, M. V. (2014). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevykh pidzhyvlen na urozhainist ta yakist nasinnia suchasnykh sortiv soi. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 106, 134–140 [In Ukrainian].

12. Pavlenko, H. V. (2015). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na yakist nasinnia soi v pravoberezhnomu Lisostepu. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*, 1, 72–79 [In Ukrainian].

13. Kruhova, O. D., Mandrovska, N. M., & Bublyk, L. I. (2008). Vitalyst stymuliuie posivy soi. Vplyv mikrodobryva na symbiotychnu systemu kultury. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 7, 19–20 [In Ukrainian].

14. Shepilova, T., Petrenko, D., Skrynnik, I., Karpushyn, S., & Leshchenko, S. (2020). Soybean productivity depending on fertilizers in the northern steppe of Ukraine. *Research on Crops*, 21 (1), 65–69. doi: 10.31830/2348-7542.2020.010

15. Chernyshenko, P. V. (2013). Udobrennia nasinnytskykh posiviv soi – zaporuka oderzhannia posivnoho materialu z vysokymy urozhainymy vlastyvostiamy i 23 posivnymy yakostiamy v nasinnievomu potomstvi. *Visnik Harkivskogo Nacionalnogo Agrarnogo Universitetu im. V. V. Dokuchayeva*, 9, 285–293 [In Ukrainian].

16. Novokhatskyi, M., & Bondarenko, A. (2018). Potreba soi v mikrodobryvakh ta dotsilnist yikh zastosuvannia. *Zbirnyk naukovykh prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*, 22 (36), 327–244 [In Ukrainian].

17. Zablotnyi, H. M., Tsyhanskyi, V. I., & Tsyhanska, O. I. (2015). Vplyv mineralnykh dobryv ta mikrodobryva na formuvannia indyvidualnoi produktyvnosti roslyn soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Ahrobiolohiia*, 2, 130–133 [In Ukrainian].

18. Chynchyk, O. S. (2016). Vplyv sposobiv udobrennia na formuvannia struktury ta vrozhainosti soi (*Glycine max* (L.) Merr.) v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 24, 35–41 [In Ukrainian].

19. Novytska, N. V., & Dzhemesiuk, O. V. (2017). Formuvannia urozhainosti soi pid vplyvom inokuliatsii ta pidzhyvlennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1–2, 43–47. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.09 [In Ukrainian].

20. Hadzovskyi, H. L., Novytska, N. V., & Martynov, O. M. (2020). Urozhai i yakist zerna soi pid vplyvom inokuliatsii ta pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 111, 44–48, doi: 10.32851/2226-0099.2020.111.5 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 19.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 37–42.

© Шепілова Тамара Петрівна, Петренко Дмитро Іванович, Лещенко Сергій Миколайович, Скриннік Іван Олександрович, Артеменко Дмитро Юрійович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 582.572.8:631.526.2:502.211 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.05**

THE INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS ON TYPICAL RESPONSE OF LILIES

M. O. Antonets* ORCID 0000-0002-2046-713X
O. A. Antonets ORCID 0000-0001-6741-9023
O. H. Milenko ORCID 0000-0003-0529-5824
A. A. Sukhoviienko
M. S. Vorvykhvist

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: antmarina63@yahoo.com

How to Cite

Antonets, M. O., Antonets, O. A., Milenko, O. H., Sukhoviienko, A. A., & Vorvykhvist, M. S. (2021). The influence of ecological factors on typical response of lilies. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 43–54. doi: 10.31210/visnyk2021.01.05

Lilies have a huge aesthetic impact on a person due to the unique variety of colors and beautiful decorative appearance. They are widely used for cultivation in parks and gardens, both planted separately and in groups near trees, shrubs, lawns, as well as for cutting and forcing. When it comes to color, shape, aroma, or flowering time, lilies are unmatched among bulbous plants. Therefore, the relevance of the topic is to identify the basic requirements for different types of lilies in Poltava region in terms of resistance to adverse environmental factors, taking into account the ability to maintain a high decorative effect. The aim of the study was to determine the influence of environmental factors on the typical response of lilies. To achieve this goal it was imperative to solve the following tasks: 1) Study the influence of sunlight on the typical response of lilies; 2) Determine the effect of low temperatures in winter for the revival of lily vegetation; 3) Show the relationship to moisture of different hybrids of lilies; 4) Identify the decorative quality. The study was conducted in Hlobyne district of Poltava region in Lypove village on the territory of a private farm S=0.1 ha during 2018–2020. In total, 55 varieties of lilies are grown on the site. For the experiment, 17 varieties were taken, which were classified into six groups by nomenclature. They are Oriental hybrids, Asian hybrids, Longiflorum-Asian-Hybrids, Tubular / Orleans hybrids, Oriental-Tubular Hybrids, Longiflorum-Oriental hybrids. The subject of the research is varietal reaction of lilies. Taking into account the influence of such environmental factors as light, low temperatures and moisture on the typical response of lilies on the average during 2018–2020, the best hybrids for cultivation in Poltava region were identified. According to the obtained results for the formation of flower beds, it is recommended to use the following groups of lilies: Asian hybrids Lollypop, Tropical Breeze and Dimension and Oriental-Tubular hybrids Robert Swanson, Altari, Beverly Drems, Pearl Jennifer and African Lady. They are well adapted to environmental conditions and have high decorative qualities in plant height and inflorescences.

Key words: *Hybrids of lilies, sunlight, low temperatures, moisture, typical response, decorativeness.*

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА СОРТОВУ РЕАКЦІЮ ЛІЛІЙ

М. О. Антонець, О. А. Антонець, О. Г. Міленко, А. А. Суховієнко, М. С. Ворвихвіст
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Лілії мають чудовий декоративний вигляд, тим самим формуючи в людини певні естетичні почуття. Їх широко використовують для вирощування в парках та садах як поодиноко, так і насадже-

ні у групах поблизу дерев, чагарників, на газонах, а також для зрізу і вигонки. За кольором, формою, ароматом, тривалістю цвітіння ліліям немає рівних серед цибулинних рослин. Актуальність теми полягає у вияві основних вимог до сортів лілій на Полтавщині щодо стійкості до несприятливих чинників зовнішнього середовища, зберігаючи при цьому високий декоративний ефект. Метою дослідження було з'ясувати вплив чинників середовища на сортову реакцію лілій. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання: 1) розглянути вплив сонячного світла на сортову реакцію лілій; 2) з'ясувати дію низьких температур у зимовий період у відновленні вегетації лілій; 3) показати відношення до вологи різних гібридів лілій; 4) виявити декоративну якість. Дослідження проводили у с. Липове Глобинського району Полтавської області на території приватного господарства S=0,1 га протягомі 2018–2020 років. Для досліду взято 17 сортів лілій, які класифіковано у шість груп. Це Східні гібриди, азіатські гібриди, Лонгіфлорум-Азіатік-Гібриди, Трубчаті гібриди, Орієнтально-Трубчасті гібриди, Лонгіфлорум-орієнтальні гібриди. Форма квітника – прямокутні клумби. Предметом дослідження є сортова реакція лілій. Посухостійкість і стан рослин після перезимівлі оцінювали за О. Порадою. Декоративність включала висоту рослин, діаметр куща, забарвлення квіток, махровість суцвіття, діаметр суцвіття, оригінальність та загальний стан рослин. Зважаючи на вплив таких екологічних чинників, як світло, низькі температури і волога на сортову реакцію лілій у середньому по роках досліджень, виявлено найкращі гібриди для вирощування на Полтавщині. Згідно з отриманими результатамив для формування квітників рекомендовано використовувати такі групи лілій. Це Азіатські гібриди Lollypop, Tropical Breeze і Dimension та Орієнтально – Трубчасті гібриди Robert Swanson, Altari, Beverly Drems, Pearl Jennifer і African Lady. Вони гарно пристосовуються до умов навколишнього середовища і мають високі декоративні якості.

Ключові слова: *гібриди лілій, сонячне світло, низькі температури, волога, реакція сорту, декоративність.*

Introduction

Lilies have been cultivated for thousands of years. Jesus Christ, in the Sermon on the Mount, recommended: "Consider the lilies of the field, how they grow" [1]. "Civilization has long known the white lily – images of it are found on Assyrian and ancient Egyptian monuments dating back over 3,500 years" [2]. O. Tymchenko notes that "the image of this flower was minted on Roman coins. In addition, the Greeks and Romans considered the lily a symbol of innocence. Newlyweds used wreaths of lilies and wheat as decorations. In France, the flower was an emblem of royal power. Among the aborigines of Japan, lilies were the main vegetable culture, and even today they are consumed by the peoples of Asia" [3].

Lilies were mentioned by the ancient Greek physician Dioscorides in his work "On Medicinal substances". Today in medicine, they are used as a diuretic and as analgesic for rheumatism, respiratory diseases, and to remove inflammation. White lily (Lilium candidum L.), in the countries of Southern Europe, is among the essential oil cultures. In the Crimea, 50 hundredweight/ha of flowers were harvested, and up to 4 kgs of oil were extracted from them, which were used for high-quality perfumes. This plant is also used in cosmetics; it smoothens out wrinkles on the face when a decoction of lily bulbs is used as facewash.

Lilies have a huge aesthetic impact on a person due to the unique variety of colors and beautiful decorative appearance. E. Olejnikova notes that "both in the garden and in the bouquet it gives the impression of noble dignity and majestic beauty. This is one of the oldest garden plants" [4]. Lilies are widely used for cultivation in parks and gardens, both planted separately and in groups near trees, shrubs, lawns, as well as for cutting and forcing. When it comes to color, shape, aroma, or flowering time, lilies are unmatched among bulbous plants. Kevin Fitzgerald argues that, nonetheless, "most of the public is unaware that lilies can be dangerous to cats, and indeed cannot correctly identify the plants in their own homes. Cats have been shown to be extremely sensitive to the toxic effects of lilies" [5].

These plants are cultivated all over the world. They can have large and small flowers, tall and low stems, and have different blooming periods. In Ukraine, lilies are planted in flower beds. Lilies are perennials. In Ukraine there is only one wild representative of the generation of lilies. This is the forest lily (Lilium martagon L.) This plant is listed in the Red Data Book. According to the international classification, all garden lilies are divided into 8 sections by their origin, flower shape, location and direction in relation to the flowering stem.

L. Ishchuk notes that "about 100 species and more than 3000 types are known. Under certain temperatures and light conditions, which are created in greenhouses in the winter, you can get flowering

plants during the winter-spring period. Asian, Tubular, and Oriental hybrids are suitable to be forced to bloom in greenhouses. The most commonly vertical flower type lilies that are forced are Alyonushka, Veronica, Diana, Zolotinka, [and] Natalia" [6]. The most commonly used for forcing is Lilium regale Wils royal lily [7].

O. Bykov points out that during forcing there may be "physiological disorders on plants such as leaf burn abscission and bud drying" [8]. O. Tkachenko claims that "80 pathogenic microorganisms have been registered on lilies in the world. Among them the most common are fungi that cause gray rot or blue mold and bulb rot or fusarium wilt" [9].

O. Tymchenko notes that "selective work with lilies first began 200 years ago in Japan, but in Europe and America only in the early twentieth century" [3]. "Although most of the bulbs produced for distribution worldwide are grown mainly in the Netherlands, the bulbs are also grown in other countries in the Northern Europe, the United States, Asia, Israel and also the Southern Hemisphere, including Brazil, Australia, New Zealand, Tasmania and Chile. There are series of diseases caused by fungi, viruses, bacteria and nematodes and physiological disorders that affect the production and quality of lily bulbs and cut down healthy flower cultures around the world" [10].

I. Bohdanova notes that "lilies are not very common among flower lovers. This is hindered by the difficulties associated with the lack of planting material, as well as insufficient awareness of the biological characteristics of this plant" [11]. A. Otroshko states that "all the difficulties associated with growing lilies can be divided into two groups – disorders caused by extreme conditions and disorders caused by pathogens. The latter group is divided into three classes: 1) fungal diseases; 2) diseases from viral infections; 3) bacterial diseases" [12].

Yeonhwa Jo & Won Kyong Cho note that "most cultivated lily plants are propagated by bulbs. Therefore, numerous lily bulbs are often infected with various viruses that cause viral diseases. To date, no study has investigated plant viruses of the same type with the same genetic background, collected from different geographical regions" [13]. They explored different viromes of the Sorbonne type of lily.

Domestic selection of lilies, unfortunately, is low, but every year the need for planting material increases. M. Kolisnychenko notes that while selecting lilies, he chose Asian hybrids. "These lilies are very undemanding, resistant to diseases and viruses, are not affected of by sub zero weather or frosts, bloom gaudily every year, even when in the shade, and have a wide range of colors. They can grow in one location for 10–15 years without losing their decorativeness" [14].

Modern scientists claim that there are many unresolved issues in the selection of Asian types of lilies. "Asian types of lilies bred by hybridization and / or duplication of chromosomes of Sinomartagon species, are diploid, triploid or tetraploid, but the homology of genomes among Sinomartagon and Asian lily species remains unclear" [15].

Scientists from Korea and Pakistan note that the Asian hybrid Enchantment was bred in the United States by Ian de Graff and was a lily flower famous for its a shape. After 1990, the popularity of Asian types began to decline, and oriental lilies took the bulk of the market for the lily trade due to their fragrant flowers, which had a distinguished shape even in early flowering [16].

Therefore, the relevance of the topic is to identify the basic requirements for different types of lilies in the Poltava region in terms of resistance to adverse environmental factors, taking into account the ability to maintain a high decorative effect. The aim of the study was to determine the influence of environmental factors on the typical response of lilies. To achieve this goal it was imperative to solve the following tasks: 1) Study the influence of sunlight on the typical response of lilies; 2) Determine the effect of low temperatures in the winter for the revival of lily vegetation; 3) Show the relationship to moisture of different hybrids of lilies; 4) Identify the decorative quality.

Materials and methods of research

The study was conducted in Globin district of Poltava region in the Lypove village on the territory of a private farm S=0.1 ha during 2018–2020. In total, 55 varieties of lilies are grown on the site. For the experiment, 17 varieties were taken, which were classified into six groups by nomenclature. The object of research were lilies of the following groups. They are Oriental hybrids – one variety of Willeke Alberti (Fig. 1); Asian hybrids – three varieties of Lollypop (Fig. 2), Tropical Breeze (Fig. 3), Dimension (Fig. 4); Longiflorum-Asian-Hybrids (LA-Hybrids) – three varieties Freya (Fig. 5), Advantage (Fig. 6), Suncrest (Fig. 7); Tubular / Orleans hybrids – two varieties Golden Spledor (Fig. 8), Regale Album (Fig. 9); Oriental-

Tubular Hybrids (OT-Hybrids) – five varieties of Robert Swanson (Fig. 10), Altari (Fig. 11), Beverly Drems (Fig. 12), Pearl Jennifer (Fig. 13), African Lady (Fig. 14); Longiflorum-Oriental hybrids (LO-Hybrids) – three varieties of Pink Perfection (Fig. 15), Deliana (Fig. 16), Polar (Fig. 17). The shape of the flower bed – rectangular flower beds. Subject of research – varietal reaction of lilies.

Drought resistance was defined as "assessment of the reaction in the critical period of development" according to O. Porada [17]. The condition of plants after overwintering was also assessed by O. Porada [17]. N. Syplyva, M. Hnenna, S. Koliadenko and O. Pavlenko recommend to define decorativeness as follows: "The decorative features are taken as a basis, namely the height of the plants, the diameter of the bush, the color of the flowers, the terry of the inflorescence, the diameter of the inflorescence, the originality and general condition of the plants. The calculation is based on a 9-point scale, so a type of lily can receive a maximum score of 54 points for decorativeness. To determine the decorativeness, there is a scale: 1 – weak decorativeness (score less than 14 points); 2 – average decorativeness (score from 15 to 28 points); 3 – high enough decorativeness (score from 29 to 41 points); 4 – high decorativeness (score from 42 to 54 points) [18].

Research results and their discussion

According to N. Zaverukha, V. Serebriakov and Yu. Skyba, abiotic factors "include solar radiation, temperature, humidity" [19]. The effect of sunlight was studied in the experiment. "According to their needs of light, plants are divided into heliophytes, sciophytes and facultative heliophytes" [19]. "Plants that tolerate high temperatures are heat-resistant, and those that can withstand the effects of low temperatures, are cold-resistant" [19]. The impact of this environmental factor has also been studied. The observation of the typical reaction of lilies to moisture took into account the division into groups – "hydrophytes (moisture-loving), mesophytes (moderately moisture-loving) and xerophytes (drought-resistant)" [19].

T. Melnyk and O. Surgan studied the influence of climatic conditions on the decorativeness of Callistephus chinensis (L.) Nees. "According to research, it has been established that there is a certain relationship between the weather conditions of the year and the number of inflorescences. Thus, increases in rainfall during the growing season promote the development of vegetative mass, but have a negative effect on the formation of the number of inflorescences in plants of C. Chinensis" [20].

Over three years of research, observations have shown that members of the six groups have different responses to environmental factors. The eastern hybrid Willeke Alberti had the best result in terms of reaction to light (Fig. 18). It is a heliophyte. Also, this hybrid withstood low temperatures in winter (Fig. 19). According to this environmental factor, it has a score of 9 points according to O. Porada. Regarding water needs, it is a xerophyte (Fig. 20). Drought resistance also has 9 points. The hybrid has high decorative qualities, that is, grows well in groups (Fig. 21). But there is a threat to the reaction of this hybrid to low temperatures. Spring frosts can damage these plants, so they definitely need shelter.

Fig. 1. Oriental hybrid Willeke Alberti

Asian hybrids are heliophytes (Lollypop, Tropical Breeze) and facultative heliophytes (Dimension). This

can be seen from the histogram (Fig. 18). They have high frost resistance (9 points), except for Lollypop (7 points) and do not need cover for the winter (Fig. 19). Also, Asians do not require stable soil moisture, that is, they are xerophytes and not demanding of the soil in their place of planting (Fig. 20). For greater aesthetic effect, they are grown in groups. These lilies have a high decorative value. But Lollypop looks great alone (Fig. 21). These hybrids a decorative quality known as the plant height. It starts from 1 to 1.4 m. It is desirable to plant them with low-growing plants in order to avoid sunburn of the stems. Asian hybrids are recommended to be grown both in the north of Ukraine and in the central regions due to their ecological plasticity. Haiyi Liang and L. Mahadevan studied "the physical process of flowering in the Asian lily Lilium casablanca. Their observations have shown that the edges of the petals shrink when the flower opens, suggesting that differential growth causes the unfolding of these laminar shell-like structures" [21].

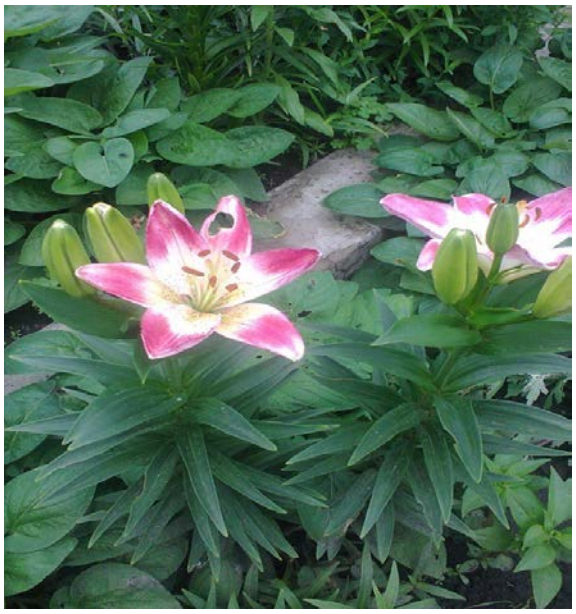


Fig. 2. Asian hybrid Lollypop

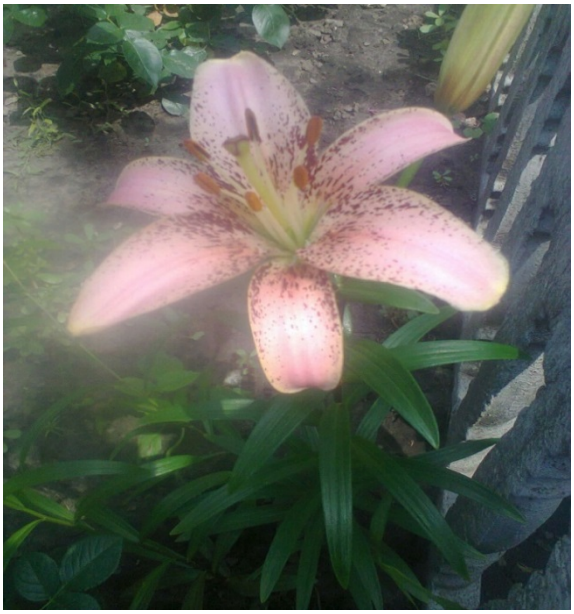


Fig. 3. Asian hybrid Tropical Breeze

Fig. 4. Asian hybrid Dimension

Longiflorum-Asian-Hybrids have a decorative feature known as a large inflorescence, with up to 10–15 flowers on one plant. Therefore, two of them – Freya and Suncrest – are grown in groups for greater decorative effect, and Advantage feels better alone (Fig. 21). These hybrids are optional heliophytes

(Fig. 18). They need cover, even though they are frost-resistant (9 points). This can be seen from the histogram (Fig. 9). In relation to moisture, these hybrids are hydrophytes (Fig. 20). According to O. Porada, lilies have a weak reaction to drought (3 points).

Fig. 5. LA-Hybrids Freya

Fig. 6. LA-Hybrids Advantage

Fig. 7. LA-Hybrids Suncrest

Orleans hybrids look good because of the tubular flowers that are dropped to the bottom. But in the flower garden it is better to plant them alone (Fig. 21). In relation to light, they are opposite, namely Golden Spledor is a sciophyte, and Regale Album is a heliophyte (Fig. 18). These hybrids do not tolerate low temperatures, that is, according to O. Porada they have a reaction of 3 and 5 points, respectively (Fig. 19). In winter, these ilies need cover. As for the reaction to moisture, they again have opposite indicators, namely Golden Spledor is a hydrophyte (3 points). Regale Album is a xerophyte. In terms of drought resistance, the latter has 9 points (Fig. 20).

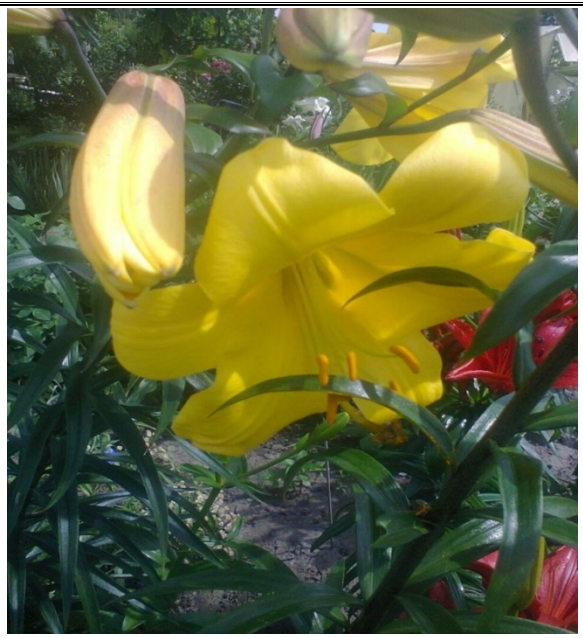


Fig. 8.The Trumpet Hybrid Golden Splendor

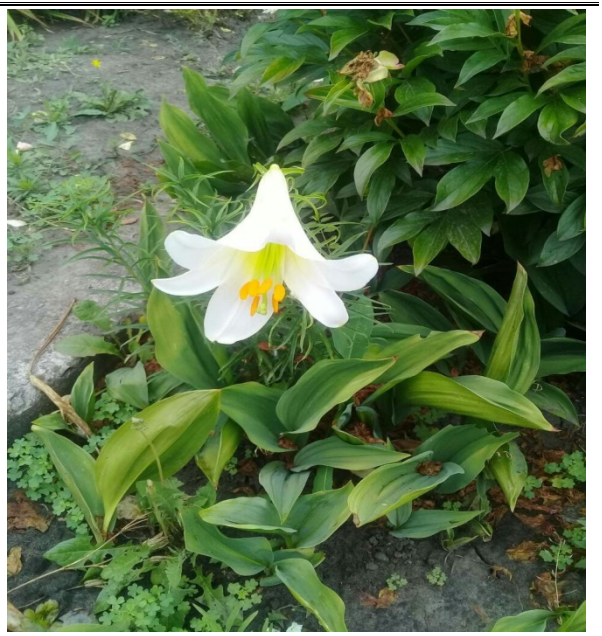


Fig.9. The Trumpet Hybrid Regale Album

Oriental-tubular hybrids are lilies that are adapted for cultivation throughout Ukraine. Their decorativeness is high. The plants have large inflorescences of up to 15 flowers. Because of this, they are recommended to be planted alone in flower beds, with the exception of Robert Swanson (Fig. 21). They are both heliophytes and can grow in the shade (Fig. 18). Altari, Beverly Drems and Pearl Jennifer are frost-resistant (9 points). This can be seen from the histogram (Fig. 19). Robert Swanson and Altari are drought-resistant hybrids, and Beverly Drems, Pearl Jennifer, and African Lady are hydrophytes. This is demonstrated by the histogram (Fig. 20).

Fig. 10. OT-Hybrid Robert Swanson

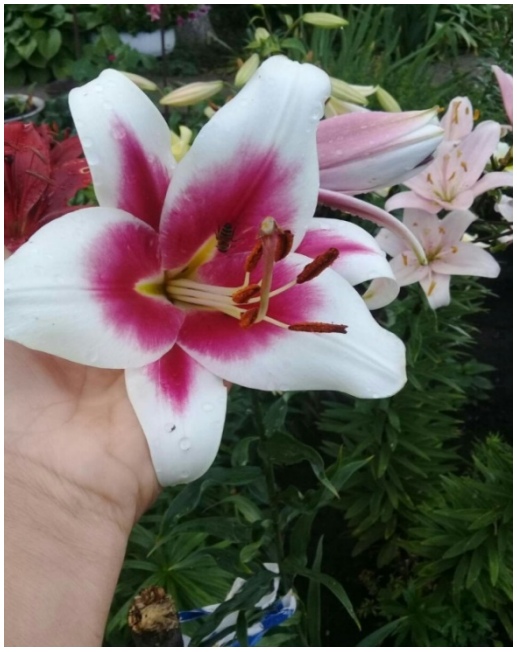


Fig. 11. OT-Hybrid Altari

Fig. 12. OT-Hybrid Beverly Drems

Fig. 13. OT-Hybrid Pearl Jennifer

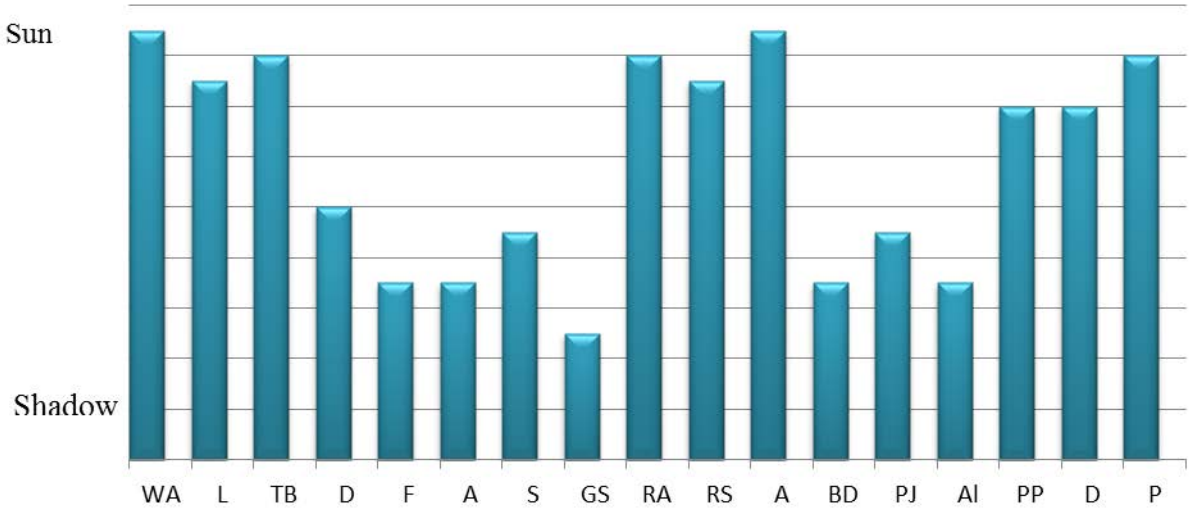
Fig. 14. OT-Hybrid African Lady

The last group of hybrids Longiflorum-oriental have a high decorative value. Because of this, they are recommended to be cultivated in groups (Fig. 21). Pink Perfection, Deliana and Polar are heliophytes (Fig. 18). According to O. Porada Perfection, Deliana and Polar have a reaction to low temperatures of 3 points (Fig. 19). All members of the group need cover in the winter. These lilies are xerophytes (Fig. 20), that is with high drought resistance according to O. Porada (9 points).

Fig. 15. LO-Hybrid Pink Perfection

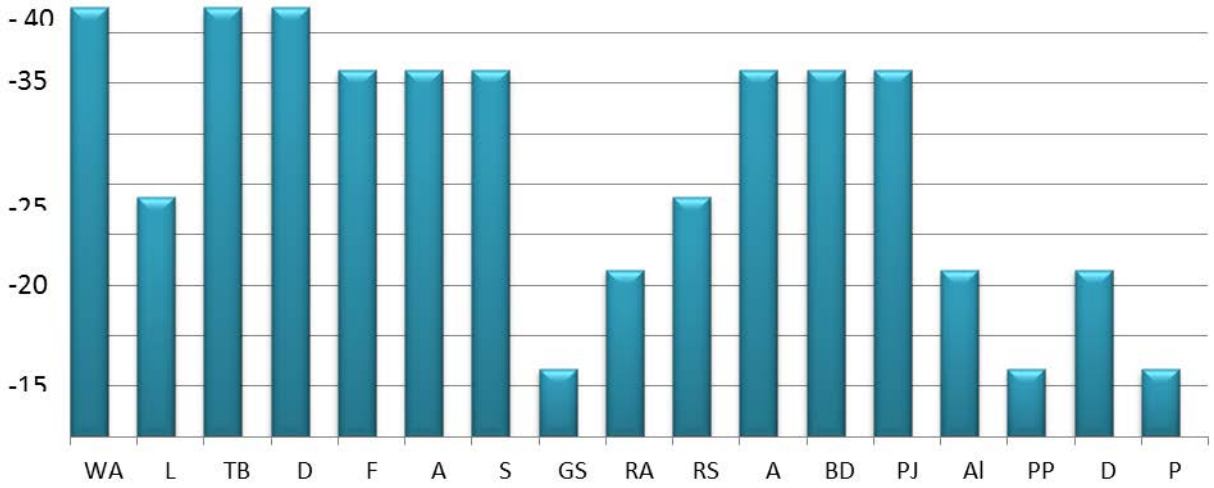
Fig. 16. LO-Hybrid Deliana

Fig. 17. LO-Hybrid Polar



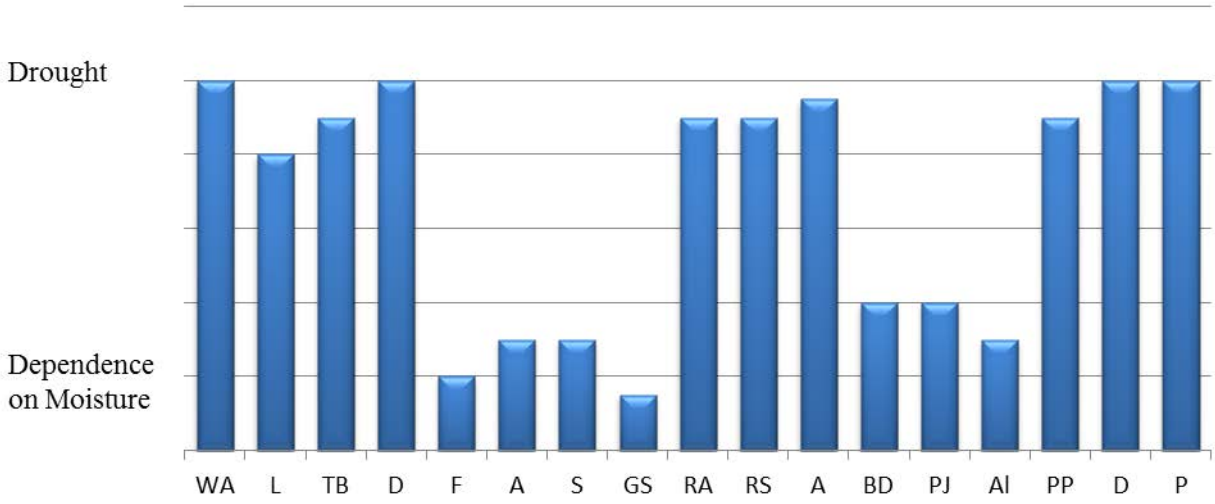
Note: WA – Willeke Alberti; L – Lollypop; TB – Tropical Breeze; D – Dimension; F – Freya; A – Advantage; S – Suncrest; GS – Golden Spledor; RA – Regale Album; RS – Robert Swanson; A – Altari; BD – Beverly Drems; PJ – Pearl Jennifer; AL – African Lady; PP – Pink Perfection; D – Deliana; P – Polar.

Fig. 18. Typical response of lilies to sunlight



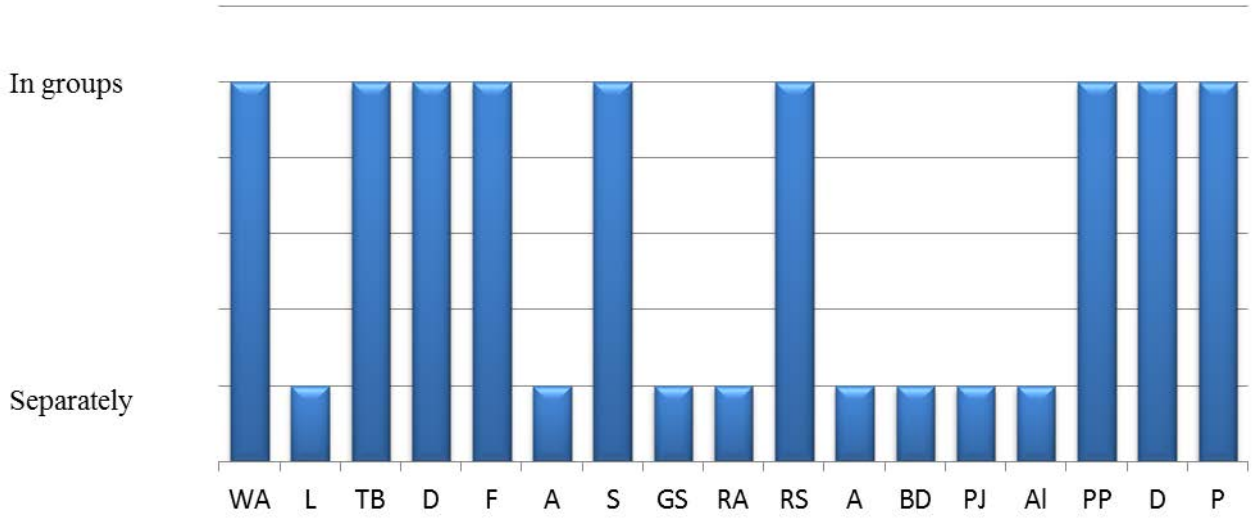
Note: see Fig. 18.

Fig. 19. Typical response of lilies to low temperature



Note: see Fig. 18.

Fig. 20. Typical response of lilies to moisture



Note: see Fig. 18.

Fig. 21. Decorative quality of lilies in the structure of the flower garden

Conclusiones

Thus, taking into account the influence of such environmental factors as light, low temperatures and moisture on the typical response of lilies on average for 2018–2020, the best hybrids for cultivation in Poltava region were identified. According to the obtained results for the formation of flower beds it is recommended to use the following groups of lilies: Asian hybrids Lollypop, Tropical Breeze and Dimension and Oriental-Tubular hybrids Robert Swanson, Altari, Beverly Drems, Pearl Jennifer and African Lady. They are well adapted to the environmental conditions and have high decorative qualities in plant height and inflorescences. Oriental hybrid Willeke Alberti also showed a positive response to the above environmental factors, along with an excellent aesthetic appearance. But it is in danger of death from possible cold spells in spring.

Prospects for future research. In 2021, the study of the impact of environmental factors on all the 55 types of lilies grown on a private farm in Hlobyne district is planned. Preparations are also underway to initiate a similar experiment on tulips.

References

1. King James Version of the Bible. (n.d.). Religion Past and Present. doi:10.1163/1877-5888_rpp_dum_11577

2. Aksionova, M., Vilchek, G., & Dukelska, E. (Eds.). (2005). *Cvety mira*. Moskva: Avanta+ [In Russian].

3. Tymchenko, O. D. (1997). Liliia – kvitka koroliv. *Kvity Ukrainy*, 2, 4–7 [In Ukrainian].

4. Oleinikova, E. N. (2010). *Sadovye dekorativnye rastenija*. Kharkov: Vesta [In Russian].

5. Fitzgerald, K. T. (2010). Lily Toxicity in the Cat. *Topics in Companion Animal Medicine*, 25 (4), 213–217. doi:10.1053/j.tcam.2010.09.006

6. Ishchuk, L. P., Oleshko, O. H., Cherniak, V. M., & Kozak, L. A. (2014). *Kvitnykarstvo: navchalnyi posibnyk*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

7. Zhogoleva, V. G. (1981). *Cvety*. Kiev: Urozhai [In Russian].

8. Bykov, A. N. (2007). Vygonka lilii s vygodoy. *Cvetovodstvo*, 6, 44 [In Russian].

9. Tkachenko, O. L. (2006). Osnovnye bolezni lilii. *Cvetovodstvo*, 1, 18 [In Russian].

10. Chastagner, G. A., van Tuyl, J. M., Verbeek, M., Miller, W. B., & Westerdahl, B. B. (2017). Diseases of Lily. *Handbook of Florists' Crops Diseases*, 1–61. doi: 10.1007/978-3-319-32374-9_45-1

11. Bohdanova, I. H. (1997). Peresadzhuvannia lilii. *Kvity Ukrainy*, 2, 6–7 [In Ukrainian].

12. Otroshko, A. V. (1993). *Lilii*. Moskva: Hobbikniga [In Russian].

13. Jo, Y., & Cho, W. K. (2018). RNA viromes of the oriental hybrid lily cultivar "Sorbonne." *BMC Genomics*, 19 (1). doi: 10.1186/s12864-018-5138-3

14. Kolisnychenko, M. V. (1997). Lilii moiei selektsii. *Kvity Ukrainy*, 2, 4–5 [In Ukrainian].

15. Zhou, S., Zhong, L., Zhang, L., Xu, Z., Liu, X., Li, K., & Zhou, G. (2015). Study on the homology of the genomes of tetraploid Asiatic lilies (Lilium) using FISH. *Genome*, 58 (11), 453–461. doi: 10.1139/gen-2015-0057

16. Younis, A., Hwang, Y.-J., & Lim, K.-B. (2014). Classical vs. modern genetic and breeding approaches for lily (Lilium) crop improvement: a review. *Flower Research Journal*, 22 (2), 39–47. doi: 10.11623/frj.2014.22.2.1

17. Porada, O. A. (2007). *Metodyka formuvannia ta vedennia kolektsii likarskykh roslyn*. Poltava: PDAA [In Ukrainian].

18. Syplyva, N. O., Hnenna, M. O., Koliadenko, S. S., & Pavlenko, O. V. (2016). Dekoratyvni travianysti roslyny v Ukraini (oseredky kultyvuvannia, struktura, dekoratyvnist). *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 40–44. doi: 10.31210/visnyk2016.04.07 [In Ukrainian].

19. Zaverukha, N. M., Serebriakov, V. V., & Skyba, Yu. A. *Osnovy ekolohii: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Karavela [In Ukrainian].

20. Melnyk, T. I., & Surgan, O. V. (2019). Vplyv pohodnykh umov ta zastosuvannia mineralnykh dobryv na yakisni pokaznyky *Callistephus chinensis* (L.) Nees. *Visnyk Sumskoho NAU. Seriia «Ahronomiia i biolohiia»*, 4, 30–40. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.5 [In Ukrainian].

21. Liang, H., & Mahadevan, L. (2011). Growth, geometry, and mechanics of a blooming lily. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (14), 5516–5521. doi: 10.1073/pnas.1007808108

Стаття надійшла до редакції 26.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Антонець М. О., Антонець О. А., Міленко О. Г., Суховієнко А. А., Ворвихвіст М. С. Вплив екологічних чинників на сортову реакцію лілій. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 43–54.

© Антонець Марина Олексіївна, Антонець Олександр Анатолійович, Міленко Ольга Григорівна, Суховієнко Анатолій Анатолійович, Ворвихвіст Марина Сергіївна, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.111.1 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.06**

TESTING PROGRAMS FOR BALANCED WINTER WHEAT NUTRITION IN THE CONDITIONS OF UNSTABLE MOISTENING IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE TO STABILIZE GRAIN GROUP YIELDS IN THE EASTERN REGION

H. A. Chuhrii[1]* ORCID 0000-0001-5612-9135
O. O. Vinyukov[2] ORCID 0000-0002-2957-5487

[1] Donetsk State Agricultural Experimental Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1, Zakhysnykiv Ukrainy, St., Pokrovsk, Donetsk region, 85307, Ukraine
[2] Luhansk National Agrarian University, 68, Slobozhanska, St., Starobilsk, Luhansk region, 92703, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: anna-ch-y@ukr.net

How to Cite

Chuhrii, H. A., & Vinyukov, O. O. (2021). Testing programs for balanced winter wheat nutrition in the conditions of unstable moistening in the Steppe zone of Ukraine to stabilize grain group yields in the Eastern region. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 55–64. doi: 10.31210/visnyk2021.01.06

The effect of biological preparations, which are the most adapted to the system of providing plants with the necessary nutrients against the background of choosing the best agrochemical anti-stress packages to stabilize the planned yields in the Steppe area has been considered in the article. It has been shown that according to the scheme of applying preparations in different phases of plant development, at the end of tillering phase, biometric analysis of plants from 1 m^2 was carried out according to the experimental variants, in which the using of the studied preparations significantly affected plant height indicator. This indicator was the highest in the variant of Potassium humate ROST OK Universal (spraying in the phase of renewing growing period (spring)) + Potassium humate ROST OK Universal (spraying in the phase of stem elongation), which was 5.1 cm higher in comparison with the control. It has been determined that concerning the number of stems and tillering coefficient, a significant increase relative to the control variant was ensured by using the variant of Potassium humate ROST OK Universal (spraying in the phase of renewing growing period (spring)) + Potassium humate ROST OK Zinc chelate (spraying in the phase of stem elongation) + sulfur (spraying in the phase of stem elongation) + Potassium humate ROST OK Grain (spraying in the phase of milky ripeness). It has been proven that using ROST OK complex fertilizers during the growing season of winter wheat contributed to a significant improvement in the indicators of yield structure. Additional plant stimulation in tillering phase (autumn) favored the formation of additional productive shoots in comparison with the control. The application of Potassium humate ROST OK Universal preparation allowed increase the coefficient of productive tillering from 22.2 % to 55.6 %. The using of Potassium humate ROST OK boron in this phase increased the corresponding indicator from 27.8 % to 38.9 %. It has been proved that the most significant influence, in the conditions of the eastern part of the Northern Steppe, was ensured by complex using of the studied preparations at all stages of organogenesis. Additional nutrition by growth stimulating preparations in phases, which are responsible for the formation of one or another plant productivity indicator, contributes to strengthening physiological processes in the plant. It has been determined that the most significant grain increase was in the variants, in which the frequency of treatments was the highest, and supported the plants with additional nutrition, especially at the last stages of organogenesis. The yield in such variants increased from 1.1 /ha to 3.8 t/ha.

Key words: *technology, winter wheat, variety, plant height, thousand-kernel- weight, tillering, vegetation, yield capacity.*

ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЖИВЛЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ ЗОНИ СТЕПУ УКРАЇНИ З МЕТОЮ СТАБІЛІЗАЦІЇ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНОВОЇ ГРУПИ У СХІДНОМУ РЕГІОНІ

***Г. А. Чугрій*[1], *О. О. Вінюков*[2]**
[1] Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України, м. Покровськ, Україна
[2] Луганський національний аграрний університет, м. Старобільськ, Україна

У статті показано вплив біопрепаратів, які найбільш адаптовані до системи забезпечення рослинам необхідних елементів живлення на фоні підбору найкращих агрохімічних антистресових пакетів з метою стабілізації отримання запланованих урожаїв у Степовому ареалі. Доведено, що за схемою внесення препаратів у різні фази розвитку рослин, наприкінці фази кущіння було проведено біометричний аналіз рослин з 1 м^2 по варіантах досліду, де використання препаратів, що вивчались, суттєво вплинули на показник «висота рослин». Найвищим цей показник був на варіанті Гумат калію РОСТ ОК Універсальний (обприскування у фазу відновлення вегетації (весна)) + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний (обприскування у фазу вихід у трубку), що більший за контроль на 5,1 см. Досліджено, що для показників «кількість стебел» та «коефіцієнт кущіння» значну прибавку відносно контрольного варіанту забезпечило використання варіанту Гумат калію РОСТ ОК Універсальний (обприскування у фазу відновлення вегетації (весна) + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку (обприскування у фазу вихід у трубку) + сірка (обприскування у фазу вихід у трубку) + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий (обприскування у фазу молочна стиглість). Доведено, що використання комплексних добрив Rost ОК протягом вегетації пшениці озимої сприяло суттєвому покращенню показників структури врожаю. Додаткове стимулювання рослин у фазу кущіння (осінь) сприяло формуванню додаткових продуктивних пагонів порівняно з контролем. Використання препарату Гумат калію РОСТ ОК Універсальний дало змогу підвищити коефіцієнт продуктивного кущіння від 22,2 % до 55,6 %. Використання в цю фазу препарату Гумат калію РОСТ ОК бор підвищило відповідний показник з 27,8 % до 38,9 %. Доведено, що найбільш суттєвий вплив в умовах східної частини Північного Степу, забезпечувало комплексне застосування препаратів, що вивчались безпосередньо на всіх етапах органогенезу. Додаткове живлення ріст стимулюючими препаратами у фазах, які відповідають за формування того чи того показника продуктивності рослин сприяє посиленню фізіологічних процесів у рослині. Визначено, що найбільш істотна прибавка зерна була на варіантах, де кратність обробок була найбільшою, та підтримувала рослини додатковим живленням особливо на останніх етапах органогенезу. Урожайність на таких варіантах підвищувалась від 1,1 /га до 3,8 т/га.

Ключові слова: *технологія, пшениця озима, сорт, висота рослин, маса 1000 зерен, кущення, вегетація, урожайність.*

Вступ

Технологія вирощування пшениці озимої ґрунтується на оптимізації величезної кількості різних умов, які мають вплив на формування високої зернової продуктивності необхідної якості. Велика кількість різних, відмінних від традиційної, технологій, що з'явилися останнім часом, свідчить про можливість досягнення основної мети – підвищення валових зборів зерна. Для цього є величезний арсенал усіляких агротехнічних прийомів. Кожен з них має не тільки прямий, а й опосередкований вплив, який не завжди позитивно позначається на адаптаційних можливостях рослин [1–5].

Технологія вирощування пшениці озимої досить лабільна і враховує ґрунтово-кліматичні умови і біологічні особливості культури з тим, щоб максимально розкрити потенційні можливості сортів. З іншого боку – тільки за умови вирощування пшениці озимої з урахуванням сортової специфічної реакції на основні агротехнічні прийоми можна очікувати на найповнішу віддачу від нових сортів [6–8].

Погодні умови завжди істотно впливають на реакцію пшениці озимої залежно від різних агротехнічних заходів – змінюють тривалість вегетаційного періоду, впливають на швидкість і спрямованість біохімічних процесів, що відбуваються в рослинах, впливають на хлібопекарські та посівні якості, впливають на ріст і розвиток рослин і багато інших показників [8–12]. Прив'язка до гідротермічних особливостей року є необхідною умовою правильної оцінки реакції пшениці на застосування тих чи тих агротехнічних заходів.

Кліматичні умови останніми десятиліттями зазнають значних змін. У степовій зоні України помітно

збільшилася кількість відлиг взимку та посушливих періодів у весняно-літній період. А втім погодні умови і насамперед кількість опадів продовжують відігравати вирішальну роль у формуванні врожаю [1–4].

За середньобагаторічними даними в умовах Північного Степу України щорічно пересіваються значні площі колосових культур, що, зрозуміло, не може не позначитися на економічних показниках вирощування пшениці озимої [12–16]. Незалежно від того, яка технологія вирощування пшениці озимої використовується, необхідно постійно превентивно використовувати ті агроприйоми, необхідність у застосуванні яких може з'явитися у найближчій перспективі.

Пшениця озима має специфічну реакцію на умови зростання, обумовлену біологічними особливостями великої кількості видів і різновидів, екологічних типів і форм. Різні сорти пшениці проявляють неоднакову реакцію як на окремі агротехнічні прийоми, так і на комплекс технологічних заходів вирощування в конкретно взятому році [17–20]. Так, суттєвий вплив на ріст, розвиток і формування продуктивності рослин пшениці озимої здійснює попередник.

Через посушливі умови посівної кампанії останніх років та вегетаційного періоду озимих культур загалом постає актуальне питання пошуку антистресових методів підвищення життєздатності рослин та їх опору стресу від етапу проростання до отримання кінцевої продукції. Розробка технологій вирощування зернових культур, яка би дозволяла забезпечувати рослину комплексом необхідних елементів на фоні нестачі продуктивної вологи у критичні фази її розвитку, є щонайпершою задачею агровиробників у боротьбі за одержання стабільних і високих валових зборів зерна незалежно від погодних умов.

Для розв'язання проблеми основного лімітуючого фактору Сходу важливе значення мають заходи агрохімічного забезпечення, що направлені на пом'якшення несприятливої дії абіотичних факторів зокрема гумати, стимуляції швидкого та ефективного коренеутворення, що дасть змогу отримувати необхідну вологу з більш глибоких шарів ґрунтового профілю та сприятиме продовженню процесу онтогенезу без значних втрат у продуктивності [19–20].

Комплекс напрацювань слугуватиме вихідним положенням для рекомендації системи застосування добрив з використанням дослідних препаратів задля отримання стабільно високої врожайності пшениці озимої в умовах Степової зони України.

Мета досліджень – визначити найбільш адаптивні системи забезпечення рослин необхідними елементами живлення на фоні підбору найкращих агрохімічних антистресових пакетів з метою стабілізації отримання запланованих урожаїв у Степовому ареалі.

Завдання досліджень: 1. Виявити вплив метеорологічних факторів на особливості водоспоживання та формування елементів структури врожайності пшениці озимої залежно від морфобіологічних особливостей сорту. 2. Виявити реакцію рослин пшениці озимої на дози внесення дослідних препаратів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили лабораторно-польовим методом у польовій сівозміні на дослідних ділянках, які розташовані в центральній частині Донецької області у Великоновосілківському районі, с. Розлив. Повторність у дослідах 4-кратна. Площа ділянки 25 м^2. Розміщення ділянок систематичне.

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний, важкосуглинковий. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31 %, P_2O_5 – 0,16–0,18 %, K_2O – 1,8–2,0 %, вміст гумусу в орному шарі – 4,5 %, $pH_{сол}$-6,9. Обробіток ґрунту звичайний, загальноприйнятий у господарствах області [2–4].

Попередник чорний пар. Схема дослідів передбачала внесення дослідних препаратів у різні фази розвитку пшениці озимої. Урожайні дані перерахували на 14 % вологості з огляду на засміченість зернової маси.

Дослідження проводили 2018–2020 рр. на дослідному полі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук України. Територія землекористування характеризується загалом континентальним кліматом зі спекотним сухим літом, малосніжною з відлигами зимою. За багаторічними даними середньорічна температура повітря складає 7,6–8,0 °С. Найспекотніший місяць – липень (середньобагаторічна температура повітря +21,2 °С), найхолодніший – січень (середньобагаторічна температура -5,8 °С). Максимальна температура повітря +42 °С, мінімальна – -39 °С (табл. 1).

Відносна вологість повітря в літні місяці порівняно низька (58–63 %), що негативно позначається на вегетації рослин. Кількість діб з відносною вологістю повітря 30 % і нижче – 60 за рік.

Характерне панування вітрів північно-східного (40 %) напрямку. Вони часто мають характер суховіїв і зумовлюють ґрунтову посуху. За період з квітня по вересень буває в середньому 79 діб із су-

ховіями, з них 42 доби – слабкої, 24 доби – середньої інтенсивності, 9 діб з інтенсивними і 4 доби з дуже інтенсивними суховіями. Відносна вологість повітря в період суховіїв знижується до 30 %, що несприятливо впливає на вегетацію сільськогосподарських культур [3–4]. Сильні (більше 15 м/с) вітри, які спричиняють пилові бурі, в середньому спостерігаються впродовж 41 доби на рік. Вони видувають поверхневий шар ґрунту та пошкоджують посіви.

Кліматичні умови району діяльності станції дають змогу вирощувати всі основні польові культури. Інтенсивне сніготанення, зливовий характер літніх опадів, сильні вітри зумовлюють ерозію ґрунтів. У літній період сільськогосподарські культури відчувають нестачу вологи, що посилюється під час суховіїв [5–7].

1. Метеоумови за період вегетації пшениці озимої 2018–2020 рр.

Місяць	Декада	Сума активних температур	Сума опадів, мм	ГТК	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %
вересень	І декада	211,9	0,0	0,0	21,2	51,6
	ІІ декада	156,2	21,6	1,4	15,6	57,0
	ІІІ декада	108,6	0,1	0,0	10,3	64,7
	за весь місяць	**476,7**	**21,7**	**0,5**	**15,7**	**57,8**
жовтень	І декада	117,2	23,4	2,0	11,7	75,6
	ІІ декада	158,2*	11,8*	0,7*	12,4	80,4
	ІІІ декада		0,7		**8,0**	**85,7**
	за весь місяць	**275,4**	**35,2**	**1,3**	**10,7**	**80,6**
листопад	І декада		9,9		7,9	77,4
	ІІ декада		0,5		5,3	85,9
	ІІІ декада		21,3		-0,4	74,6
	за весь місяць		**31,7**		**4,2**	**79,3**
грудень	І декада		4,4		-0,0	85,6
	ІІ декада		5,7		3,1	92,4
	ІІІ декада		7,2		2,6	88,7
	за весь місяць		**17,3**		**1,9**	**88,9**
січень	І декада		5,9		-0,5	87,1
	ІІ декада		1,7		-0,7	89,1
	ІІІ декада		11,5		0,5	84,5
	за весь місяць		**19,1**		**-0,3**	**86,9**
лютий	І декада		43,8		-3,4	86,7
	ІІ декада		8,5		0,5	83,0
	ІІІ декада		16,0		3,3	84,0
	за весь місяць		**68,3**		**0,1**	**84,6**
березень	І декада		0,9		10,0	63,8
	ІІ декада		5,1		5,0	63,2
	ІІІ декада		9,3		5,9	57,5
	за весь місяць		**15,3**		**7,0**	**61,5**
квітень	І декада		0,0		6,7	45,8
	ІІ декада		4,6		8,1	51,5
	ІІІ декада	79,3	1,2	0,15	10,0	51,5
	за весь місяць	**79,3**	**5,8**	**0,15**	**8,2**	**49,6**
травень	І декада	142,5	26,2	1,8	14,3	72,9
	ІІ декада	133,7	17,8	1,3	13,4	65,3
	ІІІ декада	149,5	51,0	3,4	13,6	71,7
	за весь місяць	**425,7**	**95,0**	**2,2**	**13,7**	**70,0**
червень	І декада	199,6	1,7	0,1	20,0	63,4
	ІІ декада	242,4	1,1	0,0	24,2	55,4
	ІІІ декада	232,7	9,0	0,4	23,3	58,3
	за весь місяць	**674,7**	**11,8**	**0,2**	**22,5**	**59,0**
За осінню вегетацію		**384,0**	**35,3**	**0,92**		
За весняно-літню вегетацію		**1433,4**	**151,4**	**1,06**		
За весь період вегетації		**1817,4**	**186,7**	**1,03**		

У вересні 2018–2019 років середня температура повітря становила 15,7◦. Середня відносна вологість повітря склала 57,8 %. Опадів випало 21,7 мм.

У жовтні середня температура повітря становила 10,7◦. Середня відносна вологість повітря склала 80,6 %. Опадів випало 35,2 мм.

У листопаді середня температура повітря становила 4,2◦. Середня відносна вологість повітря склала 79,3 %. Опадів випало 31,7 мм. Критична температура вимерзання озимої пшениці знижувалась до -14◦ морозу. Мінімальна температура на глибині вузла кущіння знижувалась до -5,4◦ морозу. Промерзання ґрунту досягло в окремі дні до 18 см.

Середня температура повітря у грудні склала 1,9◦. Середня відносна вологість повітря склала 88,9 %. Опадів випало 17,3 мм.

Середня температура повітря в січні склала -0,3◦. Мінімальна температура повітря знижувалась до -7,8◦, на поверхні ґрунту до -9,3◦ морозу. Середня відносна вологість повітря склала 86,9 %. Опадів випало 19,1 мм. Спостерігали нестійкий сніговий покрив.

Лютий характеризувався теплою погодою з випаданням опадів. Середня температура повітря склала 0,1◦. Мінімальна температура повітря знижувалась до -2,5◦, на поверхні ґрунту до -5,4◦ морозу. Середня відносна вологість повітря склала 84,6 %. Опадів випало 68,3 мм. Мінімальна температура на глибині вузла кущіння знижувалась до -0,3 тепла. Промерзання ґрунту впродовж декади не було. Зимівля озимих проходила при задовільних умовах.

У березні спостерігали нестійку погоду із заморозками вночі та невеликими опадами. Середня температура повітря склала 7,0◦. Мінімальна температура повітря знижувалась до -5,6◦, на поверхні ґрунту до -6,7◦ морозу. Середня температура на глибині 10 см склала 7,0◦. Середня відносна вологість повітря склала 61,5 %. Опадів випало 15,3 мм [4–6].

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

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

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

У дослідах проводили фенологічні, агрометеорологічні спостереження і обліки, визначали структуру врожаю. Врожай збирали по ділянках комбайном Sampo-130. Статистична обробка отриманих даних проведена згідно з методикою Б. А. Доспехова «Методика Польового досліду» [1–4].

Результати досліджень та їх обговорення

Наприкінці фази кущіння науковці ДДСДС НААН провели біометричний аналіз рослин з 1 м^2 по варіантах досліду [2]. Після проведення необхідних вимірювань та розрахунків були отриманні такі результати біометричних показників рослин пшениці озимої (табл. 2).

Використання препаратів, що вивчались, суттєво вплинули на показник висота рослин. Найвищим цей показник був на 5-му варіанті, що більший за контроль на 5,1 см.

Стосовно показників кількість стебел та коефіцієнт кущіння, то значну прибавку відносно контрольного варіанту забезпечило використання 13 варіанту (+887 шт./м^2 або коефіцієнт кущіння +6,13) та варіанту 8 (+718,0 шт./м^2 або коефіцієнт кущіння +5,75). Всі інші варіанти також забезпечили збільшення цих показників відносно контрольного варіанту [2–3].

Позитивний вплив запропонованих схем додаткового живлення та стимулювання ростових процесів спостерігався і в подальшому при проходженні таких фаз органогенезу, що врешті-решт сприяло формуванню наступних показників структури врожаю (табл. 3).

2. Біометричні показники рослин пшениці озимої залежно від використання препаратів (у середньому за 2018–2020 р.)

Варіант	Середня висота, см	Кількість стебел, шт./м^2	Коефіцієнт кущіння
Контроль (без добрив)	41,4	1869	4,15
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	44,2	1843	4,10
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	45,6	2250	5,00
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	43,0	1908	4,24
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний****	46,5	2034	4,52
Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	42,7	1932	4,29
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	37,7	1890	4,20
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	42,9	2588	5,75
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	43,7	2319	5,15
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	38,7	1950	4,33
Гумат калия РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Бор** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	42,0	1964	4,36
Гумат калия РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	45,7	1962	4,36
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	45,2	2756	6,13
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	45,2	2194	4,88
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	44,9	1907	4,24
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Бор** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор***** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	45,1	1823	4,05
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор***** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	38,8	1941	4,31
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	40,2	2250	5,00
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	38,2	2250	5,00
НІР	4,9	272,0	1,9

Примітки: *Обробка насіння; **Обприскування у фазу початок кущіння (осінь); ***Обприскування у фазу відновлення вегетації (весна); ****Обприскування у фазу вихід у трубку; *****Обприскування у фазу початок колосіння; ****** Обприскування у фазу молочна стиглість.

3. Показники структури врожаю пшениці озимої (середнє 2019–2020 рр.)

Варіант	Довжина колосу	Кількість колосків	Висота рослин	Коеф. прод. кущіння
Контроль (без добрив)	7,0	15 (80%)	82	1,8
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	9,0	19 (90%)	86	2,6
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	8,5	17 (85%)	86	2,8
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	8,5	17 (90%)	86	2,0
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний****	8,5	17 (90%)	83	2,6
Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	8,0	16 (90%)	87	2,0
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	9,5	17 (90%)	87	2,1
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	8,5	18 (85%)	86	2,3
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	9,0	19 (90%)	87	2,3
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	8,5	17 (85%)	88	2,1
Гумат калия РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Бор** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	10,5	20 (90%)	87	2,5
Гумат калия РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	8,0	18 (85%)	89	2,3
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	9,0	18 (85%)	90	2,2
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	9,0	18 (90%)	88	1,9
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	9,5	19 (90%)	88	2,8
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Бор** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор***** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	9,5	19 (85%)	88	2,3
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор***** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	10,5	19 (90%)	88	2,2
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	8,5	17 (80%)	83	2,3
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	9,0	16 (80%)	89	2,2
НІР	0,10	0,12	1,5	0,10

Примітки: див. табл. 2.

4. Урожайність зерна пшениці озимої (середнє 2019–2020 рр.)

Варіант	Маса 1000, г	Урожайність, т/га	Прибавка	
			т/га	%
Контроль (без добрив)	37,0	7,8	-	-
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	40,8	8,6	0,8	+10,26
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	38,9	8,3	0,5	+6,41
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний***	40,7	9,9	2,1	+26,92
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний****	41,2	9,1	1,3	+11,67
Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	40,7	9,0	1,2	+15,39
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	38,5	9,4	1,6	+20,51
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	38,6	9,0	1,2	+15,39
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка****	40,4	9,6	1,8	+23,08
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	39,6	10,1	2,3	+29,49
Гумат калия РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Бор** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	39,5	8,5	0,7	+8,97
Гумат калия РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор*****	37,6	9,0	1,2	+15,38
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	41,4	11,6	3,8	+48,72
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	38,7	8,5	0,7	+8,97
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	43,6	8,9	1,1	+14,10
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Бор** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор***** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	38,9	8,7	0,9	+11,54
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Бор***** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	36,6	9,7	1,9	+24,36
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний** + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	38,0	8,3	0,5	+6,41
Гумат калію РОСТ ОК Універсальний* + Гумат калію РОСТ ОК Універсальний*** + Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку**** + сірка**** + Гумат калію РОСТ ОК Зерновий******	38,8	8,1	0,3	+3,85
НІР	1,5	0,2		

Примітки: див. табл. 2.

Використання комплексних добрив Rost ОК протягом вегетації пшениці озимої сприяло суттєвому покращенню показників структури врожаю.

Додаткове стимулювання рослин у фазу кущіння (осінь) сприяло формуванню додаткових продуктивних пагонів порівняно з контролем. Використання препарату Гумат калію РОСТ ОК Універсальний дало змогу підвищити коефіцієнт продуктивного кущіння від 22,2 % до 55,6 %. Використання в цю фазу препарату Гумат калію РОСТ ОК бор підвищило відповідний показник від 27,8 % до 38,9 %.

Додаткове обприскування наприкінці фази кущіння посилювало процес формування продуктивних пагонів, підвищивши коефіцієнт продуктивного кущіння на 55,6 % порівняно з контролем.

Використання препаратів Гумат калію РОСТ ОК Хелат цинку разом із сіркою, а також Гумат калію РОСТ ОК бор на початку фази «виходу у трубку» сприяло збільшенню довжини колосу від 21,5 % до 50,0 %.

Найбільшу кількість колосків у колосі (20 шт.) та відсоток озернення колосу (~90 %) спостерігали у разі додаткового використання препарату Гумат калію РОСТ ОК бор на початку фази колосіння.

При аналізі показників структури врожаю можна зробити висновок, що найбільш суттєвий вплив в умовах східної частини Північного Степу забезпечувало комплексне застосування препаратів, що вивчались, безпосередньо на всіх етапах органогенезу. Додаткове живлення ріст стимулюючими препаратами у фазах, які відповідають за формування того чи того показника продуктивності рослин, сприяє посиленню фізіологічних процесів у рослині. Саме тому видно як підвищення кількості продуктивних стебел у разі обприскування посівів у фазі кущіння, так і підвищення відсотку озерненості колосу за умови використання препаратів на початку фази колосіння [3–4].

Позитивний вплив препаратів, що вивчались, на ростові процеси пшениці озимої протягом вегетації сприяв формуванню додаткового врожаю порівняно з контрольним варіантом (табл. 4).

Показник маса 1000 зерен є більш сортовою ознакою та майже не береться до уваги при аналізі адаптаційних властивостей. Проте використання схем, що вивчались, сприяло суттєвому збільшенню цього показника, що дало змогу істотно підвищити рівень зернової продуктивності рослин. Найбільш суттєвий вплив на збільшення маси 1000 зерен спостерігали при реалізації варіанту 15. Прибавка до контролю склала 6,6 г.

Урожайність зерна, мабуть, є найістотнішим показником, який характеризує доцільність використання того чи того елементу технології при вирощуванні сільськогосподарських культур. Застосування схем додаткового підживлення та стимулювання ростових процесів сприяло збільшенню врожайності зерна пшениці озимої порівняно з контролем на всіх варіантах.

Найбільш істотна прибавка зерна була на варіантах, де кратність обробок була найбільшою та підтримувала рослини додатковим живленням особливо на останніх етапах органогенезу. Урожайність на таких варіантах підвищувалась від 1,1 т/га до 3,8 т/га.

Висновки

В умовах вегетаційного періоду 2018–2020 рр. використання комплексних добрив Rost ОК, що вивчались, за різними схемами їх внесенн, сприяло більш ефективному використанню рослинами поживних речовин. Стимулювання ростових процесів через використання препаратів, що вивчались, дає змогу рослинам більш ефективно використовувати ґрунтово-кліматичні умови, підвищуючи адаптаційні властивості рослин. У результаті створення сприятливих умов на різних етапах органогенезу рослини формували кращі біометричні показники та показники структури врожаю. Загалом позитивний результат складного за метеорологічними показниками 2018–2020 років дає змогу рекомендувати схеми застосування препаратів вітчизняного виробника ТОВ «Виробничо-накопичувальне підприємство «РОСТ ОК», як ефективний засіб у підвищенні адаптаційних властивостей рослин пшениці озимої, що, безпосередньо, підвищує зернову продуктивність одиниці площі.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченн і регуляторів росту та їхнього впливу на елементи продуктивності пшениці озимої і якісні параметри врожаю зерна.

References

1. Dospehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].

2. Vinyukov, O. O. (2016). Vpliv biopreparativ i regulyatoriv rostu roslin na pokazniki yakosti zerna ozimoyi pshenici. *Materiali Vseukrayinskoyi naukovo-praktichnoyi konferenciyi molodih vchenih i specialistiv 25–26 travnya 2016 r./NAAN, DU IZK NAAN, Ministerstvovo agrarnoyi politiki ta prodovolstva Ukrayini, ekspertizi sortiv roslin*. Vinnicya [In Ukrainian].

3. Girka, A. D. (2015). *Agrobiologichni osnovi formuvannya produktivnosti ozimih ta yarih zernovih kultur u Pivnichnomu Stepu Ukrayini*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].

4. Chuhrii, H. A. (2020). Formuvannya produktivnosti sortiv pshenici ozimoyi zalezhno vid stroku sivbi v umovah Doneckoyi oblasti. *Tavrijskij Naukovij Visnik*, 107 178–185 [In Ukrainian].

5. Vinyukov, O. O., Bondareva, O. B., & Konovalenko, L. I. (2019). Formuvannya yakosti zerna pshenici m'yakoyi ozimoyi v Doneckij oblasti v umovah globalnih zmin klimatu. *Zbirnik prac II Mizhnarodnoyi naukovo-praktichnoyi konferenciyi «Klimatichni zmini ta silske gospodarstvo. Vikliki dlya agrarnoyi nauki ta osviti», DU NMC «Agroosvita»*. Donetsk [In Ukrainian].

6. Maslak, O., Ilchenko, V., & Ilchenko, O. (2016). EfektivnIst viroschuvannya pshenitsi ozimoyi. *Zdorovia roslyn: Ozymi zernovi – pshenytsia, yachmin, zhyto: Seriia «Ahronomiia sohodni»*, 4, 7–13. Retrived from: http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/4877/1Маслак%20О.%20М.%20Ефективність%20вирощуванння%20пшениці.pdf [In Ukrainian]

7. Melnichenko, V. A. (2013). Ekonomichna efektivnIst viroschuvannya pshenitsI ozimoyi v zalezhnostI vid strokiv posivu ta rozvitku boroshnistoyi rosi. *Staliy Rozvitok Ekonomiki*, 1, 196–199 [In Ukrainian].

8. Morgun, V. V., Sanin, E. Yu., & Shvartau, V. V. (2014). *Klub 100 tsentneriv. Suchasni sorti ta sistemi zhivlennya i zahistu ozimoyi pshenitsi*. Kyiiv: Logos [In Ukrainian].

9. Mazarenko, D. I., & Maznieva, H. Ie. (Reds.). (2007). *Efektyvnist tekhnolohii vyroshchuvannia ozymykh zernovykh pry riznomu resursnomu zabezpechenni*. Kharkiv: KhNTUSH [In Ukrainian].

10. Moiseev, Yu, Chuhlyaev, I., & Rodina, N. (1998). Tehnologii budushego v selskom hozyajstve. *Mezhdunarodnyj Selskohozyajstvennyj Zhurnal*, 1, 56–62 [In Russian].

11. Burbela, M. (1995). Suchasni agroekologichni i socialni aspekti himizaciyi silskogo gospodarstva. *Propoziciya*, 1, 17–18 [In Ukrainian].

12. Sajko, V. F. (2004). Suchasni tehnologiyi viroshuvannya konkurentospromozhnogo zerna. *Zbirnyk Naukovykh Prats Navchalno-Naukovyi Tsentr «Institut Zemlerobstva UAAN»: Specialniy vipusk*, 26–31 [In Ukrainian].

13. Zolotuhina, Z. V. (2015). Produktivnist ta yakist zerna intensivnih sortiv pshenitsi ozimoyi zalezhno vid agrotehnichnih priyomiv viroschuvannya v umovah Pivdennogo Stepu Ukrayini. *Doctor's thesis*. Melitopol [In Ukrainian].

14. Kudrya, S. I., Klochko, N. A., & Kudrya, N. A. (2007). Vlagoobespechennost i urozhaynost pshenitsyi ozimoy v zavisimosti ot predshestvennika. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 7, 23–26 [In Russian].

15. Bilitiuk, A. P., & Skurotivska, O. V (2000). Rehuliatory rostu u formuvanni vrozhainosti. *Zakhyst Roslyn*, 10, 21–23 [In Ukrainian].

16. Gathala, M., Timsina, J., Islam, M. R., Rahman, M. T., Hossain, M. M., Harun-Ar-Rashid, M., Ghosh, A. K., Krupnik, T. J., Tiwari, T. P., & McDonald, A. (2015). Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice–maize systems: Evidence from Bangladesh. *Field Crops Research*, 172, 85–98. doi: 10.1016/J.FCR.2014.12.003

17. Tarariko, O. G. (1999). Biologizatsiya ta ekologizatsiya gruntozahisnogo zemlerobstva. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 10, 5–9 [In Ukrainian].

18. Ulich, O. L., Tereschenko, Yu. F., Hahula, V. S. (2018). Adaptivni sorti pshenitsi ozimoyi dlya pidzoni perehodu Lisostepu v Step. *Elektronnyi Zhurnal «Ahronom»*. Retrived from: https://agronom.com.ua/adaptyvni-sorty-pshenytsi-ozymoyi-dlya-pidzony-perehodu-lisostepu-v-step/ [In Ukrainian].

19. Marenych, M. M., & Yurchenko, S. O. (2017). Vplyv doposivnoi obrobky nasinnia biolohichno aktyvnymy rechovynamy na rist i rozvytok roslyn pshenytsi ozymoi na pochatkovykh stadiiakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1–2), 38–42. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.08 [In Ukrainian].

20. Yavorska, V. K., Drahovoz, I. V., & Bohdanovych, A. V. (2008). Rehuliatory rostu pryrodnoho pokhodzhennia yak zasoby pidvyshchennia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur. *Fyzyolohyia y Byokhymyia Kulturnikh Rastenyi*, 4, 40 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 26.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Чугрій Г. А., Вінюков О. О. Тестування програм збалансованого живлення пшениці озимої в умовах нестійкого зволоження зони Степу України з метою стабілізації врожайності зернової групи у Східному регіоні. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 55–64.

© Чугрій Ганна Анатоліївна, Вінюков Олександр Олександрович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.11:631.46:631.559:631.526.3-021.4 |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.07

INFLUENCE OF PREDECESSORS ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF NEW WINTER DURUM WHEAT VARIETIES

S. M. Shakaliy* ORCID 0000-0002-4568-1386
A. V. Bagan ORCID 0000-0001-8851-5081
S. O. Yurchenko ORCID 0000-0002-5812-3877
O. O. Chetveryk

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Correspondingauthor*
E-mail:shakaliysveta@gmail.com

How to Cite

Shakaliy, S. M., Bagan, A. V., Yurchenko, S. O., & Chetveryk, O. O. (2021). Influence of predecessors on yield and grain quality of new winter durum wheat varieties. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 65–71. doi: 10.31210/visnyk2021.01.07

Increasing yield potential has always been and remains fundamentally important in breeding programs. But modern varieties must be not only high-yielding, producing high quality products, but also resistant to unfavorable environmental factors, highly adapted, highly homeostatic. Only high variety adaptability (stipulated homeostatic nature of its genotype) can ensure the yield stability in different environmental conditions. The results of studying the influence of predecessors on the yield and grain quality of new winter durum wheat varieties are presented in the article. The research was conducted during 2018–2020 with Pryazovska and Shulyndinka winter durum wheat varieties in Poltava region to study the impact of predecessors on yield and grain quality, and the results showed that, according to the average data (2018–2020), the level of grain yield depended on weather conditions by 35 %, on the variety – by 25 %, and on the predecessor – by 20 %. Pryazovska variety after soybean predecessor had a yield of 5.62 t/ha, which was 0.04 t/ha higher than after winter rape predecessor. Shulyndinka variety was characterized by higher yields after winter rape predecessor (5.90 t/ha) than after soybean (5.81 t/ha). Hardness index is important for winter durum wheat, as it characterizes the internal grain structure. Hardness is required for further processing of winter durum wheat grain into pasta products. 2019 was characterized by the highest hardness. Shulyndinka variety had hardness index of 87 % after soybean forecrop and up to 86 % after winter rape. For three years (2018–2020), the highest protein weight fraction in winter durum wheat grain (15.0–14.8 %) was formed, on the average, in Pryazovska variety after two predecessors. Shulyndinka variety had a slightly lower protein weight fraction (14.4–14.6 %). Thus, according to the conducted research, the best precursor for Pryazovska variety was soybean, and for Shulyndivka – winter rape.

Key words: *winter durum wheat, variety, precursor (predecessor), yield capacity, grain hectoliter weight, hardness, protein content.*

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НОВИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТВЕРДОЇ

С. М. Шакалій, А. В. Баган, С. О. Юрченко, О. О. Четверик
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Збільшення потенціалу врожайності завжди було і залишається фундаментально важливим у селекційних програмах. Але сучасні сорти повинні бути не тільки високоврожайними, що дають продукцію високої якості, але і стійкими до несприятливих факторів середовища, високоадаптованими, високогомеостатичними. Тільки висока адаптивність сорту (обумовлена гомеостатичність його генотипу) може забезпечити стабільність врожаю в різних екологічних умовах. У статті представлені результати дослідження впливу попередників на урожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої твердої. Дослідження, проведені упродовж 2018–2020 рр. із сортами пшениці озимої твердої Приазовська та Шулиндінка в умовах Полтавської області із вивчення впливу попередників на урожайність та якість зерна, показали, що за середніми даними (2018–2020 рр.) рівень урожайності зерна на 35 % залежав від погодних умов, на 25 % від сорту і на 20 % від попередника. Сорт Приазовська по попереднику соя мав урожайність 5,62 т/га, що вище на 0,04 т/га, ніж по попереднику озимий ріпак. Вищими показниками урожайності характерезується сорт Шулиндінка по попереднику озимий ріпак (5,90 т/га) ніж по попереднику соя (5,81 т/га). Показник склоподібності є важливим для пшениці озимої твердої, оскільки він характеризує внутрішню будову зернівки. Склоподібність потрібна для подальшої переробки зерна пшениці озимої твердої у продукти макаронного виробництва. Найвищою склоподібністю характерезується урожай 2019 року. Сорт Шулиндінка мав показник склоподібності від 87 % – попередник соя до 86 % – попередник озимий ріпак.У середньому за три роки (2018–2020 рр.) найвища масова частка білка в зерні пшениці озимої твердої (15,0–14,8 %) у середньому по сортам сформувалася в сорту Приазовська по двох попередниках. Дещо нижчою масова частка білка була в сорту Шулиндінка (14,4–14,6 %). Отже, за проведеними дослідженнями кращим попередником для сорту Приазовська була соя, а для сорту Шулиндівка попередник озимий ріпак.

Ключові слова: *пшениця озима тверда, сорт, попередник, урожайність, натура зерна, склоподібність, вміст білка.*

Вступ

У сучасних умовах у світі виникає дефіцит зерна пшениці, і перед людством знову виникає гостра проблема продовольчої кризи. Річне виробництво зерна пшениці в середньому складає близько 840 млн т [1–4].

Задоволення цієї потреби – складна задача, зважаючи на те, що посівні площі у світі зменшуються, а урожайність пшениці в більш розвинених країнах вже досягла максимального рівня, наприклад, у країнах Європи складає понад 8 т/га [5–7].

Сорт – один із найдешевих і доступних способів підвищення урожайності. Без нього неможливо реалізувати в землеробстві досягнення науково-технічного прогреса. Тому вивчення впливу попередника на зерно пшениці озимої твердої в Полтавській області залишається важливою задачею [8–11].

У різних країнах світу постійно зростає попит на органічну продукцію рослинництва та продукти харчування, які сертифікуються як екологічно безпечні. В Україні, зважаючи на потужний науковий і виробничий потенціал рослинницької галузі, існує можливість масштабного застосування біологічного землеробства з метою виробництва екологічно чистої продукції для внутрішнього та зовнішнього ринків. На базі сільськогосподарського виробництва Полтавської області доцільно відпрацювати стратегію та методику освоєння біологічних технологій і систем органічного землеробства [12–14, 16].

Проблеми виробництва високоякісного зерна пшениці озимої в умовах виходу України на міжнародні зернові ринки мають актуальне значення. Один зі шляхів збільшення його якості є впровадження у виробництво високоефективних конкурентоспроможних технологій вирощування цієї культури. Експериментальні дані та результати досліджень вітчизняних і закордонних учених свідчать, що виростити конкурентоспроможну рослинницьку продукцію можливо лише на основі науково-

технічного прогресу, який утілюється в системах землеробства сучасними технологіями вирощування сільськогосподарських культур [15, 18].

Невід'ємною складовою частиною підвищення ефективності експортної діяльності виробників зерна є поліпшення рівня його конкурентоспроможності, насамперед, за якістю. У сучасних умовах у конкурентній боротьбі за ринки збуту найбільшу перевагу отримує не стільки той, хто запропонував нижчі ціни, скільки той, хто пропонує вищу якість, оскільки продукція з вищою якістю набагато цінніша і має більший попит [17, 19–20].

Метою дослідження було розробити та вдосконалити елементи технології вирощування пшениці озимої твердої, які би забезпечували підвищення врожайності зерна, високу його якість при зниженні антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Завдання дослідження. Визначити урожайність та показники якості зерна сортів пшениці озимої твердої залежно від попередника.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проводили упродовж 2018–2020 рр. над сортами пшениці озимої твердоїв СФГ «Берест» Полтавської області, а показники якості в Лабораторії якості ПДАА.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малоґумусний, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст ґумусу в орному шарі (0–20 см) 3,9–4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 5,7–6,4 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Кононовою); P_2O_5 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), pH сольової витяжки – 6,4.

Схема досліду включала два сорти пшениці озимої твердої Шулиндінка та Приазовська у разі вирощування по двох попередниках сої та озимого ріпака.

Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Посівна площа ділянки дорівнювала 100 м^2, облікова – 80 м^2. Технологія вирощування культури була типовою для зони Лівобережного Лісостепу України.

Визначення урожайності проводили методом суцільного обмолоту на кожній ділянці, з наступним зважуванням та перерахунком на 1 га [11].

Безпосередньо за ростом і розвитком рослин пшениці були проведені фенологічні спостереження візуально водночас із записом у польові журнали, які потребують методики польових досліджень.

Показники якості пшениці визначали згідно з державним стандартом 2019 року [1].

Об'єктом досліджень було формування врожайності та якості зерна пшениці озимої твердої залежно від попередників в умовах Полтавської області.

Результати досліджень та їх обговорення

2018 року вищу врожайність ми отримали від сорту пшениці Шулиндінка по попереднику соя. Дещо нижчою 5,31 т/га вона була по попереднику озимий ріпак. Сорт Приазовська 2018 року мав менші показники врожайності в порівняно із сортом Шулиндінка: по попереднику соя – 4,96 т/га, озимий ріпак – 4,66 т/га. Попередник соя 2018 року дала більший приріст врожайності по двох досліджуваних сортах. Приазовська мала урожайність на 0,3 т/га вищу, ніж по попереднику озимий ріпак. Сорт Шулиндінка – на 0,1 т/га вище по попереднику соя, ніж по озимому ріпаку (табл. 1).

1. Урожайність сортів пшениці твердої залежно від попередника, т/га

Сорт (фактор А)	Попередник (фактор В)	Урожайність, т/га			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Приазовська	соя	4,96	5,61	5,62	5,39
	озимий ріпак	4,66	5,72	5,58	5,32
Шулиндінка	соя	5,31	6,04	5,81	5,68
	озимий ріпак	5,24	6,11	5,90	5,78
Нір $_{005}$ по фактору А		0,31	0,38	0,22	
Нір $_{005}$ по фактору В		0,18	0,11	0,12	

А от у сорту Шулиндінка врожайність по другому попереднику (озимий ріпак) перевищувала попередника сою на 0,07 т/га. Врожайність у сорту була в межах 6,04–6,11 т/га. Дослідження 2019 року

показали переваги за показником урожайності в сорту Шулиндінка.Урожайність 2020 року була на рівні 2019 року. Сорт Приазовська по попереднику соя мав врожайність 5,62 т/га, що вище на 0,04 т/га, ніж по попереднику озимий ріпак.

По попереднику озимий ріпак сорт Приазовська був на рівні 5,58 т/га. Вищими показниками урожайності характерезується сорт Шулиндінка по попереднику озимий ріпак (5,90 т/га), ніж по попереднику соя (5,81 т/га).

Якщо порівнювати сорт Приазовська та Шулиндінка 2020 року, то вищою врожайність була по другому сорту та по попереднику озимий ріпак. Вона перевищувала перший сорт на 0,32 т/га. За середніми показниками врожайності за роками кращим був сорт Шулиндінка по попереднику озимий ріпак і становила 5,78 т/га. Так, за середніми даними 2018–2020 рр. рівень врожайності пшениці на 35 % залежав від погодних умов, на 25 % від сорту, на 20 % від попередника та 17 % склала взаємодія факторів АВ і лише на 3 % від інших факторів (рис.).

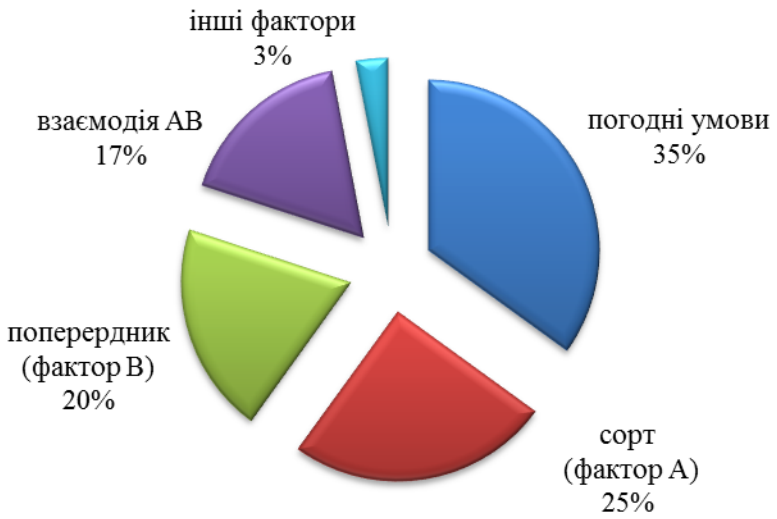


Рис. Частка впливу факторів на урожайність пшениці озимої твердої (середнє 2018–2020 рр.)

Важливим показником фізичної якості зерна пшениці озимої твердої є натура. Результати аналізу натури зерна досліджуваних сортів пшениці представлено в таблиці 2.

2. Натура зерна пшениці озимої твердої залежно від попередників, г/л

Сорт (фактор А)	Попередник (фактор В)	Натура, г/л			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Приазовська	соя	760	755	790	768
	озимий ріпак	760	750	785	765
Шулиндінка	соя	780	765	795	780
	озимий ріпак	784	760	790	781

Встановлено, що в середньому за три роки (2018–2020) найбільша натура зерна пшениці озимої твердої (781 г/л) отримана в сорту Шулиндінка по попереднику озимий ріпак. Дещо нижчі показники натури зерна (768 г/л) зафіксовано в сорту Приазовська у разі сівби по попереднику соя. Найменшою натура зерна пшениці озимої твердої сформувалася 2019 року в сорту Приазовська у разі сівби по попереднику озимий ріпак – 750 г/л (див. табл. 2.). Найбільшим показник натури був 2020 року в сорту Шулиндінка через використання попередника соя – 795 г/л. Дещо нижчим цей показник був по попереднику озимий ріпак і становив 790 г/л. 2018 рік за показником натури зерна був на рівні від 760 (сорт Приазовська у разі посіву по попередниках соя та озимий ріпак) до 784 г/л (сорт Шулиндінка попередник озимий ріпак).

Показник склоподібності є важливим для пшениці озимої твердої, оскільки він характеризує внутрішню будову зернівки. Склоподібність потрібна для подальшої переробки зерна пшениці озимої твердої у продукти макаронного виробництва. Найвища склоподібність характерна для врожаю 2019

року. Сорт Шулиндінка мав показник склоподібності від 87 % – попередник соя до 86 % –попередник озимий ріпак. У сорту Приазовська коливання були від 84 % (соя) – 81 % (озимий ріпак) (табл. 3).

3. Склоподібність зерна пшениці залежно від попередників, %

Сорт (фактор А)	Попередник (фактор В)	Склоподібність, %			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Приазовська	соя	78	84	83	82
	озимий ріпак	70	81	84	78
Шулиндінка	соя	83	87	81	84
	озимий ріпак	81	86	83	83

2020 рік мав показник склоподібності на рівні 2019 року. По сорту Приазовська він був вищим за умови використання попередника озимий ріпак і становив 84 %, а при висіву після сої склав – 83 %, що лише на 1 % перевищив другий попередник.

Згідно зі стандартом України на зерно пшениці твердої ми визначали показник числа падання. По роках воно було в межах від 365 с до 403 с (табл. 4).

4. Вплив попередників на число падання сортів пшениці озимої твердої, с

Сорт (фактор А)	Попередник (фактор В)	Число падання, с			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Приазовська	соя	382	393	398	391
	озимий ріпак	365	370	371	369
Шулиндінка	соя	403	391	401	398
	озимий ріпак	390	378	400	389

Кращими показниками числа падання (2018 рік) характеризуються сорти по попереднику озимий ріпак і становлять у сорту Приазовська – 365 с, сорт Шулиндівка – 390 с. Дещо гіршими вони є по попереднику соя і становлять відповідно 382 та 403 с. Гіршим показник числа падання був 2020 року. Сорт Шулиндівка по попереднику соя – 401 с та по озимому ріпаку – 400 с. Сорт Приазовська мав кращі результати, ніж сорт Шулиндінка і становив 398 с по попереднику соя та 371 с по озимому ріпаку.

Відомо, що основними показниками якості зерна пшениці озимої твердої є масова частка в ньому білка, оскільки з ним пов’язані основні технологічні, крупяні властивості та товарна цінність зерна. Для одержання зерна високої якості велике значення має сорт. Вплив погодних умов на формування якості зерна проявляється і в кількості опадів, особливо в період наливу і дозрівання зерна [16]. У роки досліджень зерно найвищої якості формувалося в сорту Приазовська 2020 року по попереднику озимий ріпак і склало 15,1 %. Дещо нижчої якості було зерно в сорту Шулиндінка по попереднику соя 2019 року і склало 14,1 % (табл. 5).

5. Вміст білка в зерні пшениці озимої твердої залежно від попередників, %

Сорт (фактор А)	Попередник (фактор В)	Вміст білка, %			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Приазовська	соя	15,0	14,7	14,7	14,8
	озимий ріпак	14,7	15,0	15,1	15,0
Шулиндінка	соя	14,3	14,1	14,7	14,4
	озимий ріпак	14,5	14,3	15,0	14,6

У середньому за три роки (2018–2020 рр.) найвища масова частка білка в зерні пшениці озимої твердої (15,0–14,8 %) в середньому по сортам сформувалася у сорту Приазовська по двох попередниках. Дещо нижчою масова частка білка була в сорту Шулиндінка (14,4–14,6 %).

Висновки

Дослідження, проведені упродовж 2018–2020 рр. із сортами пшениці озимої твердої Приазовська та Шулиндінка в умовах Полтавської області із вивчення впливу попередників на урожайність та якість зерна, показали, що за середніми даними (2018–2020 рр) рівень урожайності зерна на 35 % залежав від погодних умов, на 25 % від сорту і на 20 % від попереднику. Сорт Приазовська по попереднику соя мав врожайність 5,62 т/га, що вище на 0,04 т/га, ніж по попереднику озимий ріпак. Вищими

показниками урожайності характерезується сорт Шулиндінка по попереднику озимий ріпак (5,90 т/га), ніж по попереднику соя (5,81 т/га).

Перспективи подальших досліджень. У середньому за три роки (2018–2020 рр.) найвища масова частка білка в зерні пшениці озимої твердої (15,0–14,8 %) в середньому по сортам сформувалася у сорту Приазовська по двох попередниках. Дещо нижчою масова частка білка була в сорту Шулиндінка (14,4–4,6 %). Отримані результати підтвердили перспективність досліджень впливу попередників на показники якості зерна пшениці твердої.

References

1. *DSTU 3768 : 2019. Pshenytsia. Tekhnichnyi standart*. Chynnyi vid 2019-06-10. (2019). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].
2. Kostetska, K. V., & Yevchuk, Y. V. (2016). Physical and mechanical properties and quality indicator of wheat. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 8 (2), 187–192.
3. Kirian, V. M. (2010). Oczinka vikhidnogo materialu psheniczi ozimoyi myakoyi za oznakami yakosti zerna. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 35–40 [In Ukrainian].
4. Larchenko, K. A., & Morhun, B. V. (2010). Priznaki kachestva zerna psheniczy i metody ikh uluchsheniya. *Fyzyolohyia i Byokhymyia Kulturnykh Rastenyi*, 42 (6), 463–474 [In Russian].
5. Muntian, L. V. (2017). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid norm vysivu ta udobrennia v rysovykh sivozminakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Candidate thesis*. Khersonskyi derzhavnyi ahrarnyi universytet, Kherson [In Ukrainian].
6. Palchuk, N. S. (2014). Formuvannya vrozhajnosti riznimi sortami psheniczi ozimoyi pri viroshhuvanni pislya soyi v umovvakh pivnichnoyi chastini Stepu Ukrayini. *Visnik Agrarnoyi Nauki Prichornomor'ya*, 4, 156–162 [In Ukrainian].
7. Pravdziva, I. V., Vasylenko, N. V., Volohdina, H. B., Zamlila, N. P., & Koliuchyi, V. T. (2016). Faktory vplyvu na yakist zerna ta boroshna novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi 2. Pokaznyky yakosti boroshna. *Myronivskyi Visnyk*, 3, 191–202 [In Ukrainian].
8. Hryniv, S. M., Vasyliuk, P. M., Ulych, L. I., 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].
9. Zhelezniakov, O., Palchuk, N., & Kirsanova, Kh. (2015). Optymizatsiia vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi. *Propozytsiia*, 9, 48–51 [In Ukrainian].
10. Demidov, O. A., Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., & Fedorenko, M. V. (2017). Oczinka vikhidnogo materialu psheniczi myakoyi yaroyi za pokaznikami yakosti zerna v umovakh Lisostepu. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 34–37. doi: 10.31073/agrovisnyk201701-06 [In Ukrainian].
11. Derzhavnij reyestr sortiv roslin pridatnikh dlya poshirennya v Ukrayini` v 2016 roczi. (2016). Kiyiv: TOV “ALEFA” [In Ukrainian].
12. Zhemela, G. P., & Shakaliy, S. M. (2012). Vpliv poperednikiv na vrozhajnist ta yakist zerna psheniczi myakoyi ozimoyi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoiahrarnoi Akademii*, 3, 20–23 doi: 10.31210/visnyk2012.03.03 [In Ukrainian].
13. Grunwald, N., & Tihonenko, L. Pro standart na psheniczyu. Retrived from: a7d.com.ua> Agro politika [In Ukrainian].
14. *DSTU 4138-2002. Nasinnya silskogospodarskikh kultur. Metodi viznachennya yakosti*. Chynnyi vid 2004-01-11. (2003). Kiyiv[In Ukrainian].
15. Melnik, S., Malasaj, V., & Gavrilyuk, M. (2007). *Nasinnicztvo i nasinnyeznavstvo polovikh kultur*. Kiyiv: Agrarna nauka [In Ukrainian].
16. Shakaliy, S. M., Bahan, A. V., Yeshchenko, V. M., & Senchuk, T. Y. (2020). Efektyvnist elementiv u biolohii tekhnolohii vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi u Lystepivskii zoni Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 112, 174–180 [In Ukrainian].
17. Franchenko, L. O. (2013). Viroshhuvannya tverdoyi psheniczi v Ukrayini - krok do polipshennya yiyi konkurentospromozhnosti na svitovomu rinku. *Efektivna Ekonomika*, 7. Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_7_19 [In Ukrainian].
18. Gamayunova, V. V., Pankev, S. V., Karashuk, G. V., & Zhuzha, A. A. (2013). Vliyanie agroekologicheskikh uslovij na kachestvo zerna sortov ozimoj myagkoj i tverdoj psheniczy na yuge Ukrainy. *Michurinskij Agronomicheskij Vestnik*. 2, 122–127 [In Russian].

19. Bazalij, V. V., Pankeev, S. V., & Karashhuk, G. V. (2013). Urozhajnist zerna sortiv psheniczi ozimoyi myakoyi ta tverdoyi zalezhno vid fonu zhivlennya v umovakh zroshennya pivdnya Ukrayini. *Tavrijskij Naukovij Visnik*, 84, 3–10 [In Ukrainian].

20. Kirian, M. V., Kirian, V. M., & Pavlyk, S. A. (2011). Otsinka zrazkiv henofondu pshenytsi miakoi ozymoi, maloposhyrenykh vydiv i dykykh spiv rodychiv na produktyvnist ta yakist zerna v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Visnik Poltavskoyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi*, 4, 26–31 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 02.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шакалій С. М., Баган А. В., Юрченко С. О., Четверик О. О. Вплив попередників на урожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої твердої. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 65–71.

© Шакалій Світлана Миколаївна, Баган Алла Василівна, Юрченко Світлана Олександрівна, Четверик Оксана Олександрівна, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.34:632.952:631.53.027-021.25 |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.08

INFLUENCE OF FUNGICIDAL DISINFECTANTS ON PATHOGENIC COMPLEX AND LABORATORY GERMINATION OF SOYBEAN SEEDS

G. D. Pospielova* ORCID 0000-0002-8030-1166
N. P. Kovalenko ORCID 0000-0001-5998-1745
N. I. Nechiporenko ORCID 0000-0003-2572-9095
R. O. Stepanenko
O. L. Sherstiuk ORCID 0000-0003-0834-5663

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: apospelova.pdaa@gmail.com

How to Cite

Pospielova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 72–79. doi: 10.31210/visnyk2021.01.08

The article presents data on the phyto-sanitary condition of soybean seeds of Vilshanka, Elena and Vorskla varieties, the level of contamination with pathogenic microorganisms. The aim of the research was to evaluate the effectiveness of fungicidal disinfectants against fungal and bacterial infections of soybean and their impact on seed quality. The variants of the experiment included: 1. Control. 2. Fundazole, 500 g/kg of wetted powder (w.p.). (St) 3 kg/t. 3. Vitavax 200 FF, 400 g/l water suspension concentration (w.s.c.). 4. TMTD 400 g/l s.c. 6 l/t. 5. Vial Trust, 140 g/l: s.c. 2.5 l/t. To establish the effect of disinfectants on the condition and development of soybean plants, they were grown to the phase of two true leaves in containers. It was found that the total infection rate of soybean seeds with phyto-pathogenic microorganisms was 27.3–37.0 %, while the infection rate with fungal infection was 68.3–83.9 % of the total and mixed infection made 6.4–17.3 %. The incidence of bacterial infection was within normal limits (up to 5 %) in Elena (3.5 %) and Vilshanka (2.3 %) varieties. In Vorskla variety, this indicator was 6.4%. Fungi of Alternaria genus were detected most often – 5.3–11.3 %, depending on the variety. Fungi of Fusarium genus were less spread: 3.9–6.5 % of the total number of seeds affected by pathogens of fungal etiology. Fungi of Botrytis genus were characterized by insignificant manifestation – in the range of 2.5–3.5 %, depending on the variety. Spores of these pathogens were found on the seeds of Elena and Vorskla simultaneously. Representatives of secondary infections (Aspergillus, Mucor and Penicillium), the prevalence of which was 4.4–10.1 %, were widely represented on soybean seeds. The share of each of these pathogens, with the exception of Mucor, was insignificant – from 0.5 % to 2.5 %. The share of detected fungi of Mucor genus was slightly higher; the maximum was in Elena variety – 5.5 % and the minimum – in Vilshanka variety – 3.3 %. For seed disinfection from pathogenic flora of fungal and bacterial origin, it is expedient to use a two-component fungicidal pesticide Vitavax 200 FF, 400 g/l w.s.c. with application rate of 2.5 l/t of seeds, which also has the best stimulating effect on laboratory germination of soybean seeds.

Key words: *phyto-sanitary monitoring, seed infection, micro-flora, treatment, seed germination.*

ВПЛИВ ФУНГІЦИДНИХ ПРОТРУЙНИКІВ НА ПАТОГЕННИЙ КОМПЛЕКС І ЛАБОРАТОРНУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

Г. Д. Поспєлова, Н. П. Коваленко, Н. І. Нечипоренко, Р. О. Степаненко, О. Л. Шерстюк
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведені дані щодо фітосанітарного стану насіння сої сортів Вільшанка, Єлена та Ворскла, рівня контамінації патогенними мікроорганізмами. Мета досліджень полягала в оцінці ефективності фунгіцидних протруйників проти грибкової і бактеріальної інфекції сої та їх впливу на посівні якості насіння. Варіанти досліду включали: 1. Контроль. 2. Фундазол, 500 г/кг з.п. (St) 3 кг/т. 3. Вітавакс 200 ФФ, 400 г/л в.с.к. 4. ТМТД 400 г/л к.с. 6 л/т. 5. Віал Траст, 140 г/л: к.с. 2,5 л/т. Для встановлення впливу протруйників на стан та розвиток рослин сої їх вирощували до фази двох справжніх листків у вегетаційних ємностях. Визначення лабораторної схожості і вивчення мікрофлори насіння здійснювали методом пророщування у вологій камері в чашках Петрі на фільтрувальному папері, згідно з ДСТУ 4138-2002, а польову – при сівбі в горщики із землею. Зараженість насіння збудниками хвороб визначали біологічним методом, основаним на стимулюванні росту і розвитку патогенних мікроорганізмів як на протруєному, так і не на протруєному насінні. Виявлено, що загальна зараженість насіння сої фітопатогенними мікроорганізмами складала 27,3–37,0 %, при цьому зараженість грибною інфекцією складала 68,3–83,9 % від загальної кількості та 6,4–17,3 % – змішаною інфекцією. Ураження бактеріальною інфекцією було в межах норми (до 5 %) у сортів Єлена (3,5 %) та Вільшанка (2,3 %). У сорту Ворскла цей показник становив 6,4 %. Найбільшою часткою ізоляції відрізнялися гриби роду Alternaria, частина яких становила 5,3–11,3 % залежно від сорту. Менше поширення мали гриби роду Fusarium: 3,9–6,5 % від загальної кількості насіння, ураженого патогенами грибної етіології. Незначним проявом характеризувалися гриби роду Botrytis – у межах 2,5–3,5 % залежно від сорту. На насінні сорту Єлена та Ворскла одночасно були виділені спори цих патогенів. Досить широко були репрезентовані на насінні сої представники вторинної інфекцій (Aspergillus, Mucor та Penicillium), поширеність яких становила 4,4–10,1 %. Частка кожного з цих патогенів, за винятком Mucor, незначна – від 0,5 % до 2,5 %. Частка ізоляції грибів роду Mucor дещо вища, максимальна на сорті Єлена – 5,5 % і мінімальна на сорті Вільшанка – 3,3 %. Для знезараження насіння від патогенної флори грибного та бактеріального походження доцільно використовувати двокомпонентний фунгіцидний протруйник Вітавакс 200 ФФ, 400 г/л в.с.к. з нормою використання 2,5 л/т насіння, який також має найкращий стимулюючий ефект на лабораторну схожість насіння сої.

Ключові слова: *фітосанітарний моніторинг, насіннєва інфекція, мікрофлора, протруювання, схожість насіння.*

Вступ

Серед великого різноманіття живих організмів є унікальні, як наприклад, соя – цінна білково-олійна культура, що має широкий спектр використання в харчовій, переробній промисловості, кормовиробництві та медицині. Вирощування її в сівозміні дає можливість швидко підвищити культуру землеробства, покращити азотний баланс і родючість ґрунту, вміст гумусу, збільшити обсяги доступних для культурних рослин поживних речовин, отримати різноманітні харчові продукти та корми високої якості [2, 4, 13].

Зацікавленість до вирощування сої в Україні з кожним роком зростає, однак при цьому потрібно констатувати досить низький рівень її урожайності. Саме тому пріоритетним питанням у галузі рослинництва є удосконалення системи насінництва сої і підвищення якості насіння [1, 6, 12]. З роками її сорти втрачають ефект гетерозису, знижують урожайність, цінні якісні показники насіння в результаті засмічення, розщеплення, зниження стійкості проти хвороб, несприятливих умов [3]. Вимоги до основних важливих за господарськими показниками ознак насіння диференційовані за етапами насінництва. До таких ознак відносять ураженість культур збудниками хвороб [5]. Зважаючи на це, велика увага приділяється фітосанітарному стану насіннєвого матеріалу як визначальному фактору життєздатності насіння і майбутніх рослин. Серед складників мікрофлори насіння найбільш чисельними є гриби, оскільки значний запас у насінні білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та певний мінімум вологи сприяють їх активному розвитку. Як відмічає В. І. Білай [3], мікроміцети є одні-

єю з основних причин погіршення якості насіннєвого матеріалу. Інфекція стає на перешкоді формуванню запланованої густоти стояння рослин, провокує прояв хвороб, які негативно впливають на наступні фази розвитку. Сходи з ураженого насіння не вирівняні, рослини пригнічені, зі зниженою продуктивністю [11, 14, 15].

Під час досліджень встановлено, що відсоток заражених насінин не завжди може слугувати повноцінним показником якості насіння. Більш показовим можна вважати склад насіннєвої мікрофлори та ступінь ураження насіння тим чи тим збудником [16].

Особливо серйозний вплив на реалізацію потенційної продуктивності рослин має прихована форма насіннєвої інфекції, яка проявляється лише під впливом певної сукупності умов у процесі зберігання або після сівби. Так, у результаті ураження сходів сої грибковою інфекцією зрідженість посівів може досягати 25–30 % [16, 17, 26].

При висіванні у ґрунт ураженого насіння певна його частина не формує сходів, деякі проростки можуть бути деформованими, часто гинуть, не досягаючи його поверхні. Недостатнє прогрівання ґрунту сприяє розвитку пліснявінню насіння. Зниження температури ґрунту, порушення водного режиму та умов живлення рослин, пошкодження ґрунтовими шкідниками, токсикація ґрунту хімічними речовинами призводить до пригнічення розвитку проростків. Значно знижує стійкість насіння та проростків до інфекції механічне травмування насіннєвого матеріалу [18, 19, 27].

У розповсюдженні і збереженні інфекції має значення як поверхнева, так і ендогенна патогенна мікрофлора. Збудників хвороби на поверхні насіння можна легко усунути шляхом протруювання препаратами контактної дії. На життєздатність насіння більше впливає внутрішня інфекція [20, 21]. В цьому випадку патогенні організми уражують плоди бобових культур ще в полі. У процесі проростання насіння зазнає додаткової атаки патогенної мікрофлори, що міститься у ґрунті. Вітчизняні вчені відзначають, що фітопатогенні гриби не тільки використовують поживне середовище насіння, але й токсичними продуктами життєдіяльності отруюють зародок і проросток [22, 23].

Метою наших досліджень була оцінка ефективності фунгіцидних протруйників проти грибкової і бактеріальної інфекції сої та їх вплив на посівні якості насіння.

Завдання дослідження: виявлення епіфітної та ендогенної мікрофлори при фітопатологічній експертизі насіння сої сортів Вільшанка, Єлена та Ворскла; з'ясування можливості використання фунгіцидних протруйників у контролі поширення грибної та бактеріальної інфекції; аналіз їх впливу на лабораторну схожість насіння сої.

Матеріали і методи досліджень

Лабораторні досліди проводили 2019–2020 років на кафедрі захисту рослин Полтавської державної аграрної академії. Досліджувалося насіння сої сортів Вільшанка, Єлена та Ворскла, вирощене у виробничих умовах ФГ «Киряківська Нива» Зіньківського району Полтавської області.

Об'єктом вивчення стали фунгіцидні протруйники Фундазол, 500 г/кг з.п. (3 кг/т) – стандарт, Вітавакс 200 ФФ, 400 г/л в.с.к. (2,5 л/т), ТМТД 400 г/л в.с.к. (6 л/т), Віал Траст, 140 г/л к.с.

Визначення лабораторної схожості та вивчення мікрофлори насіння здійснювали методом пророщування у вологій камері в чашках Петрі на фільтрувальному папері, згідно з ДСТУ 4138-2002 [10], оцінку впливу фунгіцидів на початкові фази онтогенезу сої – шляхом пророщування в ємностях з піском [25]. Для аналізу відбирали по 25 насінин на чашку Петрі та по 10 – у одну ємність із піском, дослід проводили у 3-кратній повторності.

Насіння інкубували при температурі +20 ºС–+25 ºС. Облік лабораторної схожості проводили на 5-й та 10-й день. Зараженість насіння збудниками хвороб визначали біологічним методом, основаним на стимулюванні росту і розвитку патогенних мікроорганізмів як на протруєному, так і на не протруєному насінні [24, 25].

У дослідах використовували Фундазол, 500 г/кг з.п., Вітавакс 200 ФФ, 400 г/л в.с.к., ТМТД 400 г/кг к.с. та Віал Траст, 140 г/л к.с. Контрольний варіант – насіння без обробки препаратами.

Схема досліду:

1. Контроль.
2. Фундазол, 500 г/кг з.п. (St) 3 кг/т.
3. Вітавакс 200 ФФ, 400 г/л в.с.к.
4. ТМТД 400 г/л к.с. 6 л/т.
5. Віал Траст, 140 г/л к.с. 2,5 л/т.

Для встановлення впливу протруйників на стан та розвиток рослин сої їх вирощували до фази двох справжніх листків у вегетаційних ємностях.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведення макроскопічного та мікроскопічного аналізу насіння дає можливість визначити його зараженість патогенами, насамперед, тими, які проявляються характерними симптомами у вигляді зміни забарвлення, некрозів, нальотів, ексудатів тощо. Наприклад, при зараженні насіння сої фузаріозом спостерігається формування на ньому білого або світло-кремового нальоту грибниці, а при ураженні альтернаріозом – чорного сажистого, сірої гнилі – бурого. Зазвичай відсутність симптомів на насінні не означає відсутності патогенів. Це пояснюється тим, що утворення некротичних, або зафарбованих плям та інших репродуктивних структур (склероції білої гнилі, пікніди аскохітозу) патогену відбувається лише на сильно ураженому насінні протягом досить тривалого часу. Саме тому у фітопатологічній практиці використовується термін – умовно незаражене насіння.

За результатами наших досліджень (2019–2020 рр.), рівень контамінації насіння сої фітопатогенними мікроорганізмами в середньому склав 27,3–37,0 %. Найбільш зараженим виявилося насіння сорту Ворскла, найменш – сорту Вільшанка.

Незважаючи на високий рівень інфікування, енергія проростання і лабораторна схожість залишалися досить високими – понад 80 %, за винятком сорту сої Єлена, у якого енергія проростання була на 0,5 % нижче і становила 79,5 %. Найкраща лабораторна схожість зареєстрована у сорту Вільшанка – 89,4 %, і це добре співвідноситься з найнижчим рівнем зараженості. Така тенденція спостерігалася на всіх досліджуваних сортах (табл. 1).

Одним із методів проведення фітоекспертизи насіння сої є пророщування у вологій камері. Ми використовували чашки Петрі та 3-х шаровий фільтрувальний папір згідно з методичними рекомендаціями [10].

1. Посівні якості насіння сої, середнє за 2019–2020 рр.

Сорти	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %	Інфікованих насінин, %
Ворскла	82,3	86,2	37,0
Єлена	79,5	82,9	32,5
Вільшанка	87,3	89,4	27,3

У результаті проведеного дослідження були ідентифіковані патогени грибної та бактеріальної інфекції, хоча домінували представники першого типу інфекції. На їх частку припадало 68,3–83,9 % від загальної кількості ураженого насіння (табл. 2).

2. Структура зараженості насіння сої, середнє за 2019–2020 рр.

Сорт сої	Загальна зараженість насіння, %	В тому числі, %		
		грибами	бактеріями	змішаною інфекцією
Ворскла	37,0	25,3	5,3	6,4
Єлена	32,5	23,7	3,5	5,3
Вільшанка	23,7	19,9	2,3	1,5

Частота трапляння змішаної інфекції на насінні сої варіювала в межах від 1,5 % до 6,4 %. Ураження бактеріальною інфекцією було в межах норми, тобто не перевищувало 5 % – для сортів Єлена (3,5 %) та Вільшанка (2,3 %). У сорту Ворскла цей показник становив 5,3 %, що на 0,3 % більше, ніж передбачено стандартом.

Мікроскопування патогенної інфекції методом роздавленої краплі дало змогу визначити видовий склад флори на насінні досліджуваних сортів сої. Мікологічний складник мікрофлори був представлений широким спектром грибів різних родів: *Alternaria* Nees., *Fusarium* Link, *Botrytis* Mich., *Mucor* Mich., *Aspergillus* Mich., *Penicillium* Link (табл. 3).

Усі виділені мікроміцети можна умовно розділити на дві групи – представники первинної та вторинної інфекції. До першої групи відносяться ті гриби, зараження якими відбулося у фазі достигання плодів, а саме роди: *Alternaria, Fusarium* та *Botrytis.* До другої групи належать гриби родів: *Mucor, Aspergillus* та *Penicillium,* контамінація якими відбулася в період зберігання.

3. Видовий склад грибної флори на насінні сої (результати мікроскопічного аналізу), X±Sx

Збудник \ Сорт	Ворскла	Єлена	Вільшанка
Alternaria sp.	11,3±2,3*	5,3±0,7	8,7±1,0
Fusarium sp.	6,5±1,4	4,8±1,3	3,9±0,5
Botrytis cinerea	3,1±1,3	3,5±1,0	–
Mucor sp.	3,5±0,4	5,5±0,7	3,3±1,4
Aspergillus sp.	0,9±0,5	2,5±1,0	2,5±0,3
Penicillium sp.	–	2,1±0,6	1,5±0,6

Найбільшим рівнем інфікування відрізнялися гриби роду *Alternaria*, їх частка складала 5,3–11,3 % залежно від сорту. Дещо менше поширення мали гриби роду *Fusarium* – 3,9–6,5 % від загальної кількості насіння, ураженого патогенами грибної етіології. Незначним проявом характеризувалися представники польової інфекції – гриби роду *Botrytis*, контамінація ними варіювала в межах 2,5–3,5 %, залежно від сорту. Варто відмітити, що на насінні сорту Єлена та Ворскла одночасно були виділені спори цих патогенів, тоді як на сорті Вільшанка *Botrytis* не виділявся.

Досить широко були репрезентовані на насінні сої представники вторинної інфекцій (гриби родів *Aspergillus, Mucor* та *Penicillium*), поширеність яких становила 4,4–10,1 %. Частка кожного з цих патогенів, за винятком роду *Mucor*, незначна – від 0,5 % до 2,5 %, але вони можуть спричинити пліснявіння сої, що знижує лабораторну схожість насіння і призводить до загнивання проростків. Частка ізоляції грибів роду *Mucor* дещо вища, максимальна на сорті Єлена – 5,5 % і мінімальна на сорті Вільшанка – 3,3 %. У наших дослідженнях гриби роду *Mucor* не мали негативного впливу на посівні якості насіння.

Бактеріальна інфекція представлена переважно бактеріями родів *Pseudomonas* та *Xanthomonas*. Уражене ними насіння ослизнювалося, мало неприємний запах і не проростало.

Отже, підсумовуючи, необхідно відмітити, що виявлений патогенний комплекс представлений як паразитичними, так і сапрофітними мікроорганізмами, які можуть у період вегетації спричинити ураження рослин.

Одним з найбільш ефективних методів знезараження насіння від патогенів є протруювання. Це один із найбільш ефективних, економічних і екологічно доречних заходів. Він забезпечує максимальний ефект при мінімальному супутньому негативному впливі на компоненти агроценозу. Сучасні фунгіцидні протруйники характеризуються широким спектром дії, але більшість із них орієнтовані на контроль за розвитком певних класів мікроорганізмів. Саме тому пошук ефективних препаратів для захисту сої на ранніх етапах онтогенезу є необхідним і актуальним.

Наші дослідження присвячені добору ефективних пестицидів, які б пригнічували одночасно патогени грибної і бактеріальної етіології. Зважаючи на те, що насіння сорту сої Ворскла було найбільш контаміноване патогенами, випробування фунгіцидів проводили лише на ньому. Для протруювання використовували фунгіциди різних хімічних груп (Фундазол, 500 г/кг к.е, ТМТД, 400 г/л к.с., Вітавакс 200 ФФ, 400 г/л в.с.к. та Віал Траст, 140 г/л к.с.), інфікованість патогенами та схожість насіння оцінювали в лабораторних умовах.

В якості фунгіцида стандарту використовували Фундазол, протруйник із хімічної групи бензимідазолів. У нашому досліді він хоча і знижував розвиток патогенної флори на насінні, але лише на 3,6 % порівняно з контролем, причому характеризувався низькою ефективністю по відношенню до бактеріальної інфекції (табл. 4).

4. Вплив фунгіцидних протруйників на лабораторну схожість та інфікованість насіння сої сорту Ворскла, середнє за 2019–2020 рр.

Протруйники	Умовно здорове насіння, %	Інфіковане насіння, %			
		всього	в тому числі, %		
			грибами	бактеріями	змішаною інфекцією
Контроль (обробка водою)	63,0	37,0	25,3	5,3	6,4
Фундазол, з.п. 3 кг/т	73,6	26,4	18,2	3,7	4,5
ТМТД, в.с.к. 6 л/т	86,9	13,1	9,1	1,7	2,3
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к 2,5 л/т	92,5	7,5	6,3	0,5	1,7
Віал Траст, к.с. 2,5 л/т	90,8	9,2	3,9	2,3	3,0

Віал Траст – двокомпонентний препарат на основі тіабендазола та тебуконазола, ефективний проти грибкової інфекції. В наших дослідах знизив прояв грибної інфекції в 6,5 разів порівняно з контролем, а проти бактеріальної інфекції виявив низьку ефективність. На цьому варіанті інфікованість бактеріальними патогенами становила 2,3 %.

Використання протруйника ТМТД, який відноситься до похідних карбамінової та дитіокарбіміної кислот, показало високу ефективність у боротьбі з бактеріальною інфекцією. Інфікованість насіння цими патогенними мікроорганізмами знизилася втричі і становила 1,7 %. Водночас препарат був малоефективним проти грибної інфекції, поширеність якої становила 9,1 %, що на 5,2 % вище порівняно із фунгіцидом Віал Траст, к.с.

Отже, цілком зрозумілою є необхідність випробування препаратів, які б в своєму складі мали діючі речовини, що є ефективними проти змішаної інфекції.

У нашому досліді таким препаратом є Вітавакс 200 ФФ, в.с.к., до складу якого входить тирам (діюча речовина ТМТД) та карбоксин. Варто відмітити, що загальний рівень контамінації патогенами знизився майже у 5 разів і становив 7,5 % (зараженість грибами – 6,3 %; бактеріями 0,5 %; а змішаною інфекцією –1,7 %).

Аналізуючи отримані дані, можна рекомендувати для знезараження насіння від патогенної флори грибного та бактеріального походження двокомпонентний фунгіцидний протруйник Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (при його застосуванні 92,5 % насіння не мало ознак ураження хворобами).

Для встановлення впливу протруйників на стан і розвиток рослини сої вирощували в лабораторії до фази двох справжніх листків. Схожість протруєного насіння та розвиток рослин сої щонайбільше у варіантах досліду була дещо вищою, ніж у контролі (табл. 5).

Цей факт, на наш погляд, обумовлений зниженням контамінації патогенами, а крім того здатністю цих пестицидів стимулювати розвиток рослин. У науковій літературі вказується, що фунгіцид Фундазол, з.п. один із перших протруйників із стимулюючим ефектом [15]. Однак у наших дослідженнях він проявив себе найгірше. Так, схожість насіння в лабораторному досліді становила 57,8 %, що лише на 3,1 % більше, ніж на контролі. У фазу перших справжніх листків кількість рослин збільшилася до 64,5 %, що також нижче контролю.

Фітотоксичну дію на лабораторну схожість насіння виявив препарат ТМТД, к.с., який знизив цей показник порівняно з контролем на 3,2 %, хоча через 15 діб кількість рослин перевищувала контроль на 1,4 % і становила 62,7 %.

5. Схожість насіння та розвиток рослин сої сорту Ворскла у разі застосування протруйників

Варіант	Схожість, %	
	через 8 днів (поява сходів)	через 15 днів (справжні листки)
Контроль	54,7	61,3
Фундазол, 50 % з.п.	57,8	64,5
Вітавакс 200 ФФ, 40 % в.с.к.	66,3	71,1
ТМТД 40 % к.с.	52,5	62,7
Віал Траст, 14 % к.с.	64,6	69,3

Найкращий стимулюючий ефект був виявлений у разі використання фунгіциду Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. Схожість насіння через 8 діб становила 66,3 %, що на 8,5 % більше, ніж на варіанті зі стандартним протруйником, відповідно кількість рослин у фазу справжніх листків була максимальною – 71,1 %. На варіанті Віал Траст, к.с. ми отримали показники дещо вищі, ніж із фунгіцидом Фундазол, з.п., але вони були гіршими за варіант із протруйником Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.

Отримані дані дають змогу зробити висновок, що у випадках одночасного ураження насіння сої бактеріальною і грибкової інфекцією доцільним є застосування комбінованого фунгіцидного протруйника Вітавакс 200 ФФ, в.с.к., оскільки тирам знімає бактеріальну інфекцію, а карбоксин знищує збудників грибної як на поверхні насіння, так і всередині нього, при цьому стимулює проростання насіння і розвиток рослин сої.

Висновки

Для реалізації генетичного потенціалу високоврожайних сортів сої інтенсивного типу доцільно проводити фітопатологічну експертизу насіння, починаючи з аналізу насіння на ураженість патогенними мікроорганізмами. Доцільно визначати не тільки кількість зараженого насіння, але й видовий

склад збудників насіннєвої інфекції, а також ступінь ураження насінин. Результати фітосанітарної експертизи дають змогу визначити найбільш ефективний фунгіцидний протруйник, який забезпечить захист від грибної і бактеріальної інфекції насіння сої та сприятиме формуванню дружніх сходів.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у вивченні впливу фунгіцидних протруйників на фітосанітарний стан насіння сої та майбутню продуктивність рослин, оскільки більшість зареєстрованих на насінні мікроміцетів здатні негативно впливати на продуктивність культури, знижуючи масу 1000 насінин.

References

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

2. Berbenets, O. V. (2019). Svitove vyrobnytstvo soi yak nevycherpnoho dzherela bilkiv roslynnoho pokhodzhennia ta mistse Ukrainy na svitovomu rynku torhivli neiu. *Ahrosvit*, 10, 41–45. doi: 10.32702/2306-6792.2019.10.41 [In Ukrainian].

3. Bilaj, V. I., Gvozdyak, R. I., Skripal`, I. R., Kraev, V. G., E`llanskaya, I. A., Zirka, T. I., & Muras, V. A. (1988). *Mikroorganizmy` vozbuditeli boleznej rastenij*. Kiev : Naukova dumka [In Russian].

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

5. Broders, K. D., Lipps, P. E., Paul, P. A., & Dorrance, A. E. (2007). Evaluation of fusarium graminearum associated with corn and soybean seed and seedling disease in ohio. *Plant Disease*, 91:9. doi: 10.1094/PDIS-91-9-1155 [In Ukrainian].

6. Chaika, T. O. (2011). Zemelno-resursnyi potentsial orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Serija: Ekonomichni Nauky*, 12, 323–330 [In Ukrainian].

7. Chaika, T. O. (2013). Ekolohichni naslidky tradytsiinoho silskoho hospodarstva. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 95–99. doi: 10.31210/visnyk2013.03.18 [In Ukrainian].

8. Chaika, T. O. (2014). Formuvannia rynku orhanichnoi silskohospodarskoi produktsii. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka*. Zhytomyr: Polissia [In Ukrainian].

9. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2019 rik. Retrived from: https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin/ [In Ukrainian].

10. *DSTU 4138-2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2002-12-28*. (2003). Kyiv [In Ukrainian].

11. Dykun, O. V., Zherebko, V. M., & Dykun, M. O. (2020). Vplyv gruntovykh i pisliaskhodovykh herbitsydiv na vmist plastydnykh pihmentiv ta produktyvnist fotosyntetychnoho potentsialu soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 81–89. doi: 10.31210/visnyk2020.01.09 [In Ukrainian].

12. Kononenko, V. A., & Suchkova, V. M. (2006). Ukrainska soia nabyraie sylu. *Ahrovisnyk*, 11–12, 26–28 [In Ukrainian].

13. Korchagin, P. A. (2011). Soya: ot vy`bora sorta i do uborki. *Zerno*, 9, 25–27 [In Russian].

14. Korchagin, P. A., & Korchagin, A. P. (2010). Soya. Uchimsya na chuzhikh oshibkakh. *Pole Avgusta*, 4, 2–3 [In Russian].

15. Kyryk, M. M., Pikovskyi, M. Y., & Koshevskyi, I. L. (2014). *Khvoroby soi*. Kyiv: Delta Dyzain [In Ukrainian].

16. Lych, S. V., Kyryk, M. M., Pikovskyi, M. Y., & Taranukho, Yu. M. (2014). Khvoroby soi: diahnostyka, osoblyvosti rozvytku ta zakhody zakhystu. *Propozytsiia*, 1, 96–98 [In Ukrainian].

17. Melnychuk, F. S., Marchenko, O. A., & Retman, M. S. (2015). Tsytotoksychna diia funhitsydnykh protruinykiv na parostky soi. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 5 (54). Retrived from: https://nd.nubip.edu.ua/2015_5/23.pdf [In Ukrainian].

18. Panneerselvam, N., Palanikumar, L., & Gopinathan, S. (2012). Chromosomal aberrations induced by Glycidol in *Allium cepa* L. root meristem cells. *International Journal of Pharma Sciences and Research*, 3 (2), 300–304.

19. Paul, A., Nag, S., & Sinha K. (2013). Cytological effect of blitox on root mitosis of *Allium cepa* L. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (5). Retrived from: http://www.ijsrp.org/research-paper-0513/ijsrp-p1788.pdf

20. Petrenkova, V. P., Cherniaieva, I. M., & Markova, T. Yu. (2004). *Nasinnieva infektsiia polovykh kultur*. Kharkiv : Mahda LTD [In Ukrainian].

21. Pospielova, H. D. (2015). Vydovyi sklad fitopatohennoi flory nasinnia soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1–2, 44–48. doi: 10.31210/visnyk2015.1-2.08 [In Ukrainian].

22. Pospielova, H. D., Barabolia, O. V., & Morozova, O. O. (2018). Vplyv biolohichnykh preparativ na fitosanitarnyi stan nasinnia soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 37–42. doi: 10.31210/visnyk2018.04.05 [In Ukrainian].

23. Pospielova, H. D., Chaika, T. O., & Stepanenko, R. O. (2020). Doslidzhennia patohennoi mikroflory nasinnia soi. In: T. O. Chaika, I. O. Yasnolob, O. O. Horb (Reds.), *Enerhoefektyvnist i enerhonezalezhnist silskykh terytorii: peredumovy formuvannia ta funktsionuvannia : kolektyvna monohrafiia*. (s. 176–182). Poltava: PP «Astraia» [In Ukrainian].

24. Pospielova, H. D., Chaika, T. O., & Stepanenko, R. O. (2020). Vplyv patohennoi mikroflory nasinnia na produktyvnist soi. *Enerhetychna nezalezhnist silskykh terytorii yak priorytetna model rozvytku: mizhnarodnyi ta vitchyznianyi dosvid : materialy I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].

25. Raichuk, T. M. (2010). Vplyv protruinykiv na mikrofloru ta skhozhist nasinnia soi. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 1 (17). Retrived from: nd.nubip.edu.ua/2010_1/17.pdf [In Ukrainian].

26. Sydorenko, T. (2010). Naiposhyrenishi shkidnyky y khvoroby soi ta rekomendatsii shchodo zakhystu posiviv. *Propozytsiia*, 6, 88–89 [In Ukrainian].

27. Vusatyi, R. O. (2009). Nasinnieva infektsiia soi v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 26–27 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 09.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Степаненко Р. О., Шерстюк О. Л. Вплив фунгіцидних протруйників на патогенний комплекс і лабораторну схожість насіння сої. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 72–79.

© Поспєлова Ганна Дмитрівна, Коваленко Нінель Павлівна, Нечипоренко Наталія Іванівна, Степаненко Руслан Олександрович, Шерстюк Олена Леонідівна, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.581:631.51:631.432 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.09**

EFFECTIVENESS OF PESTICIDE TANK MIXTURES AGAINST PESTS AND DISEASES IN TECHNOLOGY OF WINTER WHEAT CULTIVATION IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

P. V. Pysarenko[1] ORCID 0000-0002-4915-265X
V. L. Matiukha[2]* ORCID 0000-0002-5657-3524
P. P. Pysarenko[1]
Ya. V. Antonenko[1]

[1] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 14, Volodymyr Vernadsky str., Dnipro, 49027, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: matuhavladimir116@gmail.com

How to Cite

Pysarenko, P. V., Matiukha, V. L., Pysarenko, P. P., & Antonenko, Ya. V. (2021). Effectiveness of pesticide tank mixtures against pests and diseases in technology of winter wheat cultivation in the Northern Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 80–89. doi: 10.31210/visnyk2021.01.09

One of the reasons for the decrease in grain yield of winter wheat besides weed infestation is spreading and developing of diseases and pests during its cultivation. The processes of strengthening or weakening the resistance of winter wheat to damage by pests and diseases, in modern arable farming of the steppe zone, are significantly influenced by the general level of farming culture and integrated plant protection system, one of which are modern plant protection products. Restricting the spreading of diseases and pests with plant protection means is another important agricultural measure, the effectiveness of which depends on the correct choice of insecticides and fungicides from a wide range of preparations and compliance with regulations for their maximum impact on pests without polluting the environment. The level of damage by all types of pests and diseases of winter wheat was generally low and 15–20 times lower than the economic threshold of harmfulness (ETH) for all harmful objects, while the ETH for Swedish fly (Oscinella) is 10–15 larvae per m², ground beetle (Zabrus tenebrioides) up to 2–3 pcs/m², and pentatomid eurygaster (Eurygaster integriceps Put.) – 5–6 pcs/m². ETH of septoria disease (Septoria tritici Rob. et Desm.) makes 5 % of the affected wheat area, powdery mildew (Erysiphe graminis (DC) – 10–15 %, Fusarium wilt disease (Fusarium graminearum Schwabe, Fusarium culmorum) – also10–15 % of infected plants, etc. The maximum effectiveness in combatting diseases of winter wheat plants is ensured by tank mixtures of preparations of Falcon fungicide (0.6 l/ha) with herbicides and of Tytul Duo fungicide (0.2 l/ha) with herbicides, which resulted in almost complete neutralization (100 %) of various diseases. The combination of Falcon (0.6 l/ha) and Tytul Duo (0.2 l/ha) fungicides with Monitor (20 g/ha) and Prymadona (0.8 l/ha) herbicides improved the effectiveness of the fungicides. After all, areas free from weeds have a higher resistance to diseases due to better aeration of plant stand, lower air humidity, and as a result, worse conditions for the development of diseases. The highest effectiveness in pest control is provided by Kinfos insecticide-acaricide (0.35 l/ha) in combination with the new generation herbicide Prymadona (0.8 l/ha), which ensures almost 100 % destruction of pests. The comparison of control variant data without plant protection means together with application of insecticide, acaricide and fungicide tank mixtures with herbicides proves the complete necessity of using the above mentioned insecticides in combatting pests and diseases of winter wheat areas.

Key words: *winter wheat, fungicides, pests, diseases, crop spraying, technical effectiveness, yield.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКОВИХ СУМІШЕЙ ПЕСТИЦИДІВ ПРОТИ ШКІДНИКІВ ТА ХВОРОБ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

***П. В. Писаренко*[1], *В. Л. Матюха*[2], *П. П. Писаренко*[1], *Я. В. Антоненко*[1]**
[1] Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
[2] Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро, Україна

Однією із причин зниження врожаю зерна пшениці озимої паралельно із забур'яненістю є поширеність та розвиток хвороб і шкідників при її вирощуванні. На процеси посилення або послаблення стійкості пшениці озимої до пошкодження шкідниками і ураження хворобами в сучасному землеробстві степової зони має значний вплив загальний рівень культури землеробства та інтегрованої системи захисту рослин, одним зі складників якої є сучасні засоби захисту рослин. Обмеження поширення хвороб і шкідників за допомогою засобів захисту рослин – це важливий агрозахід, результативність якого залежить від правильного вибору інсектицидів і фунгіцидів з досить широкого асортименту препаратів та дотриманням нормативних регламентів їх застосування для максимального впливу на шкідливі об'єкти, не забруднюючи при цьому навколишнє середовище. Рівень ушкодженості всіма видами шкідників та ураження хворобами пшениці озимої був загалом на низькому рівні та в 15–20 разів нижчим за економічний поріг шкодочинності (ЕПШ) по всіх шкідливих об'єктах, тоді як ЕПШ для шведської мухи (Oscinella) становить 10–15 личинок на м², хлібної жужелиці (Zabrus tenebrioides) до 2–3 шт/м², а клопа шкідливої черепашки (Eurygaster integriceps Put.) – 5–6 шт./м². ЕПШ ураження септоріозом (Septoria tritici Rob. et Desm.) становить 5 % ураженої площі посівів пшениці, борошнистої роси (Erysiphe graminis (DC)) – 10–15 %, фузаріозу (Fusarium graminearum Schwabe, Fusarium culmorum) також 10–15 % уражених рослин тощо. Максимальну ефективність у боротьбі з хворобами рослин пшениці озимої забезпечують бакові суміші препаратів фунгіциду Фалькону – 0,6 л/га з гербіцидами та фунгіциду Титулу Дуо – 0,2 л/га з гербіцидами, що призводило до практично повного знешкодження (100 %) різних хвороб. Поєднання фунгіцидів Фалькон – 0,6 л/га та Титул Дуо – 0,2 л/га з гербіцидами Монітор (20 г/га) та Примадона (0,8 л/га) покращувало ефективність фунгіцидів. Адже чисті посіви від бур'янів мають вищу стійкість до хвороб через кращу аерацію стеблостою, нижчу тут вологість повітря, а, як наслідок, гірші умови для розвитку хвороб. Максимально високі показники ефективності в боротьбі зі шкідниками забезпечує інсектоакаріцид Кінфос – 0,35 л/га у поєднанні з гербіцидом нового покоління Примадона (0,8 л/га), що забезпечує практично 100 % знищення шкідників. Порівняння даних контрольного варіанту без засобів захисту рослин із внесенням інсектоакарицидних та фунгіцидних бакових сумішей з гербіцидами засвідчує про повну необхідність використання зазначених інсектицидів у боротьбі зі шкідниками та хворобами в посівах пшениці озимої.

Ключові слова: *пшениця озима, фунгіциди, шкідники, хвороби, обприскування посівів, технічна ефективність, урожайність.*

Вступ

Пшениця озима є однією з головних зернових і продовольчих культур зони Степу, але через зміну пріоритетів господарювання, технологій, сівозмін і структури посівних площ останніми десятиліттями значна частина її посівів розміщується по непарових попередниках (соняшник, стерньові колосові) з погіршенням водного і поживного режимів з більш високими показниками забур'яненості. Зважаючи на це, зазначені негативні фактори обумовлюють істотне розширення і використання пестицидів для контролю хвороб та шкідників [1–5].

Однією із причин зниження врожаю зерна пшениці озимої паралельно із забур'яненістю є поширеність та розвиток хвороб і шкідників при її вирощуванні. На процеси посилення або послаблення стійкості пшениці озимої до пошкодження шкідниками і ураження хворобами у сучасному землеробстві степової зони має значний вплив загальний рівень культури землеробства та інтегрованої системи захисту рослин, однією зі складників якої є сучасні засоби захисту рослин [6–11].

Наукові дослідження і виробничий досвід сільськогосподарських підприємств степової зони підтверджує тезу, що при нинішньому рівні поширення хвороб і шкідників, вирощування польових культур практично неможливе без регламентованого використання найбільш ефективних пестицидів різного спектру дії на шкідники і хвороби [12–16]. Обмеження поширення хвороб і шкідників за допо-

могою засобів захисту рослин – це важливий агрозахід, результативність якого залежить від правильного вибору інсектицидів і фунгіцидів з досить широкого асортименту препаратів та дотриманням нормативних регламентів їх застосування для максимального впливу на шкідливі об'єкти, не забруднюючи при цьому навколишнє середовище. Для обприскування посівів завжди застосовують інсектициди і фунгіциди, які передбачені «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Препарати, норми їх витрат потрібно підбирати, зважаючи на видовий склад і чисельність шкідників та хвороб [17–21].

За даними Інституту захисту рослин НААН та інших наукових установ, потенційні втрати врожаю від комплексу шкідливих організмів становлять: озимої пшениці – 37,0 % [22].

За даними М. С. Корнійчука, застосування інтегрованого захисту рослин, використання рослинних решток і помірних доз мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, особливо обмежене використання азотних добрив у технології вирощування пшениці озимої стримували розвиток борошнистої роси, септоріозу листя та кореневих гнилей і не було необхідності в застосуванні фунгіцидів у період вегетації [22].

Через зміну кліматичних умов, появою нових сортів пшениці і навіть гібридів, нових елементів технології вирощування, а головно з появою нових хімічних засобів захисту рослин виникає необхідність у продовженні вивчення ефективності пестицидів та їхніх бакових сумішей для виявлення найкращих та найбільш оптимальних їх комбінацій і розробки регламентів їх природоохоронного використання для захисту від шкідників і хвороб посівів пшениці озимої, особливо при вирощуванні її по непарових попередниках.

Особливо актуальними для степової зони є дослідження з визначення ефективності окремих пестицидів, які є відносно безпечними для навколишнього середовища і людини. Зокрема бакових сумішей (монітор + фалькон; примадонна + фальком) та низки інших перспективних препаратів, зважаючи на поріг економічної ефективності шкідників та хвороб в агрофітоценозах пшениці озимої.

Мета роботи – встановити ефективність інсектицидів та фунгіцидів і їхніх бакових сумішей для захисту посівів пшениці озимої від шкідників і хвороб у степу України.

Під час досліджень було розв'язано низку *завдань*: науково обґрунтовано та удосконалено заходи боротьби проти ентомофітопатогенного комплексу в посівах пшениці озимої після непарових попередників на чорноземах звичайних Північного Степу України; розроблено бакові суміші інсектицидів, фунгіцидів разом із гербіцидами, що можуть у поєднаннях між собою ефективно знищувати цілий комплекс захворювань, шкідників і різні біогрупи бур'янових рослин, без завдання шкоди росту та розвитку рослин пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень

Під час проведення досліджень використовували загальнонаукові методи досліджень, основними з яких були: польовий – для дослідження взаємодії пшениці озимої з біологічними і абіотичними факторами; вимірювально-ваговий – для встановлення врожайності культури; метод математичної статистики: дисперсійний та кореляційний.

Дослідження з вивчення ефективності бакових сумішей препаратів та економічних порогів шкодочинності (ЕПШ) шкідників і хвороб проводили 2016–2020 рр. на виробничих посівах пшениці озимої в польовій сівозміні ДПДГ «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України (Дніпропетровська обл.). Попередниками пшениці озимої була люцерна третього року використання та вико-овес на корм.

Ґрунтовий покрив у дослідах – чорнозем звичайний, малогумусний, важкосуглинковий із вмістом в орному шарі гумусу: 3,1–3,9 %, валового азоту 0,17–0,19 %, фосфору 0,12–0,13 % і калію 2,1–2,2 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH 6,8–7,0). Ємкість поглинання катіонів: 32–35 мг/екв. на 100 г ґрунту.

Погодні умови в роки проведення досліджень загалом були сприятливими для росту і розвитку рослин. Середньодобова температура повітря за період травень-вересень становила 21,7–22,3 °С, що було вищим за норму на 1,2–1,8 °С. Кількість опадів була близькою до середньої багаторічної норми – 237 мм, іноді траплялися посухи, особливо у критичні періоди виходу у трубку, колосіння та формування врожаю зерна. Режим непродуктивного випаровування та інтенсивної транспірації стримувався тим, що в червні і липні були відсутні дні з критичною відносною вологістю повітря.

Пшеницю озиму сорту Подолянка висівали нормою 5,0 млн шт./га зі внесенням $N_{10}P_{10}$. У підживлення у фазу кущення вносили N_{35}. У цю ж фазу вносили гербіциди та їх бакові сумішки з нормою

витрати розчину препаратів 250–300 л/га.

Схема досліду з вивчення ефективності фунгіцидів на фоні двох попередників (люцерна, виковес) включала 7 варіантів застосування фунгіцидів Фалькон, Титул Дуо та їх бакових сумішей із гербіцидами:

1. Без засобів захисту (контроль)
2. Еллай супер – 15 г/га + Фалькон – 0,6 л/га
3. Монітор – 20 г/га + Фалькон – 0,6 л/га
4. Примадона – 0,8 л/га + Титул Дуо – 0,2 л/га
5. Лінтур – 15 г/га + Фалькон – 0,6 л/га
6. Примадона – 0,8 л/га + Фалькон – 0,6 л/га
7. Ларен – 10 г/га + Фалькон – 0,6 л/га.

Фалькон – ефективний фунгіцид для інтенсивного вирощування зернових культур. Діюча речовина: тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л + спіроксамін, 250 г/л. Препаративна форма: концентрат, що емульгується. Механізм дії – діючі речовини препарату є інгібіторами біосинтезу стеролів.

Фунгіцид має системні властивості, а три діючі речовини у складі препарату цілком унеможливлюють виникнення резистентності. Фалькон має профілактичну і лікувальну дію з добре вираженим «стоп-ефектом». Препарат має широкий спектр активності, тривалу дію і добре придатний для змішування.

Титул Дуо – новий унікальний двокомпонентний фунгіцид (200 г/л пропіконазолу + 200 г/л тебуконазолу) для захисту зернових культур. Розроблений як концентрат колоїдного розчину, що забезпечує швидке проникнення в рослину і тривалу активність препарату, стійкий стан робочого розчину, меншу порівняно з іншими фунгіцидами залежність ефективності від випадання опадів після обробки. Має також виражену ростостимулюючу активність і збільшення тривалості життя листя і прапорцевого листка.

Вивчали також ефективність інсектицидів Кінфос, Нурел Д та їх бакових сумішей з гербіцидами проводили за такою схемою:

1. Без засобів захисту (контроль);
2. Ланцелот – 33 г/га + Кінфос – 0,35 л/га;
3. Старане преміум – 0,3 л/га + Кінфос – 0,35 л/га;
4. Примадона – 0,8 л/га + Кінфос – 0,35 л/га;
5. Ларен – 10 г/га + Нурел Д – 0,75 л/га.

Кінфос (300 г/л диметоату + 40 г/л бета-циперметрину). Високоефективний контактно-шлунковий інсектицид у боротьбі проти шкідників у посівах зернових культур. Має неперевершений ефект синергізму двох діючих речовин у емульсії, значно посилив токсичну дію препарату та знизив токсичне навантаження на навколишнє середовище. Висока стабільність формуляції та поєднання двох діючих речовин в одну значно розширило спектр контролю над шкідниками. Високоефективний у боротьбі з резистентними до фосфорорганічних інсектидидів шкідників.

Нурел Д (хлорпірифос – 500 г/л, циперметрин – 50 г/л), концентрат емульсії. Клас: фосфорганічні сполуки, піретроїди. Має швидку нокаутуючу та пролонговану захисну дію. Контролює шкідників у поверхневому шарі ґрунту, та у важкодоступних місцях. Універсальний та антирезистентний завдяки комбінації двох діючих речових з різних хімічних груп.

Облік чисельності шкідників та ураженості рослин пшениці озимої проводили в період перед внесенням засобів захисту рослин та через 25 днів після їхнього внесення.

Для обліку шкідників використовували метод облікових ділянок. Його використовують для визначення щільності шкідників, що живуть відкрито (шкідлива черепашка, п’явиці, хлібні жуки, хлібна жужелиця, цикадки, попелиці тощо). Облік проводили з допомогою рамки відповідного розміру, яку накладали на рослини, після чого їх оглядали і підраховували шкідників (клоп черепашка, хлібна жужелиця, шведська муха). Розмір проб становив 1 м². Проби на дослідній ділянці відбирали рівномірно по її діагоналі [20–22].

В агрономії існує поняття доцільності застосування засобів захисту рослин від шкідливих об’єктів, або економічний поріг шкодо чинності. Економічний поріг шкідливості (ЕПШ) – щільність популяції або ступінь розвитку шкідливого організму, при якій економічно доцільно застосовувати захисні заходи. Наприклад, для шкідників шведської мухи (*Oscinella*) він становить 10–15 личинок на м², хлібної жужелиці (*Zabrus tenebrioides*) до 2–3 шт./м², а клопа шкідливої черепашки (*Eurygaster*

integriceps Put.) – 5–6 шт./м². Що стосується хвороб, то ЕПШ, наприклад, для септоріозу (*Septoria tritici Rob. et Desm.*) становить 5 % ураженої площі посівів пшениці, борошнистої роси (*Erysiphe graminis (DC)*) – 10–15 % уражених рослин, фузаріозу (*Fusarium graminearum Schwabe, Fusarium culmorum*) також 10–15 % уражених рослин тощо.

Основним показником (елементом) обліку хвороб у досліді є поширеність (розповсюдженість) або частота виявлення хвороби. Це кількість хворих рослин або їх органів, виражена у відсотках до загальної кількості оглянутих при обліку рослин. Його визначають за формулою:

$$P = n/N \times 100, \text{ де}$$

P – поширеність хвороби,%;

n – кількість хворих рослин,

N – кількість врахованих рослин (хворих і здорових).

Для хвороб, що зумовлюють загибель рослин чи тих його органів, що формують урожай (фузаріоз, борошниста роса та септоріоз), цього показника достатньо для характеристики прояву хвороби.

Розрахунок середньої ураженості хворих рослин (в балах чи %) проводили за формулою:

$$C = \Sigma (a \times в) / n, \text{ де}$$

C – середня інтенсивність ураження хворих рослин (бал, %);

$\Sigma (a \cdot в)$ – сума добутку числа хворих рослин (а) на відповідний їм бал чи процент ураження (б);

n – число хворих рослин.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження щодо обліку ураженості посівів пшениці хворобами показують, що рослини зернової культури уражувалися протягом вегетації різними захворюваннями 2016–2020 рр., серед них зокрема основними були бура іржа (*Puccinia recondita f. sp. tritici Rob. ex Desm (P. triticina Erikss)*) – 0,7–0,8 %, фузаріоз (*Fusarium graminearum*) – 0,3–0,7 %, борошниста роса (*Erysiphe graminis DC. f. tritici Em.Marchal*) – 0,2–0,5 %, септоріоз (*Septoria tritici*) – 1,0–1,2 %, гельмінтоспоріоз (*Drechslera tritici-vulgaris (Nisikado) Ito*) – 0,4–0,6 % (табл. 1, рис. 1).

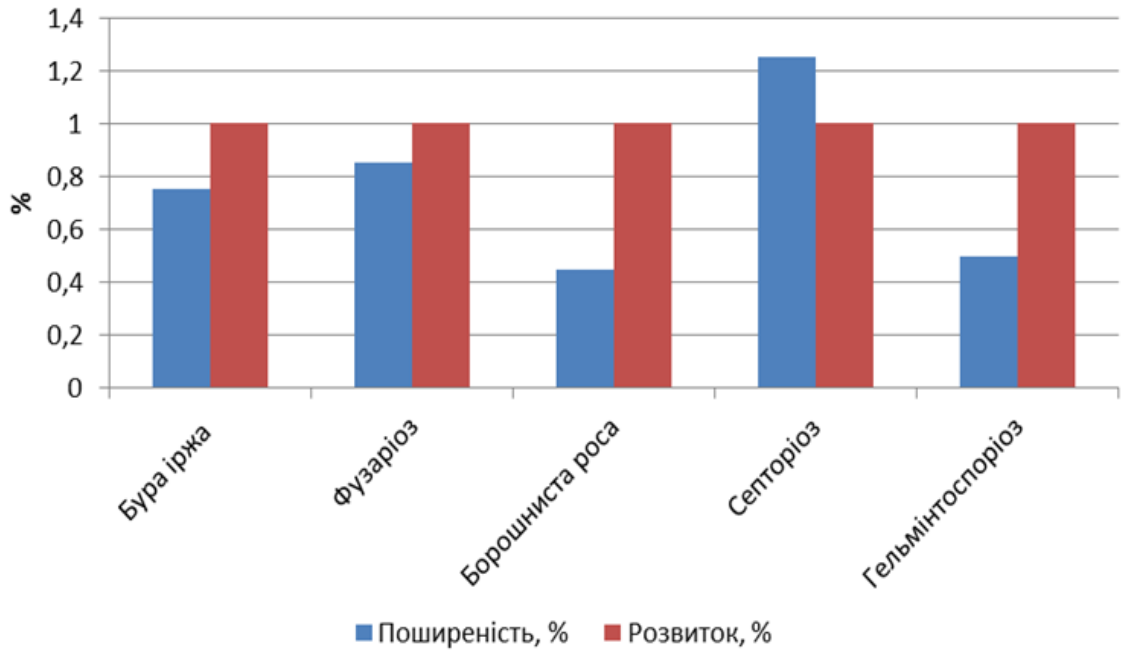


Рис. 1. Ураження хворобами посівів пшениці озимої перед внесенням засобів захисту рослин у середньому за 2011–2016 рр., %

Облік чисельності шкідників перед внесенням інсектицидів показав наявність досить широкого загалу їх видів (табл. 2, рис. 2). Як видно з рисунку 2 найбільше всього налічувалося імаго хлібної жужелиці (*Zabrus tenebrioides*), чисельність її становила – 0,4–0,5 шт./м^2. На другому місці була чисе-

льність шведської мухи (*Oscinella frit*) – 0,4–0,5 шт./м^2. У посівах пшениці озимої траплялися також п'явиці (*Oulema melanopus L.*) – 0,3–0,4 шт./м^2, клоп-черепашка (*Eurygaster integriceps Put.*) – 0,3 шт./м^2 та озима совка (*Scotia segetum*) – 0,2 шт./м^2.

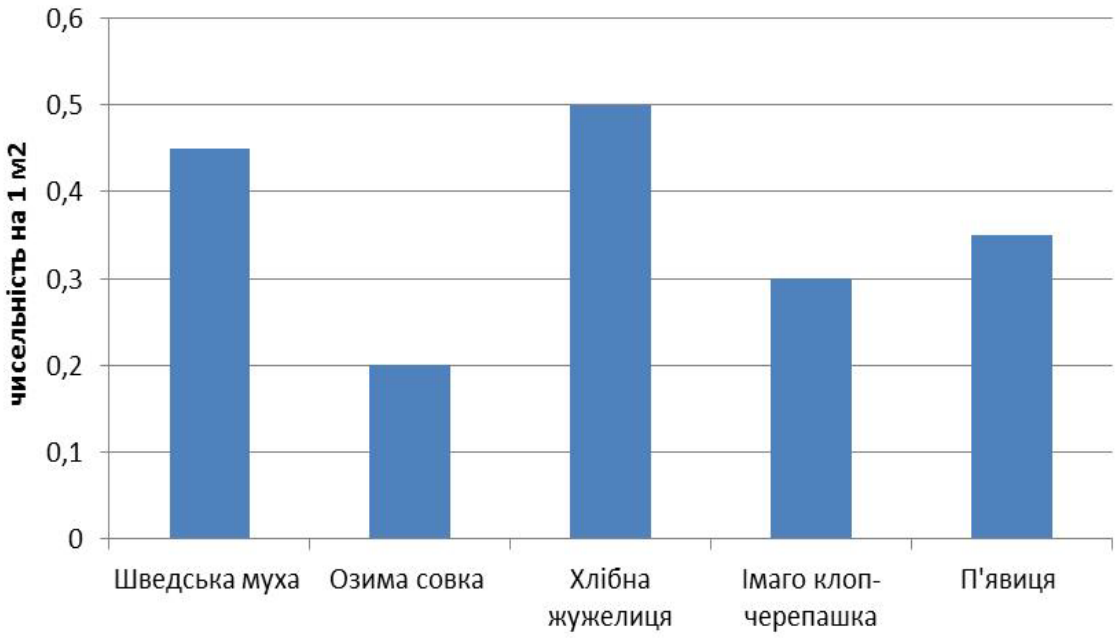


Рис. 2. Пошкодженість шкідниками посівів пшениці озимої перед внесенням засобів захисту рослин у середньому за 2011–2016 рр., шт./м^2

Використання фунгіцидів, інсектицидів та їх бакових сумішей суттєво впливало на чисельність популяцій шкідників та поширеність і розвиток хвороб у посівах пшениці озимої. Зокрема, застосування фунгіциду Фалькону в баковій суміші з гербіцидами в дозі 0,6 л/га та Титулу Дуо (0,2 л/га) призводило до практично повного знешкодження різних хвороб у досліді протягом 2016–2020 років. При внесенні Фалькону (0,6 л/га) лише 2018 року через 25 діб після його застосування фіксували наявність 0,2–0,3 % борошнистої роси (до застосування фунгіциду налічували 1,2–1,5 % хворих рослин). Внесення препарату Титул Дуо (0,2 л/га) щорічно забезпечувало практично 100 % ефективність, лише 2018 року відмічали залишки фузаріозу після застосування через 25 днів у кількості 0,1–0,2 % (до внесення, відповідно, це захворювання фіксувалося на рівні 0,2–0,3 %), тобто розповсюдження захворювань у подальшому не спостерігали.

Варто зазначити також, що поєднання цих фунгіцидів із гербіцидами Монітор (20 г/га) та Примадона (0,8 л/га) покращувало ефективність фунгіцидів в усі роки досліджень. Адже чисті посіви від бур'янів мають вищу стійкість до хвороб через кращу аерацію стеблостою, нижчу тут вологість повітря, а, як наслідок, гірші умови для розвитку хвороб.

Дещо гірше виявилася дія препарату Фалькон (у дозі 0,6 л/га) у поєднувальних сумішах із гербіцидами Ларен – 10 г/га та Лінтур – 15 г/га через нижчу ефективність останніх проти бур'янів (табл. 1).

Застосування бакових сумішей фунгіцидів та гербіцидів у технології вирощування пшениці озимої дає можливість підвищити ефективність ЗЗР загалом та суттєво покращити ефективність фунгіцидів окремо у протидії поширенню та розвитку в посівах пшениці озимої захворювань.

Аналогічні тенденції та закономірності були відмічені від застосування інсектицидів Кінфос, Нурел Д у бакових сумішах з гербіцидами Ланцелот, Старане преміум, Примадона, Ларен тощо.

1. Ураженість рослин пшениці озимої перед внесенням та через 25 днів після застосування фунгіцидів за 2016–2020 роки, %

Пестициди та їх бакові суміші	Роки																							
	2016						2017						2018						2019						2020					
	перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів		
	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз	фузаріоз	борошниста роса	септоріоз
1. Без засобів захисту (контроль)	0,3-0,6	0,8-1,3	0,2-0,3	0,5-0,9	1,1-1,6	0,8-1,3	0,2-0,4	0,9-1,2	0,2-0,5	0,5-0,8	1,2-1,4	0,4-0,6	0,1-0,2	0,2-1,3	0,2-0,4	0,5-0,9	1,2-1,5	0,8-1,0	0,2-0,4	0,2-0,4	0,4-0,5	0,3-0,6	0,4-0,6	0,6-0,8	0,1-0,3	0,2-0,3	0,1-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,2-0,5
2. Еллай супер – 15 г/га + Фалькон – 0,6 л/га	0,1-0,3	0,2-0,4	0,3-0,5	0	0	0,1-0,2	0,2-0,5	0,8-1,0	0,1-0,3	0	0	0	0,3-0,4	0,8-1,0	0,1-0,4	0	0,2-0,3	0	0,2-0,3	0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0	0	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1-0,2	0	0	0
3. Монітор – 20 г/га + Фалькон – 0,6 л/га	0,2-0,3	0,2-0,3	0,3-0,4	0	0	0	0,2-0,4	0,8-1,1	0,1-0,4	0	0	0,1-0,2	0,2-0,5	0,1-0,8	0,3-0,4	0	0	0	0,1-0,2	0,4-0,5	0,1-0,2	0	0	0	0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0	0	0
4. Примадона – 0,8 л/га + Титул Дуо – 0,2 л/га	0,1-0,3	0,4-0,5	0,4-0,6	0	0	0	0,2-0,4	0,8-1,0	0,2-0,3	0	0	0	0,2-0,3	0,2-0,4	0,1-0,3	0,1-0,2	0	0	0,2-0,4	0,2-0,4	0,3-0,7	0	0	0	0,1-0,2	0,1-0,3	0,2-0,3	0	0	0
5. Лінтур – 15 г/га + Фалькон – 0,6 л/га	0,2-0,4	0,2-0,4	0,3-0,6	0	0	0,2-0,3	0,1-0,3	0,2-0,6	0,1-0,4	0	0	0,1-0,2	0,1-0,2	0,4-0,6	0,3-0,6	0	0,1-0,2	0,1-0,2	0,4-0,5	0,1-0,3	0,2-0,4	0,1-0,2	0	0	0,2-0,4	0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2
6. Примадона – 0,8 л/га + Фалькон – 0,6 л/га	0,1-0,4	0,1-0,5	0,2-0,4	0	0	0	0,1-0,2	0,9-1,1	0,2-0,4	0	0	0	0,2-0,6	0,4-0,4	0,1-0,2	0	0	0,1-0,2	0,1-0,2	0,2-0,3	0,1-0,3	0	0	0,1-0,2	0,1-0,2	0,2-0,3	0,1-0,2	0	0	0,1-0,2

Численність шкідників перед внесенням інсектицидів не перевищувала економічний поріг шкодочинності. Так, зокрема пошкодженість рослин шведською мухою була на рівні – 0,2–0,6 %, хлібною жужелицею – 0,2–1,2 %, клопом черепашкою – 0,4–1,1 % (табл. 2).

2. Пошкодженість шкідниками рослин пшениці озимої перед внесенням інсектицидів та через 25 днів після їх застосування у 2016–2020 роках, шт./м²

Пестициди та їх бакові суміші	Роки																													
	2016						2017						2018						2019						2020					
	перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів			перед внесенням			через 25 днів		
	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка	шведська муха	хлібна жужелиця	клоп-черепашка
1. Без засобів захисту (контроль)	0,3-0,5	0,2-0,7	0,1-0,8	0,8-1,2	0,7-1,2	0,6-1,4	0,2-0,4	0,1-0,4	0,3-0,6	0,7-0,9	0,4-0,7	0,8-1,2	0,4-0,6	0,5-0,9	0,4-0,7	0,8-1,0	0,9-1,2	0,9-1,4	0,4-0,9	0,3-0,5	0,8-1,0	0,8-1,3	0,7-0,9	1,0-1,4	0,3-0,5	0,6-1,1	0,7-0,8	0,5-0,8	0,8-1,4	0,9-1,3
2. Ланцелот – 33 г/га + Кінфос – 0,35 л/га	0,2-0,4	0,2-0,5	0,3-0,9	0	0	0	0,4-0,7	0,1-0,2	0,1-0,5	0	0	0	0,4-0,5	0,3-0,6	0,1-0,2	0	0	0	0,3-0,5	0,1-0,4	0,7-0,8	0	0,1-0,2	0,1-0,4	0,2-0,4	0,5-0,6	0,2-0,4	0	0,1-0,9	0,1-0,2
3. Старане преміум – 0,3 л/га + Кінфос – 0,35 л/га	0,1-0,3	0,1-0,4	0,2-0,6	0	0	0,1-0,2	0,3-0,5	0,1-0,4	0,2-0,6	0	0	0	0,2-0,5	0,2-0,3	0,2-0,4	0	0	0,1-0,2	0,4-0,5	0,1-0,2	0,4-0,5	0	0	0	0,1-0,2	0,3-0,5	0,2-0,5	0	0	0,1-0,3
4. Примадона – 0,8 л/га + Кінфос – 0,35 л/га	0,3-0,4	0,2-0,4	0,5-0,6	0	0	0,1-0,2	0,4-0,5	0,6-0,8	0,4-0,6	0	0	0	0,4-0,7	0,2-0,4	0,2-0,7	0	0	0,1-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	0,4-0,7	0	0	0	0,2-0,4	0,3-0,4	0,2-0,3	0	0	0,1-0,2
5. Ларен – 10 г/га + Нурел Д – 0,75 л/га	0,2-0,4	0,2-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,2-0,4	0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,2-0,4	0,3-0,4	0,1-0,4	0	0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,2	0,2-0,6	0,4-0,5	0	0	0	0,2-0,3	0,2-0,3	0,1-0,4	0	0	0,1-0,2

Максимальний ефект у боротьбі зі шкідниками через 25 днів після внесення було досягнуто при застосуванні інсектоакаріциду кінфос у дозі 0,35 л/га у поєднанні з гербіцидом нового покоління примадона (0,8 л/га) практично 100 % знищення шкідників. Лише 2016 року виявили залишки імаго клопа-черепашки в кількості 0,1–0,2 шт./м² (до внесення налічувалося 0,5–0,6 шт./м²), 2018 року – п'явиці 0,1–0,2 шт./м² (до внесення – 0,2–0,7 шт./м²) і насамкінець 2020 року через 25 діб після застосування кінфосу 0,1–0,3 шт./м² у баковій суміші з гербіцидами залишалася незначна кількість клопа шкідливої черепашки – 0,1–0,3 шт./м² (до внесення фіксували присутність клопа на рівні 0,9–1,3 екз./м² цього шкідника) та хлібної жужелиці – 0,1–0,9 % (перед внесенням препарату було 0,8–1,4 шт./м²).

Необхідно також відмітити появу нового шкідника – мінуючої мухи (Agromyza mobilis Meig.) 2019–2020 років. Потрібно зауважити, що 2020 року жоден із використаних препаратів не забезпечував повне знищення останньої. Натомість 2019 року, коли вперше була зафіксована її присутність, 10 % ефекту вдалося досягти при використанні інсектоакаріциду кінфосу (0,35 л/га) у поєднанні з гербіцидами старане преміум (0,3 л/га) та примадона (0,8 л/га), а також препарату нурел Д у дозі 0,75 л/га з гербіцидом ларен (10 г/га) (табл. 2).

Порівняння даних контрольного варіанту (без ЗЗР) із внесенням інсектоакарицидних та фунгіцид-

них бакових сумішей із гербіцидами свідчить про повну необхідність використання зазначених інсектицидів у боротьбі зі шкідниками та хворобами в посівах пшениці озимої.

Висновки

Аналіз пошкодження шкідниками та ураження хворобами пшениці озимої, висіяної після непарових попередників перед внесенням засобів захисту рослин показав такі результати:

1. Рівень ушкодженості всіма видами шкідників та ураження хворобами пшениці озимої був загалом низьким та у 15–20 разів нижчим за економічний поріг шкодочинності (ЕПШ) по всіх шкідливих об'єктах, тоді як ЕПШ для шведської мухи (*Oscinella*) становить 10–15 личинок на м², хлібної жужелиці (*Zabrus tenebrioides*) до 2–3 шт./м², а клопа шкідливої черепашки (*Eurygaster integriceps Put.*) – 5–6 шт./м². ЕПШ ураження септоріозом (*Septoria tritici Rob. et Desm.*) становить 5 % ураженої площі посівів пшениці, борошнистої роси (*Erysiphe graminis (DC)*) – 10–15 %, фузаріозу (*Fusarium graminearum Schwabe, Fusarium culmorum*) також 10–15 % уражених рослин тощо.

2. Максимальну ефективність у боротьбі з хворобами рослин пшениці озимої забезпечують бакові суміші препаратів фунгіциду Фалькону – 0,6 л/га з гербіцидами та фунгіциду Титулу Дуо – 0,2 л/га з гербіцидами, що призводило до практично повного знешкодження (100 %) різних хвороб.

3. Поєднання фунгіцидів Фалькон – 0,6 л/га та Титул Дуо – 0,2 л/га із гербіцидами Монітор (20 г/га) та Примадона (0,8 л/га) покращувало ефективність фунгіцидів. Адже чисті посіви від бур'янів мають вищу стійкість до хвороб через кращу аерацію стеблостою, нижчу тут вологість повітря, а, як наслідок, гірші умови для розвитку хвороб.

4. Максимально високі показники ефективності в боротьбі зі шкідниками забезпечує інсектоакарицид Кінфос – 0,3 л/га у поєднанні з гербіцидом нового покоління Примадона (0,8 л/га), що забезпечує практично 100% знищення шкідників.

Перспективи подальших досліджень. Зміна кліматичних умов зони Степу України, постійна резистентність та толерантність шкідливих об'єктів до засобів захисту рослин обумовлюють подальший пошук найбільш оптимальних варіантів бакових сумішей препаратів для захисту рослин пшениці озимої від шкідників та хвороб. Дослідження нових препаратів та їх бакових сумішей є завжди необхідним і має постійну актуальність в умовах пертурбації в системі рослина – шкідливі об'єкти.

References

1. Fedorenko, V. P., & Ret′man, S. V. (2009). Aktual′ni pytannya zakhystu posiviv. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 3, 1–5 [In Ukrainian].

2. Kulyeshov, A. V., & Bilyk, M. S. (2008). *Fitosanitarnyy monitorynh i prohnoz:navchal'nyy posibnyk.* Kharkiv: Espada [In Ukrainian].

3. Omelyuta, V. P., Hryhorovych, I. V., & Chaban, V. S. *Oblik shkidnykiv i khvorob sil's'kohospodars'kykh kul'tur.* Kyyiv: Urozhay [In Ukrainian].

4. Tsyliuryk, O. I. (2014). Naukove obgruntuvannya efektyvnosti system osnovnoho obrobitku gruntu v korotkorotatsiynykh sivozminakh Pivnichnoho Stepu Ukrayiny. *Doktora thesis.* Dniprovs′kyy derzhavnyy ahrarno-ekonomichnyy universytet MON Ukrayiny, Dnipro [In Ukrainian].

5. Tsyliuryk, O. I., Tkalich, Yu. I., Masliiov, S. V., & Kozechko, V. I. (2017). Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (4), 511–516. doi: 10.15421/2017_153

6. Pabat, I. A. (1992). *Gruntozakhysna systema zemlerobstva*. Kyiv: Urozhay [In Ukrainian].

7. Zubets, M. V., Maliyenko, A. M., Nosko, B. S. (2010). *Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrayiny*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

8. Viecelli, M., Pagnoncelli Jr., F. B., Trezzi, M. M., Cavalheiro, B. M., & Gobetti, R. C. R. (2019). Response of Wheat Plants to Combinations of Herbicides with Insecticides and Fungicides. *Planta Daninha*, 37. doi: 10.1590/s0100-83582019370100068

9. Robinson, M. A., Cowbrough, M. J., Sikkema, P. H., & Tardif, F. J. (2013). Winter wheat (Triticum aestivum L.) tolerance to mixtures of herbicides and fungicides applied at different timings. *Canadian Journal of Plant Science*, 93 (3), 491–501. doi: 10.4141/cjps2012-181

10. Iost Filho, F. H., Heldens, W. B., Kong, Z., & de Lange, E. S. (2019). Drones: innovative technology for use in precision pest management. *Journal of Economic Entomology*, 113 (1), 1–25. doi: 10.1093/jee/toz268

11. Tkalich, Yu. I., Tsyliuryk, O. I., Masliiov, S. V., & Kozechko, V. I. (2018). Interactive effect of tank-mixed post emergent herbicides and plant growth regulators on corn yield. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 961–965, doi: 10.15421/2018_299

12. Stepanov, K. M. (1962). *Gribnyye yepifitotii (Vvedeniya v obshchuyu yepifitotiologiyu gribnykh bolezney rasteniy)*. Moskva: Literatury [In Russian].

13. Makarova, L. A. (1977). *Pohoda y bolezny rastenyy*. Leningrad: Hydrometeoyzdat [In Russian].

14. *Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrayiny ta rekomendatsiyi shchodo zakhystu roslyn u 2014 rotsi*. (2014) Kyyiv: Derzhvetfitosluzhba [In Ukrainian].

15. Naumova, N. A. (1960). *Analyz semyan na hrybnuyu y bakteryal'nuyu ynfektsyyu.* Moskva-Lenynhrad: Sel′khoz·hyz [In Russian].

16. Fedorenko, V. P. (2006). Metodyka entomolohichnykh doslidzhen′. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 9, 18 [In Ukrainian].

17. Fedorenko, V. P. (2011). Shcho nam obitsyaye poteplinnya. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1, 1–5 [In Ukrainian].

18. Krasylovets, Yu. H. (2010). *Naukovi osnovy fitosanitarnoyi bezpeky pol'ovykh kul'tur.* Kharkiv: Mahda LTD [In Ukrainian].

19. Trybelya, S. O. (2001). *Metodyka vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv*. Kyiv. [In Ukrainian].

20. *Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannya v Ukrayini. Spetsvypusk*. (2014). Kyiv: Yunivest Media [In Ukrainian].

23. Stepanov, K. M. (1962). *Hrybnye epyfytotyy (Vvedenyya v obshchuyu epyfytotyolohyyu hrybnykh bolezney rastenyy).* Moskva: Lyteratury [In Russian].

21. Makarova, L. A., & Mynkevych, Y. Y. (1977). *Pohoda y bolezny rastenyy.* Leningrad: Hydrometeoyzdat [In Russian].

22. Korniychuk, M. S., Vinnichuk, T. S., & Pochynok, L. A. (2006). Posylennya roli biolohichnoho faktora v systemakh intehrovanoho zakhystu roslyn. Intehrovanyy zakhyst roslyn, problemy i perspektyvy. *Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (13–16 lystopada 2006 r.)*. Kyyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 10.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Матюха В. Л., Писаренко П. П., Антоненко Я. В. Ефективність бакових сумішей пестицидів проти шкідників та хвороб у технології вирощування пшениці озимої в Північному Степу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 80–89.

© Писаренко Павло Вікторович, Матюха Володимир Леонідович, Писаренко Павло Павлович, Антоненко Ярослав В'ячеславович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.35:631.53.0488 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.10**

INFLUENCE OF VARIETY FEATURES OF SMOOTH BROMEGRASS SELECTION SAMPLES ON GRASS STAND DURABILITY AND YIELD

L. H. Marinich[1] ORCID 0000-0002-0073-9433
O. V. Barabolia[1]* ORCID 0000-0003-4123-9547
L. V. Kavalir[2]

[1] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] Poltava State Agricultural Research Station named by M. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences, 86, Shvedska str., Poltava, 36014, Ukraine
** Corresponding author*
E-mail: olga.barabolia@ukr.net

How to Cite

Marinich, L. H., Barabolia, O. V., & Kavalir, L. V. (2021). Influence of variety features of smooth brome grass selection samples on grass stand durability and yield. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 90–96. doi: 10.31210/visnyk2021.01.10

One of the valuable fodder species of grasses is smooth brome grass. Smooth brome grass plants are rich in protein – up to 15 %, fats – 19.7–24.9 %, cellulose – up to 8 %. Its main feature is that the green material and hay are rich in sugars and minerals such as phosphorus, calcium, potassium, sulfur, and magnesium. One of the modern problems in the selection of smooth brome grass is the creation of varieties, which would be characterized by adaptability to certain soil and climatic conditions, high fodder productivity, improved quality indicators, seed yield, and durability. At present, 14 registered varieties of smooth brome grass are cultivated in different soil and climatic conditions of Ukraine. But these varieties do not fully meet the production requirements, so there is a need for selective improvement of this crop. The purpose of the research was to identify the dynamics of fodder productivity formation to determine the variety characteristics of smooth brome grass selection material. Field and quantitative methods, the method of test sheaf, weight, and statistical were used in the course of researches. 0107, 0110, 0752, 1005 and 1002 samples belong to haymaking type, and they are characterized by maximum productivity during the first 3 years of using. It is the best to use such samples for short-term application in field crop rotations; 1007, 1006 and 1071samples belong to haymaking and pasture type. They are characterized by the average productivity during the first 3 years of cultivation (29–38 t/ha) and the average level of reducing green material yield on the 7th year of application (45–61 %). It is expedient to use these samples in fodder crop rotations for 5–7 years; 1012, 1008 and 1003 samples belong to pasture type. They are characterized by low productivity in the first 3 years of cultivation (20–26 t/ha) and slowly reduce the yield of green material (35–45 %) on the 7th year of using. It is better to use them for pastures, reclamation of eroded lands and as lawn crops.

Key words: *smooth brome grass, fodder productivity, durability, height, yield.*

ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ СТОКОЛОСУ БЕЗОСТОГО НА ДОВГОВІЧНІСТЬ І УРОЖАЙНІСТЬ ТРАВОСТОЮ

***Л. Г. Марініч*[1], *О. В. Бараболя*[1], *Л. В. Кавалір*[2]**
[1] Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
[2] Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна

Одним із цінних кормових видів злакових трав є стоколос безостий. Рослини стоколосу безостого багаті на білок, його міститься до 15 %, жирів – 19,7–24,9 %, клітковини – до 8 %. Головною його особливістю є те, що зелена маса і сіно багате на цукри та мінеральні елементи, такі як фосфор, кальцій, калій, сірка, магній. Однією із сучасних проблем у селекції стоколосу безостого є створення сортів, які би характеризувалися адаптивністю до певних ґрунтово-кліматичних умов, високою кормовою продуктивністю, покращеними якісними показниками, врожайністю насіння, довговічністю. На сьогодні в різних ґрунтово-кліматичних умовах України вирощуються 14 зареєстрованих сортів стоколосу безостого. Але ці сорти не повністю відповідають вимогам виробництва, тому є необхідність селекційного поліпшення цієї культури. Мета досліджень полягала у виявленні динаміки формування кормової продуктивності для визначення сортових особливостей селекційного матеріалу стоколосу безостого. Під час досліджень використано польовий та кількісний методи, метод пробного снопа, ваговий, статистичний. Зразки 0107, 0110, 0752, 1005 та 1002 відносяться до сінокісного типу, характеризуються максимальною продуктивністю в перші 3 роки використання. Найкраще застосовувати такі зразки для короткочасного використання у польових сівозмінах; зразки 1007, 1006 та 1017 відносяться до сінокісно-пасовищного типу. Для них характерна середня продуктивність у перші 3 роки використання (29–38 т/га) і середній рівень зниження урожайності зеленої маси на 7-й рік використання (45–61 %). Ці зразки доцільно використовувати в кормових сівозмінах протягом 5–7 років; зразки 1012, 1008 та 1003 відносяться до пасовищного типу. Характеризуються низькою продуктивністю в перші 3 роки використання (20–26 т/га) і повільно знижують рівень врожайності зеленої маси (35–45 %) на 7-й рік використання. Їх краще використовувати для створення пасовищ, для рекультивації еродованих земель та як газонну культуру.

Ключові слова: *стоколос безостий, кормова продуктивність, довговічність, висота, урожайність.*

Вступ

У розв’язанні задач забезпечення населення країни продуктами харчування тваринного походження важливе місце займає проблема збільшення виробництва дешевих і високоякісних кормів, яка може бути реалізована на основі подальшої інтенсифікації пасовищного і польового кормовиробництва [1, 2]. Істотне поширення багаторічних злакових трав обумовлене їх високою врожайністю і поживністю корму, довголіттям, зимостійкістю, здатністю до вегетативного відновлення, високою чутливістю на поліпшення умов вирощування, здатністю підвищувати вміст сирого протеїну при використанні в достатніх кількостях азотних добрив або при вирощуванні у травосумішках з бобовими травами, тому їх частка при використанні природних сінокосів і пасовищ може становити 90 % [7, 8, 9, 24]. У луговому і польовому травосіянні багаторічні злакові трави забезпечують отримання різноманітного дешевого і якісного корму (зеленого корму, сіна, силосу). Крім кормового призначення деякі види застосовуються для створення газонів різного типу, рекультивації при видобутку корисних копалин, захисту від ерозії ґрунтів [3, 4, 23]. Значна їх роль і в системі землеробства: вони захищають ґрунт від водної та вітрової ерозії, збагачують її органічними речовинами, поліпшують фізико-механічні властивості і інфільтрацію опадів [5, 10, 20].

За роки трансформування аграрного сектору площа сінокосів в Україні скоротилася в 1,6 раза, а в сільськогосподарських підприємствах – майже в 11 разів. У господарствах населення сконцентровано 91 % кормової продукції [12, 13, 16].

Одним із цінних видів кормових трав є стоколос безостий. Рослини стоколосу безостого багаті на білок, його мітиться до 15 %, жирів 19,7–24,9 %, клітковини до 8 %. Головною особливістю є те, що зелена маса і сіно багаті на цукри та мінеральні елементи, такі як фосфор, кальцій, калій, сірка, магній, цинк [1]. Стоколос безостий відзначається морозостійкістю і зимостійкістю, не вимерзає в люті

зими. Вузол кущіння переносить температуру до -46 °С, весняні заморозки до -18 °С. У зоні Лісостепу України є одним із найпосухостійких та зимостійких злаків [1, 14].

Культура є досить невимогливою до ґрунтів, дає високі врожаї на глинистих ґрунтах, чорноземах та пісках. Залежно від умов зволоження травостою стоколос безостий є досить довговічною культурою, за умов польового використання дає стабільні урожаї протягом 6–8-и років, а на заливних луках до 15–20 [3, 4].

Стоколос безостий досить добре переносить затоплення, може давати гарні врожаї на заливних та солонцевих ґрунтах [22].

Важливий резерв збільшення виробництва кормів – вирощування нових продуктивних видів і сортів багаторічних кормових трав з високою врожайністю кормової маси і насіння, стійких до несприятливих факторів навколишнього середовища і хвороб, довговічних [16, 17, 21]. Важлива роль у підвищенні врожайності та якості належить створенню стабільних за продуктивністю сортів з високою адаптивністю та широкою агроекологічною пластичністю [23]. Вищезазначені властивості характерні для складногібридних популяцій стоколосу безостого, зокрема і синтетичних, яким властиво пристосовуватись до умов навколишнього середовища і при цьому зберігати продуктивність у просторі і часі [18].

На сьогодні в різних ґрунтово-кліматичних умовах України вирощуються 14 зареєстрованих сортів стоколосу безостого. Але ці сорти не повністю відповідають вимогам виробництва, тому є необхідність подальшого селекційного поліпшення цієї культури. Зважаючи на означені напрями використання, необхідні сорти спеціального призначення – пасовищні, сінокісні або сінокісно-пасовищні різних екотипів, адаптовані до ґрунтово-кліматичних зон України.

Мета досліджень: виявити динаміку формування кормової продуктивності для визначення сортових особливостей селекційного матеріалу стоколосу безостого.

Завдання дослідження: визначити вплив віку травостою на формування кормової продуктивності селекційного матеріалу стоколосу безостого.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН України 2014–2020 років. Це центральна частина Східного Лісостепу України майже на умовній межі з Північним Степом і Південним Лісостепом – зона недостатнього зволоження. Ґрунт темно-сірий опідзолений, який характеризується такими агрохімічними показниками орного шару на глибині 0–30 см: гідролітична кислотність 1,9–3,3 мг екв. на 100 г ґрунту; вміст гумусу – 2,44–3,46 %; pH сольової витяжки – 5,8–5,9; рухомих форм фосфору – 13–21 мг на 100 г ґрунту; легко гідролізованого азоту 4,42–7,94 мг на 100 г ґрунту; обмінного калію – 16–20 мг на 100 г ґрунту; сума ввібраних основ – 21–30 мг на 100 г ґрунту.

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

Агротехніка вирощування багаторічних трав загальноприйнята для зони.

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

Упродовж вегетаційного періоду вивчали морфологічні ознаки зразків багаторічних трав за «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні» [15, 19]. Облік структури врожаю проводили шляхом аналізу пробних снопів. Статистичну обробку проводили за методикою Б. А. Доспехова [6].

Матеріалом для досліджень слугували одинадцять зразків стоколосу безостого, створені під час попередньої селекційної роботи методом діалельних схрещувань та полікросу.

Результати досліджень та їх обговорення

Урожайність зеленої маси – ознака, яка має найбільш важливе практичне значення і в напрямі якої ведеться селекція багаторічних трав. Кормові трави вирощуються для забезпечення стабільності кормовиробництва, вони повинні бути високопродуктивними, здатними давати стабільні врожаї з високою якістю продукції.

Урожайність зеленої маси залежить від співвідношення кількості вегетативних та генеративних пагонів, від висоти травостою, облистяності та інших ознак.

Висота рослин стоколосу достатньо мінлива ознака. Незважаючи на високу амплітуду коливань, культурні форми цього злаку зазвичай мають висоту 100–140 см, а в особливо сприятливих умовах до 170 см.

У наших дослідженнях висота рослин у зразків стоколосу безостого коливалася в межах 62–158 см. Найвисокорослішим за роки дослідження був зразок 0110, в середньому за роки вивчення його висота становила 138 см, найнижчою висота була у зразка 1003, за роки вивчення вона становила 70 см.

За роки досліджень зразки 0752, 0107, 0105 та 1002 знизили рівень прояву ознаки на 22–25 %. Найбільш стабільними за ознакою висота рослин були зразки 1017 та 1008, їх висота за 7 років знизилася на 5 %.

Зміна умов навколишнього середовища, догляд за посівами значно впливають на якість корму. Найбільшу поживну цінність у кормових трав мають листки, у них значно більший вміст білка, ніж в інших органах рослини. Існує думка, що шляхом селекції рослин на облистяність можна підвищити вміст білка в них. Але є дані, що кореляція між цими ознаками не завжди позитивна [15].

Окремі дослідники рекомендують різні типи кормових трав. Одні вважають, що ідеалом є добре облистяні і малостебельні рослини, але до певної межі, оскільки зменшення кількості генеративних стебел знижує насіннєву продуктивність. Інші пропонують робити добір рослин з великою кількістю стебел, але не високих, щоб збільшити процент листової маси і облистяність. Є дані, що рослини з короткими міжвузлями мають більш високий процент листків, ніж рослини з довгими міжвузлями. Також є ефективним добір на широкі листки [16].

За роки вивчення облистяність у зразків коливалася в межах 57–68 %. Найвища облистяність була у зразка 0752, за роки вивчення вона коливалася в межах 64–68 %, у сорту-стандарту вона становила 60 %.

За роки досліджень зразки 0752, 0107, 0105 знизили рівень прояву ознаки на 32–36 %. Найбільш стабільними були зразки 1017, 1002 та 1008, облистяність у них зменшилася на 8–10 %.

Високу кормову цінність стоколосу безостого можна пояснити тим, що він має значну кількість вегетативних пагонів, на яких більше листків, ніж на генеративних. До того ж листки особливо на вегетативних пагонах містять більшу кількість поживних речовин. Тому вивчення ознаки кількість вегетативно-подовжених пагонів є досить важливим питанням у селекції цієї культури.

Кількість вегетативно-подовжених пагонів у зразків стоколосу безостого за роки вивчення коливалась від 132–65 шт./рослину. Найбільша їх кількість була у зразка 1012 (117 шт./рослину) та 1008 (116 шт./рослину), найменша у зразків 0752 (101 шт./рослину) та 0107 (103 шт./рослину). У сорту-стандарту Полтавський 52 за роки вивчення кількість вегетативно-подовжених пагонів становила 85 шт./рослину.

Найбільша кількість вегетативно-подовжених пагонів була у зразків на 2–4 рік життя (88–132 шт./рослини) і поступово зменшувалася до 7-го року використання (65–110 шт./рослину) (табл. 1).

1. Характеристика зразків стоколосу безостого за кількістю вегетативно-подовжених пагонів

№ п/п	Селекційний номер	Кількість вегетативно-подовжених пагонів за роками, шт./рослини							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	в середньому за роки вивчення
1	Полтавський 52, st	96	101	96	88	79	71	65	85
2	0107	112	116	128	98	92	90	90	103
3	0110	114	116	128	101	100	98	93	107
4	0752	98	112	126	112	100	87	76	101
5	1005	87	132	130	116	110	98	94	109
6	1002	118	125	132	110	104	106	99	113
7	1007	99	102	119	110	107	105	100	106
8	1006	102	116	121	115	112	100	100	109
9	1017	123	115	131	104	97	94	90	107
10	1012	124	126	124	117	113	111	110	117
11	1008	131	125	122	120	110	108	100	116
12	1003	123	121	117	115	110	107	101	113
$НІР_{05}$		2,9	2,4	2,5	1,9	1,7	1,6	1,4	2,1

У наших дослідженнях за роки використання зразки стоколосу безостого селекції ПДСГДС імені М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН мали урожайність зеленої маси на рівні 7–49 т/га (табл. 2). У перші 3 роки використання врожайність була найвищою і коливалась у межах 20–49 т/га, на 4–5-й роки її рівень був 12–26 т/га, на 6–7-й роки – 7–14 т/га. Всі зразки зі збільшенням віку травостою знизили врожайність зеленої маси різною мірою – від 35–78 %, що свідчить про істотну різницю між ними. Це дало змогу розділити зразки за типом використання для умов Лісостепу Лівобережного.

2. Урожайність зеленої маси зразків стоколосу безостого (за два укоси) (2014–2020 рр.)

№	Назва зразка	Урожайність зеленої маси за роками, т/га							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	в середньому
1	Полтавський 52, st	39,0	41,0	36,0	21,0	15,0	11,0	7,0	24,0
2	0107	45,0	44,0	38,0	19,0	14,0	11,0	8,0	26,0
3	0110	47,0	46,0	34,0	20,0	12,0	9,0	8,0	25,0
4	0752	49,0	47,0	46,0	24,0	13,0	10,0	7,0	28,0
5	1005	46,0	47,0	43,0	26,0	17,0	9,0	8,0	28,0
6	1002	44,0	45,0	40,0	26,0	14,0	10,0	8,0	27,0
7	1017	34,0	32,0	33,0	25,0	19,0	12,0	11,0	24,0
8	1006	31,0	30,0	29,0	21,0	16,0	14,0	10,0	22,0
9	1007	38,0	34,0	34,0	26,0	20,0	14,0	10,0	25,0
10	1012	23,0	22,0	20,0	15,0	15,0	13,0	10,0	18,0
11	1008	26,0	24,0	22,0	16,0	14,0	11,0	9,0	17,0
12	1003	22,0	22,0	20,0	18,0	14,0	10,0	9,0	16,0
$НІР_{05}$		3,1	2,9	1,9	1,4	0,9	0,6	0,1	1,1

Зразки 0107, 0110, 0752, 1005 та 1002 відносяться до сінокісного типу, характеризуються максимальною продуктивністю в перші 3 роки використання і різко знижують її значення з роками на 62–78 %. Найкраще використовувати такі зразки для короткочасного травосіяння в польових сівозмінах.

Зразки 1007, 1006 та 1017 відносяться до сінокісно-пасовищного типу. Для них характерна середня продуктивність у перші 3 роки використання (29–38 т/га) і середній рівень зниження урожайності зеленої маси на 7-й рік використання (45–61 %). Ці зразки доцільно використовувати в кормових сівозмінах протягом 5–7-и років.

Зразки 1012, 1008 та 1003 відносяться до пасовищного типу. Характеризуються низькою продуктивністю в перші три роки використання (20–26 т/га) і повільно знижують рівень врожайності зеленої маси (35–45 %) на 7-й рік використання. Їх краще використовувати для створення пасовищ, для рекультивації еродованих земель та як газонну культуру.

Висновки

За результатами вивчення зразків стоколосу безостого за ознаками кормової продуктивності в конкурсному сортовипробуванні їх розділили за типом використання:

Зразки 0107, 0110, 0752, 1005 та 1002 відносяться до сінокісного типу, характеризуються максимальною продуктивністю в перші 3 роки використання, Найкраще такі зразки підійдуть для короткочасного використання в польових сівозмінах; зразки 1007, 1006 та 1017 відносяться до сінокісно-пасовищного типу. Для них характерна середня продуктивність у перші 3 роки використання (29–38 т/га) і середній рівень зниження урожайності зеленої маси на 7-й рік використання (45–61 %). Ці зразки доцільно використовувати в кормових сівозмінах протягом 5–7-и років; зразки 1012, 1008 та 1003 відносяться до пасовищного типу. Характеризуються низькою продуктивністю в перші три роки використання (20–26 т/га) і повільно знижують рівень врожайності зеленої маси (35–45 %) на 7-й рік використання. Їх краще застосовувати для створення пасовищ, для рекультивації еродованих земель та як газонну культуру.

Перспективи подальших досліджень. Важливо в подальших дослідженнях контролювати якість кормової маси стоколосу безостого з метою отримання високоякісного корму.

References

1. Andreev, N. G., & Saviczkaya, V. A. (1988). Koster bezosty`j. Moskva: VO Agropromizdat [In Russian].

2. Antonets, O. A., & Bashtavenko, O. A. (2015). Vplyv sortovykh osoblyvostei na produktyvnist stokolosu bezostoho. M. Ya. Shevnikov (Red)., *Innovatsiini aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia, zberihannia i pererobky produktsii roslynnytstva : materialy III naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava: Poltavska derzhavna ahrarna akademiia [In Ukrainian].

3. Babych, A. O. (1996). *Svitovi zemelni i prodovolchi resursy*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

4. Barylko, M. H., & Marinich, L. H. (2017). Formuvannia oznakovoi kolektsii kostretsiu bezostoho v umovakh Poltavshchyny. *Henetychni Resursy Roslyn*, 20, 99–107 [In Ukrainian].

5. Buhaiov, V. V., & Marianko, O. S. (2017). Vykhidnyi material dlia selektsii stokolosu bezostoho za umov Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 84, 26–31. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2017_84_6 [In Ukrainian].

6. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovanij) (izd. 5-e, dop. i pererab.)*. Moskva [In Russian].

7. Kashevarov, N. I., Tyuryukov, A. G., & Osipova, G. M. (2015). Urozhajnost` kostrecza bezostogo v razny`kh prirodnoklimaticheskikh zonakh Sibiri. *Dostizheniya nauki i Tekhniki APK*, 29 (11), 81–83 [In Russian].

8. Kobylina, N. O. (2015). Kolektsiini zrazky stokolosu bezostoho ta hriastytsi zbirnoi yak dzherela tsinnykh oznak dlia selektsii na produktyvnist ta adaptyvnist. *Posibnyk Ukrainskoho Khliboroba*, 1, 291–294 [In Ukrainian].

9. Kostenko, S. I., Kosolapov, V. M., Pilipko, S. V., & Kostenko, E. S. (2016). Selekcziya mnogoletnikh zlakovy`kh trav dlya adaptivnogo kormoproizvodstva. *Kormoproizvodstvo*, 8, 35–38 [In Russian].

10. Kshnikatkina, A. N., Alenin, P. G., & Alenushkin, K. V. (2014). Priemy` povy`sheniya semennoj produktivnosti kostrecza bezostogo. *Niva Povolzh`ya*, 3 (32), 26–31 [In Russian].

11. Kshnikatkina, A. N., Alenin, P. G., & Alenushkin, K. V. (2014). Semennaya produktivnost` kostrecza bezostogo (BROMOPSIS INERMIS LEYSS) v zavisimosti ot priemov vozdely`vaniya v usloviyakh Lesostepi Srednego Povolzh`ya. *Niva Povolzh`ya*, 1 (30), 13–18 [In Russian].

12. Kurhak, V. H., & Tsymbal, Ya. S. (2015). Osoblyvosti vedennia kormovyrobnytstva za orhanichnoho zemlerobstva. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 3, 77–86 [In Ukrainian].

13. Kurhak, V. H., & Tsymbal, Ya. S. (2015). Vyroshchuvannia kormovykh kultur za orhanichnoho zemlerobstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 5–9 [In Ukrainian].

14. Marinich, L. H. (2010). Vykhidnyi material dlia selektsii stokolosu bezostoho. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 39, 110–113 [In Ukrainian].

15. Moisiienko, V. V. (2011). Naukove obgruntuvannia shliakhiv pidvyshchennia kormovoi produktyvnosti ta dovholittia bahatorichnykh travostoiv. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 (1), 35–57 [In Ukrainian].

16. Ponomarenko, A. V., Shatskij, I. M., & Zolotaryov, V. N. (2014). Osobennosti vozdely`vaniya kostrecza bezostogo (*Bromopsis inermis (Leys). Holub*) na semena v usloviyakh stepnoj zony` Czentral`no-Chernozyomnogo regiona. *Vestnik Prikaspiya*, 4 (7), 13–19 [In Russian].

17. Rezul`taty` ispy`tanij sortov ozimy`kh, yarovy`kh zernovy`kh, zernobobovy`kh i krupyany`kh kul`tur na khozyajstvennuyu poleznost` Respubliki Belarus` za 2013–2015 gg. (2015). Minsk [In Russian].

18. Shatskij, I. M., Zolotaryov, V. N., & Ponomarenko, A. V. (2016). Biologicheskie osobennosti pobegoobrazovaniya i formirovaniya urozhaya semyan kostrecza bezostogo *Bromopsis inermis (Leys.)* Holub v zavisimosti ot srokov podkashivaniya travostoya. *Kormoproizvodstvo*, 6, 41–45 [In Russian].

19. Tkachyk, S. O. (Red.). (2015). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy tekhnichnykh ta kormovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini (PSP) (3-tie vyd., vypr. i dop.).* Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD» [In Ukrainian].

20. Vergunov, I. M. (2000). *Osnovy` matematicheskogo modelirovaniya dlya analiza i prognoza agronomicheskikh proczessov*. Kiev: Nora print [In Russian].

21. Vlasenko, N. S. (Red). (2012). *Silske hospodarstvo Ukrainy 2011: [statystychnyi zbirnyk]*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky [In Ukrainian].

22. Volkodav, V. V. (Red.). (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* (vyp. II). Kyiv [In Ukrainian].

23. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Tatarko, Yu. V., & Antonovskyi, O. V. (2020). Vplyv sortovykh osoblyvostei na yakist zerna pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03 [In Ukrainian].

24. Zolotarev, V. N. (2017). Osobennosti razvitiya razlichny`kh vidov mnogoletnikh trav pri gazonnom ispol`zovanii v usloviyakh Czentral`nogo Nechernozem`ya. *Sovremennoe e`kologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy` i nauchno-prakticheskie aspekty` raczional`nogo prirodopol`zovaniya: II mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferencziya.*. Solyonoe Zajmishhe: FGBNU «Prikaspijskij nauchno-issledovatel`skij institut aridnogo zemledeliya» [In Russian].

25. Zolotarev, V. N., & Shatskij, I. M. (2018). Agrobiologicheskie i tekhnologicheskie osnovy` formirovaniya vy`sokoproduktivny`kh semenny`kh fitoczenozov kostrecza bezostogo. *Osnovni, maloposhyreni i netradytsiini vydy roslyn – vid vyvchennia do osvoiennia (silskohospodarski i biolohichni nauky): materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Obukhiv: Drukarnia FOP Huliaieva V. M. [In Russian, Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 11.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Марініч Л. Г., Бараболя О. В., Кавалір Л. В. Вплив сортових особливостей селекційних зразків стоколосу безостого на довговічність і урожайність травостою. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 90–96.

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

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.15:631.527,5:631.53.048 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.11**

FORMATION OF MAIZE HYBRIDS GRAIN PRODUCTIVITY DEPENDING ON SOWING RATE

H. P. Zhemela ORCID 0000-0003-0167-7219
O. V. Barabolia* ORCID 0000-0003-4123-9547
V. V. Liashenko ORCID 0000-0003-0177-6209
Ye. S. Liashenko
V. A. Podoliak

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: olga.barabolia@ukr.net

How to Cite

Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Liashenko, V. V., Liashenko, Ye. S., & Podoliak, V. A. (2021). Formation of maize hybrids grain productivity depending on sowing rate. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 97–105. doi: 10.31210/visnyk2021.01.11

Maize is universal due to its using as fodder, technical and food crop, which determines the topicality of increasing its productivity both in Ukraine and around the world. The aim of the article was to study the dependence of grain productivity of maize hybrids on sowing rates. In the process of research, field and quantitative methods, observation, and calculation method were used. Our research has shown that on the average over the study years, the minimum growing season was observed in P8521 early-maturing hybrid – 122.8 days, the longest – in PR38N86 mid-ripening – 131.1–133.7 days, in PR39B76 mid-early ripening – 125.4–127.5 days. The duration of interphase periods and the growing season of maize hybrids depended on their biological characteristics and weather conditions and almost did not change under the influence of plant density. It has been determined that according to biological features of mid-ripening crop hybrid higher plants were formed than in early-ripening hybrids. With increasing the density of the above mentioned hybrids, a decrease in plant height by 2.7, 3.4 and 3.3 cm, respectively, was observed. Thus, in the panicle flowering phase, when maize plants reached their maximum height, in the wet year it grew from sparse to overcrowded crops, and in the arid year it decreased. The studies have shown that individual productivity indicators decrease at overcrowding. In our opinion, the main reserve for increasing the production of commercial grain is determining the optimal density for maize hybrids of different ripening groups, taking into account agro-ecological conditions. The optimal number of maize ears, at which indicators of individual productivity and the number of plants per area unit are best combined, was achieved in P8521early-ripening hybrid in the variants with plant density of 75 thou/ha, in PR39B76 mid-early ripening – 70 thou/ha, and PR38N86 mid-ripening– 70 thou/ha.

Key words: *maize hybrids, maturity groups, seeding rates, overcrowding, vegetation, yield.*

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНА ГІБРИДАМИ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ

Г. П. Жемела, О. В. Бараболя, В. В. Ляшенко, Є. С. Ляшенко, В. А. Подоляк
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Кукурудза є універсальною через її використання як кормової, технічної та продовольчої культури, що обумовлює актуальність підвищення її продуктивності як в Україні, так і в усьому світі. Метою статті є дослідження залежності продуктивності зерна гібридів кукурудзи від норм висіву.

Під час досліджень використано польовий та кількісний методи, спостереження, розрахунковий. Результати наших досліджень свідчать, що в середньому за роки експерименту мінімальний період вегетації спостерігався у ранньостиглого гібрида P8521 – 122,8 діб, найтриваліший – у середньостиглого PR38N86 – 131,1–133,7 доби, середньораннього PR39B76 – 125,4–127,5 дні. Тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації гібридів кукурудзи залежала від їхніх біологічних особливостей та погодних умов і майже не змінювалась під впливом густоти стояння рослин. Визначено, що відповідно до біологічних особливостей у рослин середньостиглого гібрида формувались рослини з більшою висотою, ніж у скоростиглих. При збільшенні густоти вищезазначених гібридів спостерігалося зменшення висоти рослин на 2,7 см, 3,4 і 3,3 см відповідно. Отже, у фазу цвітіння волотей, коли рослини кукурудзи досягали своєї максимальної висоти, у вологий рік вона зростала від зріджених до загущених посівів, а в посушливі зменшувалась. Дослідження підтверджують, що показники індивідуальної продуктивності зменшуються по мірі загущення. На нашу думку, основним резервом збільшення виробництва товарного зерна є визначення оптимальної густоти для гібридів кукурудзи різних груп стиглості, зважаючи на агроекологічні умови. Оптимальної кількості качанів, при якій найкраще поєднуються показники індивідуальної продуктивності і кількості рослин на одиниці площі, у ранньостиглого гібрида P8521 досягали у варіантах з густотою стояння 75 тис./га, у середньораннього PR39B76 – 70 тис./га і середньостиглого PR38N86 – 70 тис./га.

Ключові слова: *гібриди кукурудзи, групи стиглості, норми висіву, загущення, вегетація, врожайність.*

Вступ

Нині кукурудза – одна з найпоширеніших культур у світовому рослинництві, займає третє місце після пшениці і рису. Універсальність її полягає в тому, що використовується як кормова, технічна та харчова культура. Одержання стабільно високих урожаїв зерна кукурудзи є актуальним для сільського господарства України та інших країн [14, 15].

Кукурудза в Україні традиційно є цінною продовольчою культурою. Вона все ширше використовується в харчовій промисловості, насичуючи ринок сучасною корисною і високоякісною продукцією [2]. Високо ціняться такі продукти харчування, як кукурудзяне масло, крупа, борошно, крохмаль, глюкоза, спирт, кукурудзяні пластівці, баранці, консервоване зерно тощо [11]. Все більше значення ця культура займає у фармацевтичній промисловості, зокрема, кукурудзяні маточки, пророщені зародки, каротиноїди.

Причини, що заважають прискореному зростанню валових зборів зерна, добре відомі – це недотримання агротехніки вирощування зернових, порушення технологічної дисципліни [9]. Далеко не скрізь забезпечується оптимальна густота рослин, допускається висока забур'яненість посівів унаслідок порушення в системі основного і передпосівного обробітку ґрунту та догляду за посівами [10, 13]. Крім того, урожай втрачається в результаті значної тривалості терміну збирання. Не використовуються широкі можливості сучасних гібридів [12].

Зарубіжні фірми пропонують насіння різних за стиглістю та продуктивністю гібридів, які потребують глибокого і детального вивчення в нових умовах вирощування та рекомендації найбільш продуктивних у виробництво [20]. Компанія «Pioneer» щорічно проводить у господарствах різних кліматичних зон України 287 ДЕМО з вирощування різних за стиглістю, офіційно зареєстрованих, гібридів кукурудзи. Для прогнозованого впливу на продуктивність цієї культури виробничник повинен чітко уявляти як той чи той агроприйом вплине на ріст і розвиток рослини. Серед факторів, що забезпечують високий урожай кукурудзи, значне місце займають просторове і кількісне розміщення рослин на площі, що має велику цінність і має на меті скоротити енерговитрати та підвищити рентабельність вирощуваної продукції [5, 6, 7].

Основу виробництва кукурудзи в Україні становить вирощування гібридів, більшість із яких є простими міжлінійними, при цьому виникає проблема довготривалого вирощування гібридного насіння.

Оптимальна густота рослин є одним із найважливіших факторів для одержання високих урожаїв кукурудзи [22].

Одним з основних шляхів підвищення врожайності та зниження собівартості насіння є підвищення густоти вирощування рослин. Однак при цьому необхідно пам'ятати, що у разі надмірного загущення рослин погіршуються елементи структури врожаю та якість насіння [13, 14]. Тому вивчення реакції кукурудзи до загущення та ширини міжрядь є дуже актуальною задачею рослинників.

Мета дослідження: визначити залежність продуктивності зерна гібридів кукурудзи від норм висіву.

Завдання дослідження: визначити тривалість міжфазних періодів вегетації гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин; дослідити динаміку росту рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин; вивчити індивідуальну продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин; визначити урожайність зерна різних за стиглістю гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин.

Матеріали і методи досліджень

У дослідженнях вивчали вплив густоти посіву на ріст та продуктивність кукурудзи гібридів різної групи стиглості. Дослід проводили за такою схемою (рис. 1):

1. Схема досліду

Групи скоростиглості та назва гібридів кукурудзи	Густота стояння рослин, тис./га				
Ранньостиглий P8521 (ФАО–220)	65	70	75	80	85
Середньоранній PR39B76 (ФАО–280)	60	65	70	75	80
Середньостиглий PR38N86 (ФАО–320)	55	60	65	70	75

Фенологічні спостереження проводили на досліджуваних рядках у двох несуміжних повторностях. Спостереження проводили візуально: відмічали початок фази, коли в неї вступило 10 % рослин та повну – 75 %. Відмічали дати сівби, появу сходів, цвітіння волотей, качанів, молочної, воскової і повної стиглостей качанів. Фази стиглості зерна визначали шляхом розрізання зернівки з середньої частини верхнього качана типових рослин. Повна стиглість настає при появі чорного прошарку на місті прикріплення зернівки. Облік густоти стояння рослин здійснювали підрахунком рослин на 14,3 погонних метрах (10 м^2) з перерахунком їх у тисячі на гектар.

Висоту рослин, висоту прикріплення качанів, площу асиміляційної поверхні листя визначали після фази викидання волотей шляхом проміру 10 типових для цього варіанту рослин у двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки волоті. Площу листкової поверхні розраховували, використовуючи параметри довжини та ширини листка за формулою Б. А. Доспєхова [8]:

$$S = k \times l \times n,$$

де S – площа листя, см^2; k – середній поправочний коефіцієнт, що становить 0,67; l – довжина листя, см; n – ширина листка в самому широкому місці, см.

Вологість зерна кукурудзи, вихід зерна та урожайність визначали у пробах качанів (10 шт.), які відбирали на кожній обліковій ділянці. Урожай насіння перераховували на вологість 14 %.

Результати досліджень та їх обговорення

Тривалість періоду вегетації гібридів кукурудзи на території України коливається від 90 до 150 днів. В. С. Циков [21] наводить такі параметри тривалості вегетаційного періоду і кількості листків на головному стеблі кукурудзи: ранньостиглі – 90–100 днів, числом листків – 14–15; середньоранні – 105–115 днів і 15–16 листків; середньостиглі – з вегетаційним періодом 115–120 днів і 17–18 листками; середньопізні – 120–130 днів і 18–19 листків; пізньостиглі – з вегетаційним періодом 135–140 днів і кількістю листків 19–20.

Залежно від агроекологічних умов та гібридів кукурудзи різних груп стиглості спостерігається неоднакова реакція щодо темпів росту і розвитку рослин під впливом густоти стояння. Окремі дані свідчать, що при збільшенні густоти стояння рослин період вегетації збільшується [19].

Низка вчених відмітили те, що при загущенні рослин тривалість міжфазних періодів змінювалась у межах 1–2 дні [4, 18, 24].

У результаті досліджень, проведених у різних ґрунтово-кліматичних умовах, відносно впливу густоти стояння рослин на строки настання окремих фаз росту і розвитку та тривалість періоду вегетації одержані різні дані.

В умовах південно-східної частини Степу на Розівській дослідній станції у проведених дослідах при збільшенні густоти стояння рослин кукурудзи з 20 до 45 тис./га тривалість періоду сходи – викидання волоті збільшувалась на 1 день, а період викидання волоті – повна стиглість зменшувався на 1 день, зважаючи на що, загальний період вегетації практично не змінювався [17].

На підставі проведених дослідів та спостережень в умовах північного Степу Луганської області та західного Лісостепу встановлено, що густота посіву кукурудзи не впливає на тривалість міжфазних періодів до утворення 8-го листка. У подальшому зі збільшенням густоти стеблостою фази розвитку проходять швидше [1, 23].

Наші дослідження підтверджують, що в середньому за роки досліджень мінімальний період вегетації спостерігався в ранньостиглого гібрида Р8521 – 122,8 діб, найтриваліший – у середньостиглого PR38N86 – 131,1–133,7 доби, середньораннього PR39B76 – 125,4–127,5 дні (табл. 2).

2. Тривалість міжфазних періодів вегетації гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, діб (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Тривалість періодів			
		сівба – сходи	сходи – цвітіння волотей	цвітіння волотей – повна стиглість	сходи – повна стиглість
Р8521	65	10,9	57,7	65,8	122,8
	70				
	75				
	80				
	85				
PR39B76	60	10,8	60,5	65,2	125,4
	65				
	70				
	75		60,8		126,1
	80		61,2	66,1	127,5
PR38N86	55	10,9	62,6	69,2	131,4
	60				
	65				
	70			69,6	133,1
	75		63,8	70,1	133,7

Збільшення густоти рослин призводило до подовження періоду вегетації гібрида PR39B76 та гібрида PR38N86 – на 2,1 доби, гібрид Р8521 виявився досить пластичним до зміни густоти стояння рослин, цей фактор не впливав на тривалість міжфазних періодів та вегетації загалом.

Розвиток рослин кукурудзи під впливом густоти стояння та погодних умов по роках у межах одного гібрида проходив з різною інтенсивністю. Варто відмітити, що із загущенням посіву тривалість періоду сходи – цвітіння волотей збільшувалась у гібрида PR39B76 залежно від густоти від 60 до 61 доби, у гібрида PR38N86 – від 62,6 до 63,8 доби, своєю чергою у гібрида Р8521 тривалість такого періоду незалежно до зміни густоти стояння становила 57,7 діб.

У всіх гібридів тривалість періоду від цвітіння волотей до повної стиглості змінювалася несуттєво і була в межах 1–2 діб.

Отже, тривалість міжфазних періодів та періоду вегетації гібридів кукурудзи залежала від їх біологічних особливостей та погодних умов і майже не змінювалася під впливом густоти стояння рослин.

Реакція гібридів на загущення визначається біометричними показниками, серед яких висота рослин займає одне з головних місць. Існують різні твердження про вплив густоти стояння на темпи приросту рослин у висоту. Одержані дані свідчать, що при збільшенні густоти рослин кукурудзи висота їх збільшується. Результати спостережень у наших дослідах за динамікою росту кукурудзи свідчать, що у фазі 7–8 листків більшою висота рослин була у гібрида Р8521 (64,8–65,9 см) (табл. 3).

У фазі 11–12 листків тенденція змінюється – максимальні темпи росту були у гібрида PR39B76 та гібрида PR38N86, мінімальні – Р8521. Середньодобовий приріст склав відповідно – 5,8–6,2 см, 5,7–6,2 см та 5,4–5,7 см.

При проведенні обліків у фазі 13–14 листків максимальна висота рослин спостерігалась у середньораннього гібрида PR39B76 (179,8 см) при густоті 70 тис./га. У фазу цвітіння волотей висота рослин у ранньостиглого гібрида Р8521 була максимальною при густоті 75 тис./га і становила 192,4 см, у середньораннього PR39B76 при густоті 70 тис./га – 225,8 см та середньостиглого PR38N86 при густо-

ті 65 тис./га – 227,3 см.

Відповідно до біологічних особливостей у рослин середньостиглого гібрида формувались рослини з більшою висотою, ніж у скоростиглих. При збільшенні густоти вищезазначених гібридів спостерігалося зменшення висоти рослин на 2,7 см, 3,4 і 3,3 см відповідно. Отже, у фазу цвітіння волотей, коли рослини кукурудзи досягали своєї максимальної висоти, у вологий рік вона зростала від зріджених до загущених посівів, а в посушливі зменшувалась.

3. Динаміка росту рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин, см (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Фази росту і розвитку рослин			
		7–8 листків	11–12 листків	13–14 листків	цвітіння волотей
P8521	85	64,8	118,9	163,1	188,6
	80	65,6	121,3	165,2	189,6
	75	65,9	121,6	166,1	192,4
	70	65,9	122,7	164,8	190,3
	65	65,4	121,0	162,8	189,7
PR39B76	80	63,6	124,3	173,6	222,9
	75	64,1	124,7	175,6	223,9
	70	64,3	126,1	179,8	225,8
	65	63,2	124,4	177,7	224,4
	60	62,6	121,3	175,1	222,4
PR38N86	75	62,7	122,7	175,1	224,2
	70	62,9	124,1	177,9	225,2
	65	64,2	126,3	179,3	227,3
	60	65,7	124,3	176,6	224,9
	55	64,8	122,2	172,1	224,0

Відповідно до біологічних властивостей середньопізнього гібрида PR38N86 його рослини перевищували за висотою ранньостиглий P8521 і середньоранній PR39B76. Отже, характеристика динаміки висоти рослин дає змогу зробити висновок, що цей показник залежить не тільки від густоти посіву, біологічних особливостей гібрида, але і від погодних умов у період вегетації кукурудзи.

Урожай кожної культури, зокрема і кукурудзи, визначається середньою продуктивністю однієї рослини та кількістю рослин на одиниці площі. Під впливом густоти стояння рослин суттєво змінюються такі елементи продуктивності, як довжина качанів, маса 1000 зерен, озерненість качана, а також кількість качанів на 100 рослин. Причому при відхиленні густоти від оптимальної у сторону зріджених посівів рівень указаних показників збільшується, а при загущенні – зменшується. Різна скоростиглість гібридів і визначення оптимальної густоти, з огляду на морфо-біологічні особливості, є резервом збільшення урожаю.

За даними В. Н. Багринцевої [3, 4], по мірі загущення рослин продуктивність зменшується, але порізному для кожної групи стиглості. Менше знижується продуктивність рослин зі збільшенням густоти стояння рослин у ранньостиглих, середньоранні і середньостиглі гібриди сильніше реагують на зміну густоти. Іншими словами, чим пізньостигліший гібрид, тим значно зменшується індивідуальна продуктивність по мірі збільшення густоти.

Як свідчать дані наших досліджень, у середньому за роки їх проведення показники індивідуальної продуктивності істотно варіювали під впливом густоти стояння рослин, морфо-біологічних особливостей гібридів і погодних умов (табл. 4).

Максимальну кількість продуктивних качанів на рослинах формував ранньостиглий гібрид P8521 – 116,7 шт., мінімальну – середньоранній PR39B76 – 108,3 шт. та середньостиглий PR38N86 – 111,7 шт. при найменшому рівні густоти. З поступовим загущенням показники індивідуальної продуктивності зменшувались. При збільшенні густоти рослин з 65 до 85 тис./га у гібрида P8521 кількість качанів на 100 рослинах зменшувалась на 16 штук, у гібрида PR39B76 – на 17 штук та гібрида PR38N86 – на 18 штук.

4. Індивідуальна продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти стояння рослин (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібриди	Густота стояння рослин, тис./га	Кількість рослин, %			Кількість продуктивних качанів на 100 рослинах, штук
		з одним качаном	з двома качанами	без качанів	
P8521	65	83,3	16,7	-	116,7
	70	87,3	12,7	-	112,7
	75	90,7	9,3	-	109,3
	80	92,7	6,7	0,6	106,0
	85	96,7	2,0	1,3	100,7
PR39B76	60	91,7	8,3	-	108,3
	65	95,7	4,3	-	104,3
	70	99,3	0,7	-	100,7
	75	95,3	-	4,7	95,3
	80	91,3	-	8,7	91,3
PR38N86	55	88,3	11,7	-	111,7
	60	92,0	8,0	-	108,0
	65	95,3	4,7	-	104,7
	70	97,0	-	3,0	97,0
	75	93,7	-	6,3	93,7

Потрібно відзначити, що досить толерантним до рівня загущення виявився ранньостиглий гібрид P8521, навіть при збільшенні густоти до 80–85 тис./га кількість рослин без качанів була в межах 0,6–1,3 % на 100 рослин, а у гібрида PR39B76 до 75–80 тис./га – 4,7–8,7 і PR38N86 до 70–75 тис./га – 3,0–6,3 %.

Дослідження свідчать, що показники індивідуальної продуктивності зменшуються по мірі загущення. На нашу думку, основним резервом збільшення виробництва товарного зерна є визначення оптимальної густоти для гібридів кукурудзи різних груп стиглості, зважаючи на агроекологічні умови.

Оптимальну кількість качанів, при якій найкраще поєднуються показники індивідуальної продуктивності і кількості рослин на одиниці площі, у ранньостиглого гібрида P8521 досягали у варіантах з густотою стояння 75 тис./га, у середньораннього PR39B76 – 70 тис./га і середньостиглого PR38N86 – 70 тис./га.

Наукові роботи багатьох дослідників доводять, що густота стояння рослин кукурудзи має істотний вплив на формування структурних елементів урожаю. Результати досліджень показали суттєвий вплив густоти стояння на такі елементи продуктивності, як довжина качана, маса зерна з качана, озерненість залежно як від густоти, так і від агроекологічних умов року. При загущенні посіву до максимального рівня маса зерна з качана у ранньостиглого гібрида зменшилась на 18,6 г, у середньораннього – на 28,2 г та середньостиглого – на 34,2 г.

Відмічено зростання діапазону мінливості лінійних розмірів качана та маси зерна при переході від ранньостиглої форми до більш пізніх. Озерненість качана була найвищою при густоті 75 тис./га у гібрида P8521, 70 тис./га у гібрида PR39B76 та 65 тис./га у гібрида PR38N86 – відповідно 82,2 %, 83,5 % і 79,8 %, а мінімальною – при максимальній густоті стояння рослин по гібридах 85, 80 і 75 тис./га – відповідно 80,4 %, 80,9 % і 78,1 %.

Отже, густота стояння рослин істотно впливала на формування елементів структури урожаю зерна, що врешті-решт позначилося на урожайності. Маса зерна з качана та довжина качана при загущенні рослин зменшувались.

Урожайність зерна визначається співвідношенням кількості рослин на одиниці площі і їх індивідуальною продуктивністю. Тому підбір оптимальної густоти стояння рослин дає змогу отримувати високі і стабільні урожаї зерна та знизити витрати на післязбиральне його досушування.

Дані обліку урожаю зерна в наших дослідах показали, що величина цього показника за роки досліджень залежала від густоти стояння рослин, морфо-біологічних особливостей гібридів та агроекологічних умов року.

Істотний вплив на формування урожайності гібридів мала густота стояння рослин. Максимальна

урожайність була у гібрида P8521 у разі густоти стояння 75 тис./га (75,1 ц/га). При зменшенні густоти стояння на 5 тис. урожайність зменшилась на 3,3 %, а за густоти стояння 65 тис./га була на рівні 70,4 ц/га, що менше, ніж при 60 тис./га на 6,3 %. Урожайність за густоти стояння 80 тис./га була 72,2 ц/га, що менше на 3,9 % і за густоти стояння 85 тис./га – 69,7 ц/га, що менше на 7,2 % (рис.).

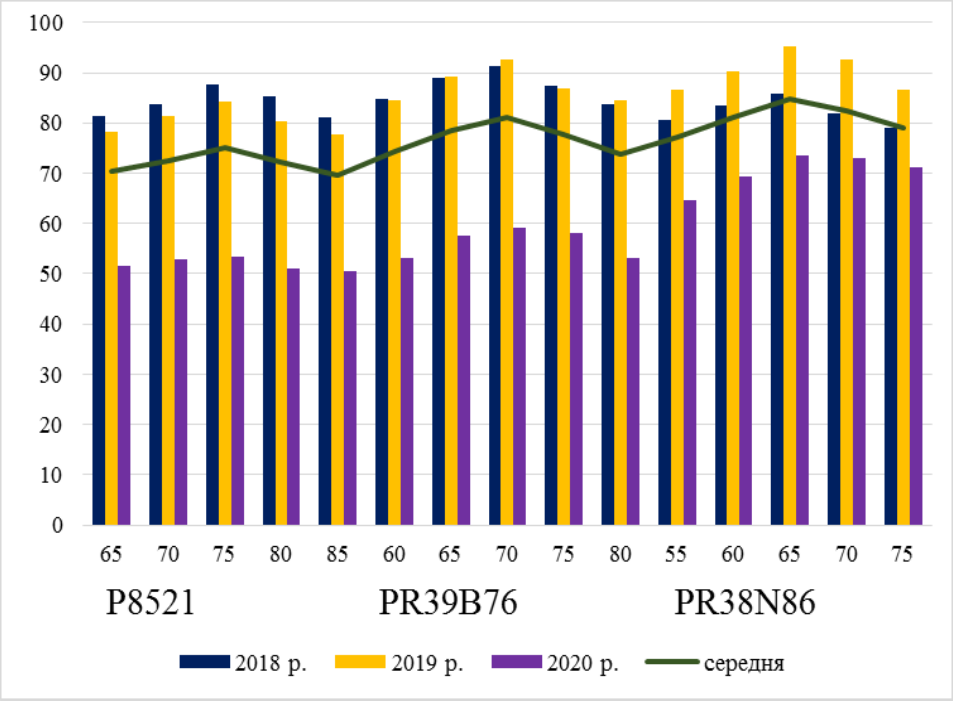


Рис. Урожайність зерна різних за стиглістю гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, ц/га

Примітки: по вертикалі – густота стояння рослин, тис./га; по горизонталі – урожайність гібридів кукурудзи по рокам та середня, ц/га.

Стосовно гібрида PR39B76 максимальна урожайність становила 81,0 ц/га за густоти стояння рослин 70 тис./га, при зменшенні густоти до 60–55 тис./га урожайність зменшилась на 3,1–8,4 %, збільшення щільності стеблостою до 75–80 тис./га призводило до зниження врожайності на 4,2–8,9%.

Дослідження підтверджують, що максимальну урожайність зерна в середньому за роки проведення досліджень сформував середньостиглий гібрид PR38N86. Найменший рівень продуктивності в середньому за роки досліджень серед гібридів показав ранньостиглий P8521. Так, залежно від густоти стояння рослин урожайність зменшувалася передовсім при загущенні рослин гібрида P8521 до 85 тис./га, PR39B76 – до 80 тис./га. PR38N86 високий рівень урожайності забезпечив при густоті 65 тис./га – 84,8 ц/га.

Доцільно додати, що НІР 0,95 для густоти стояння рослин та гібридів за роками становив, відповідно: 2018 р. – 1,3 і 1,0; 2019 р. – 1,1 і 0,8; 2020 р. – 2,4 і 1,8.

Значний вплив на формування урожайності гібридів здійснювали агроекологічні умови року. У посушливих умовах 2020 р., внаслідок занадто високих значень температури повітря і недостатньої кількості опадів у літній період рівень урожайності був мінімальним порівняно з 2018–2020 рр. В умовах 2020 р. урожайність зерна у ранньостиглого гібрида P8521 залежала від густоти стояння на рівні 51,5–50,4 ц/га, у середньораннього PR39B76 – 53,1 ц/га і середньостиглого PR38N86 – 64,7–71,2 ц/га.

У прохолодному та вологому 2018 р. висока зернова продуктивність була у ранньостиглого гібрида P8521 – 81,4–81,0 ц/га і середньораннього PR39B76 – 84,9–83,8 ц/га і дещо меншою у середньостиглого PR38N86 – 80,6–78,9 ц/га. У всі роки взаємодія факторів біотипу гібридів і густоти стояння рослин суттєво впливала на формування урожаю, що свідчить про необхідність визначення оптимальних параметрів густоти при вирощуванні кожного гібрида в конкретних кліматичних умовах.

Висновки

Отже, на основі результатів, отриманих під час проведення виробничих досліджень гібридів кукурудзи, ми можемо зробити такі попередні висновки:

1. За даними урожайності одним із оптимальних технологічних заходів вирощування ранньостиглого гібрида P8521 є густота стояння рослин 75 тис./га, середньораннього PR39B76 – 70 тис./га та середньостиглого PR38N86 – 65 тис./га.

2. Порівнюючи між собою варіанти за даними економічної ефективності, можна стверджувати, що одним із оптимальних технологічних заходів вирощування ранньостиглого гібрида P8521 є густота стояння рослин 75 тис./га, середньораннього PR39B76 – 70 тис./га та середньостиглого PR38N86 – 65 тис./га.

В перспективі плануємо дослідити норми висіву кукурудзи та підвищення стійкості досліджуваних гібридів до хвороб та шкідників.

References

1. Andriienko, A. M. (2003). Fotosyntetychna diialnist ta produktyvnist novykh hibrydiv kukurudzy zalezhno vid hustoty stoiannia roslyn. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 20, 36–38 [In Ukrainian].

2. Arkhypenko, O. M., Artiushchenko, A. O., & Kukharchuk, O. I. (2005). Ahrotekhnichni zakhody pidvyshchennia produktyvnosti ta pozhyvnosti kukurudzy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 15–18 [In Ukrainian].

3. Bagrinceva, V. N. (2001). Urozhajnost kukuruzy pri raznoj gustote stoyaniya. *Kukuruza i Sorgo*, 6, 2–3 [In Russian].

4. Bagrintseva, V. N., Borsch, T. I., & Sharapova, I. A. (2001). Urozhaynost gibridov kukuruzyi pri raznoy gustote stoyaniya rasteniy. *Kukuruza i Sorgo*, 5, 2–4 [In Russian].

5. Barabolia, O. V., & Hryshko, M. (2015). Vplyv strokiv sivby kukurudzy na urozhainist ta yakist zerna. *Innovatsiini aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia, zberihannia i pererobky produktsii roslynnytstva : materialy III naukovo-praktychnoi konferentsii* (21–22 kvitnia 2015 roku). Poltava: PDAA [In Ukrainian].

6. Barabolia, O. V., Kalinichenko, V. I., & Petrachenkov, V. V. (2018). Tekhnolohiia vyroshchuvannia kukurudzy na zerno. *Materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (29 kvitnia 2018 roku). Poltava, PDAA [In Ukrainian].

7. Barabolia, O. V., Liashenko, V. V., & Podoliak, V. A. (2020). Stroky sivby yak osnovnyi chynnyk formuvannia ahroekolohichnykh umov vyroshchuvannia kukurudzy : kolektyvna monohrafiia. *Ekolohichni innovatsii u pidvyshchenni ekonomichnoi ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy*. Poltava, PDAU [In Ukrainian].

8. Dospehov, B. A. (1989). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezultatov issledovanij ; 5-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].

9. Dychenko, O. Yu., & Chaika, T. O. (2017). Osnovni tekhnolohichni aspekty vyroshchuvannia kukurudzy. O. I. Ulianych (vidp. red.). *Ovochivnytstvo Ukrainy: istoriia, tradytsii, perspektyvy : materialy Mizhnarod. nauk.-prakt. konf., prysviachenoi 95-richnytsi stvorennia kafedry ovochivnytstva*. Uman: Vizavi [In Ukrainian].

10. Hryhorieva, O. M., & Hryhorieva, T. M. (2006). Urozhainist zerna hibrydiv kukurudzy zalezhno vid hustoty roslyn i tekhnolohichnykh modelei v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Zbirnyk naukovoho prats Umanskoho DAU*, 63, 31–35 [In Ukrainian].

11. Mynkin, M. V., Berdnikova, O. H., & Mynkina, H. O. (2019). Formuvannia produktyvnosti kukurudzy na zerno zalezhno vid zhyvlennia ta hustoty stoiannia v umovakh Pivdnia Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 106, 103–109 [In Ukrainian].

12. Nechaev, V. F. (2001). Osobennosti vozdelyvaniya kukuruzy. *Kukuruza i Sorgo*, 3, 2–5 [In Russian].

13. Orlyanskij, N. A., & Orlyanskaya, N. A. (2005). Povedenie kukuruzy v usloviyah isskustvennogo stressa, vyzvannogo zagusheniem posevov. *Kukuruza i Sorgo*, 4, 5–8 [In Russian].

14. Orlyanskij, N. A., Orlyanskaya, N. A., & Zubko, D. G. (2005). Selekciya kukuruzy na adaptivnost i zagushenie posevov. *Kukuruza i Sorgo*, 5, 2–4 [In Russian].

15. Pospielova, H. D., Chaika, T. O., & Okhrimenko V. V. (2020). Vplyv fitopatohennoho stanu posiviv kukurudzy na yii produktyvnist. T. O. Chaiky, I. O. Yasnolob, O. O. Horba (Reds.). *Ekolohichni innovatsii u pidvyshchenni ekonomichnoi ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy : kolektyvna monohrafiia*. (s. 217–227). Poltava: Astraia [In Ukrainian].

16. Pospielova, H. D., Chaika, T. O., & Okhrimenko, V. V. (2020). Mistse fitosanitarnoho monitorynhu v intehrovanykh systemakh zakhystu roslyn kukurudzy vid khvorob. *Perspektyvy eko-innovatsiinoho rozvytku*

silskohospodarskoho vyrobnytstva : materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Poltava: RVV PDAU [In Ukrainian].

17. Pysarenko, P. V., Lavrynenko, Yu. O., & Kokovikhin, S. V. (2002). Hustota stoiannia roslyn hibrydiv kukurudzy v umovakh pivdennoho Stepu. *Khranenye y Pererabotka Zerna*, 7, 28–30 [In Ukrainian].

18. Slyudeev, Yu. A. (2003). Produktivnost gibridov kukuruzy pri razlichnoj gustote stoyaniya rastenij i dozah udobrenij na vyshelochnyh chernozemah Ryazanskoj oblasti. *Kukuruza i Sorgo*, 4, 6–8 [In Russian].

19. Tanchyk, S. P., Mokriienko, V. A., Anidzelskyi, V., & Zhuravlova, N. V. (2004). Formuvannia produktyvnosti kukurudzy zalezhno vid hustoty posivu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Zemlerobstva UAAN*, 1, 80–83 [In Ukrainian].

20. Taranenko, S. V., Chaika, T. O., & Tiupka, Ya. V. (2019). Ahroekonomichna efektyvnist riznykh sposobiv osnovnoho obrobitku gruntu na posivakh kukurudzy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 66–72. doi: 10.31210/visnyk2019.04.08 [In Ukrainian].

21. Tsykov, V. P. (2000). Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy v umovakh nedostatnoho i nestiikoho zvolozhennia stepovoi zony Ukrainy. *Propozytsiia*, 4, 39–41 [In Ukrainian].

22. Vasilenko, V. V. (2006). Tochnost razmesheniya rastenij i urozhaj. *Kukuruza i Sorgo*, 5, 9–10 [In Russian].

23. Yakunin, O. P., & Zavertaliuk, V. F. (2002). Pidvyshchennia vrozhainosti kukurudzy v umovakh pivnichnoho Stepu. *Khranenye y Pererabotka Zerna*, 6, 26–28 [In Ukrainian].

24. Zaporozhets, Zh. M., & Savchenko, S. P. (2004). Vplyv hustoty roslyn na vrozhainist imbrednykh linii ta hibrydiv kukurudzy. *Umanskomu DAU – 160 rokiv : materialy Vseukrainskoi konferentsii molodykh vchenykh*. Uman, 2004 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 17.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Жемела Г. П., Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Ляшенко Є. С., Подоляк В. А. Формування продуктивності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 97–105.

© Жемела Григорій Пимонович, Бараболя Ольга Валеріївна, Ляшенко Віктор Васильович, Ляшенко Євген Сергійович, Подоляк Віталій Анатолійович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.16:631.811.98:631.526.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.12**

INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATORS ON ONTOGENESIS OF SPRING BARLEY VARIETIES

M. V. Gorobets* ORCID 0000-0003-1287-7857
P. V. Pysarenko ORCID 0000-0002-4915-265X
T. O. Chaika ORCID 0000-0002-5980-7517
O. V. Mishchenko ORCID 0000-0002-9547-0421
V. Yu. Krykunova ORCID 0000-0002-8440-2490

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: gorobecmaks995@gmail.com

How to Cite

Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., Mishchenko, O. V., & Krykunova, V. Yu. (2021). Influence of plant growth regulators on ontogenesis of spring barley varieties. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 106–115. doi: 10.31210/visnyk2021.01.11

The aim of the study was to determine the influence of plant growth regulators on the productivity of spring barley in the production conditions of Poltava region. The evaluation of the effectiveness of using plant growth regulators and the natural mineral bischofite was conducted on the basis of experimental data. The experimental work was carried out in production conditions of "Gorobets S. G." farm in Poltava region. Zircon and Epin-Extra growth regulators and 1 % solution of the natural mineral bischofite were used for crop treatment. Indicators of photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis were determined by the calculation method according to generally accepted techniques. As a result of five-year studies, the influence dynamics of plant growth regulators and bischofite natural mineral on net photosynthesis productivity, photosynthetic potential and leaf area duration were determined. It was found that for 3 years of experimental observations at treating with the above-mentioned growth regulators, stem elongation occurred 1–3 days earlier than in the control variant (without applying regulators). In 2017–2019, on the experimental plot, plantlets of Helios variety were observed most rapidly after the treatment with Zircon stimulator, while in the control plantlets were observed 3 days later. Spring barley tillering of Helios variety and stem elongation was the fastest under the action of 1 % bischofite solution, and under the action of other stimulants (Epin-extra, Zircon) plantlets and full ripeness were recorded 3 days later. The application of Zircon stimulant and 1 % bischofite solution (for Helios and Parnassus varieties) accelerated the beginning of coming into ear phase by 2–4 days, while at using Epin-extra – only by 1–2 days. On the average, during the studies, the duration of development phases of spring barley plants, treated with stimulants, decreased by 1–4 days as compared with the control variant. When using growth regulators, the leaf area duration of spring barley crops increased in comparison with the control, which enables the most complete using of regional soil and climatic resources and get the maximum effect from the techniques of agro-technical effect. The proposed technological models allow reduce the duration of the growing season of spring barley crops without using desiccation. When treating crops with growth stimulants Epin-Extra, Zircon and 1 % bischofite solution in the tillering phase, the growing season is reduced by 2–4 days at cultivating spring barley on sod-podzolic soils; Epin-Extra stimulant and 1 % bischofite solution increase the assimilation leave surface of spring barley plants by 8.5 and 11.1 %, respectively, the potential of photosynthetic process – by 5.7 % and net photosynthesis productivity – by 3 and 10 %.

Key words: *spring barley, plant growth regulators, leaf area duration, photosynthetic activity, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.*

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ОНТОГЕНЕЗ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

М. В. Горобець, П. В. Писаренко, Т. О. Чайка, О. В. Міщенко, В. Ю. Крикунова
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Мета статті – визначити вплив регуляторів росту рослин на продуктивність ячменю ярого у виробничих умовах Полтавської області. Оцінювання ефективності використання регуляторів росту рослин та природного мінералу бішофіт виконано на базі експериментальних даних. Експериментальну роботу проведено у виробничих умовах на базі ФГ «Горобець С. Г.» Полтавської області. Для обробки посівів використовували регулятори росту Циркон та Епін-екстра, а також, 1 % розчин природного мінералу бішофіт. Показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу визначено розрахунковим методом за загальноприйнятими методиками. За даними п'ятирічних досліджень визначено динаміку впливу регуляторів росту рослин та природного мінералу бішофіт на чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал та площу листкової поверхні. Установлено, що за 3 роки проведення експериментальних спостережень при обробці нашими регуляторами росту вихід у трубку стався на 1–3 дні раніше, ніж у контрольному варіанті (без використання регуляторів). На дослідній ділянці 2017–2019 рр. найскоріше сходи спостерігались у сорту Геліос при обробці стимулятором Циркон, тоді як у контролі сходи зафіксовані на 3 дні пізніше. Кущіння ячменю ярого сорту Геліос та вихід у трубку відбувалось найшвидше при дії 1 % розчину бішофіту, а при дії інших стимуляторів (Епін-екстра, Циркон) сходи та повна стиглість фіксувалися на 3 дні пізніше. Застосування стимуляторів Циркон і 1 % розчин бішофіту (для сортів Геліос та Парнас) прискорило настання фази колосіння на 2–4 дні, Епін-екстра – тільки на 1–2 дні. У середньому за час проведення досліджень тривалість фаз розвитку рослин ячменю ярого, оброблених стимуляторами, зменшилася на 1–4 дні порівняно з контрольним варіантом. При використанні регуляторів росту збільшилася площа листкової поверхні у посівів ячменю ярого порівняно з контролем, що дає змогу найбільш повно використовувати ґрунтово-кліматичні ресурси регіону й отримати максимальний ефект від прийомів агротехнічного впливу. Запропоновані моделі технологій дають змогу без застосування десикації зменшити тривалість вегетаційного періоду в посівах ячменю ярого. При обробці посівів у фазі кущіння стимуляторами росту Епін-Екстра, Циркон і 1 % розчином бішофіту скорочується період вегетації на 2–4 дні при вирощуванні ячменю ярого на дерново-підзолистих ґрунтах; стимулятор Епін-Екстра і 1 % розчин бішофіту збільшують асиміляційну поверхню листя в рослин ячменю ярого на 8,5 і 11,1 % відповідно, потенціал фотосинтетичного процесу – на 5,7 % і чисту продуктивність фотосинтезу на 3 і 10 %.

Ключові слова: *ячмінь ярий, регулятори росту рослин, площа листкової поверхні, фотосинтетична активність, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.*

Вступ

У сучасних технологіях обробітку ярого ячменю для збільшення врожайності велике значення надається різним прийомам обробки як насіння, так і рослин екологічно безпечними препаратами нового покоління. Одним із найбільш перспективних напрямів сучасних технології виробництва продукції рослинництва є використання стимуляторів росту рослин [1, 2, 3, 4]. Стимулятори росту активізують імунну систему рослини (ячменю ярого), дають змогу «згладжувати» обмежуючі фактори отримання потенційної врожайності, підвищують стійкість до посухи або надлишку вологи при підвищеній або зниженій температурі навколишнього середовища, а також прискорюють або уповільнюють дозрівання рослин, збільшують кількість зав'язей, сприяють перерозподілу поживних речовин у господарсько-важливі органи рослин. Досягнення таких умов неможливо забезпечити традиційними елементами технології [5, 6].

У сільському господарстві, конкретно в рослинництві, застосування стимуляторів росту рослин виправдано їх високою ефективністю і результативністю [7, 8]. Стимулятори скорочують вегетаційний період, а також допомагають коригувати стан посівів через несприятливі умови середовища, обробка посівів стимуляторами росту позитивно позначається на темпах середньодобового приросту і

висоті рослин ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас) [9]. Як вже було сказано вище, оброблені рослини краще переносять негоду, перепади температур, пошкодження, хвороби, негативний вплив шкідників на органи рослини. Застосування стимуляторів дає можливість в окремих випадках знизити кількість внесених мінеральних добрив, пестицидів, що впливає на якість продукції [10–12].

На вилугованих чорноземах встановлено позитивну дію стимуляторів росту «Моддус КЕ», «Емістім С» на найважливіші показники життєдіяльності рослин озимої пшениці і якісні параметри зерна сортів Горянка і Майкопчанка. Урожайність зросла на 1,06 т/га, 1,25 т/га і 1,46 т/га відповідно. При використанні стимуляторів росту і мінеральних добрив в умовах лісостепу спричиняє позитивні зміни в динаміці вмісту основних елементів живлення в органах рослин озимої пшениці [13]. Це пояснюється активізацією за допомогою стимуляторів росту метаболічних і фізіологічних процесів у рослинах. Максимальна надбавка вмісту сульфуру в репродуктивних органах відзначається у варіантах із застосуванням стимуляторів росту «Террафлекс» і «Цецеце» на всіх фонах досвіду, що становить від 0,04 до 0,09 % [14]. Результати експериментів показали, що обробка посівів озимого жита стимуляторами росту «Епін» і «Циркон» істотно збільшує врожайність зерна. При цьому більш висока врожайність озимого жита отримана на варіанті із застосуванням «Епін» – 2,93 т/га [15, 16].

Нині виробники випускають велику кількість різних стимуляторів росту, які широко використовуються в сільському господарстві, але їхній вплив на врожайність нових сортів ярого ячменю вимагає ретельного дослідження, тому недостатня вивченість впливу стимуляторів на формування врожайності ячменю ярого обумовлює актуальність досліджень у цьому напрямі. Результати досліджень є важливим елементом адаптації технології обробітку ярого ячменю до кліматичних особливостей України і, як наслідок, – умовою отримання стабільних і високих врожаїв зернових.

Проведений аналіз наукової літератури показав, що стимулятори росту є ефективними препаратами, що підвищують якість зерна і врожайність зернових культур [17, 18]. Створення нових стимуляторів росту вимагає порівняльного їх вивчення для раціонального застосування їх у загальнодоступній формі, оскільки цей напрям є економічно вигідним і екологічним агроприйомом [20–22].

Метою роботи було встановлення закономірностей впливу регуляторів росту рослин на фотосинтетичний потеціал посівів ячменю ярого та чисту продуктивність фотосинтезу протягом вегетаційного періоду.

Завдання дослідження: дослідити вплив стимуляторів на площу листової поверхні у фазі колосіння ячменю ярого; визначити індекс площі листової поверхні досліджуваних сортів ячменю залежно від попередників та термінів сівби; проаналізувати фотосинтетичний потенціал посівів досліджуваних сортів ячменю ярого за вегетацію в залежності від стимулятора; розрахувати чисту продуктивність фотосинтезу посівів ячменю ярого в середньому за вегетацію.

Матеріали і методи досліджень

Об’єктами дослідження були посіви та насіння ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас). Насіння обробляли стимуляторами за такою схемою: 1 – Контроль (вода); 2 – Епін-екстра; 3 – Циркон; 4 – 1 % розчин бішофіту. Повторність обробітку – чотириразова, розміщення – рандомізоване. Загальна площа ділянки – 18 м². Витрата робочої рідини – 300 л/га. Норма витрати використаних стимуляторів склала: Епін-екстра – 50 мл/га, циркону – 20 мл/га, 1 % розчин бішофіту – 2 л/га.

Епін-екстра – це штучно створений аналог природного біостимулятора рослин (розчин епібрасіноліду у спирті 0,025 г/л). Має яскраво-виражену антистресову і адаптогенну дію. Діючи опосередковано через гормональну систему, він впливає на активність і біосинтез ферментів окисного циклу, надає різнобічний вплив на рослину, підсилює її ріст і підвищує стійкість до біотичних і абіотичних факторів, збільшує урожай і покращує його якість. Натуральна речовина епібрасінолід не є токсичною.

Циркон – природний стимулятор росту, що складається з суміші естерів кавової кислоти (хлорогенової і цикорієвої), отриманий шляхом екстракції з рослин, що є джерелами багатьох лікарських препаратів. Діючою речовиною препарату є суміш гідроксикоричних кислот (ГКК), що отримані з рослинної сировини ехінацеї пурпурової. Біологічна активність циркону обумовлена антиоксидантними властивостями, що є характерними для фенольних сполук. Циркон є фізіологічно активною сполукою, що виконує функції росторегулятору, антистресового адаптогену і індуктора хворобостійкості. Препарат пролонгує і активує ауксини клітини шляхом інгібування ферменту ауксиноксидази, запобігає зниженню врожайності сільськогосподарських культур, особливо в умовах посухи [19].

Під час експерименту проводили фенологічні спостереження, польові та лабораторні аналізи за

відповідними методиками згідно з ДСТУ. У період кущіння, виходу у трубку, колосіння, повної стиглості брали середні проби рослин для вивчення приросту сирої маси, визначення вмісту сухої речовини, визначення площі листової поверхні ваговим методом за А. А. Ничипоровичем. Зразки брали з ділянки трьома повторами з площі 0,25 м². Показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів ячменю ярого визначали розрахунковим методом.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений малогумусним дерново-слабопідзолистим середньосуглинистим ґрунтом на покривному суглинку. Ґрунт мав дуже високий вміст рухомих форм фосфору і калію, нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, слід віднести пізні весняні заморозки, сильні дощі, снігопади і вітри, що призводять до сніголамів та вітровалів. Сума середніх добових температур від весняного до осіннього переходу через 10 °С дорівнює 2470 °С, а кількість днів з температурою вище + 0 °С – 250, вище +5 °С – 190, вище + 10 °С – 100. Для забезпечення рослин вологою велике значення мають річні суми опадів, а також розподіл їх за сезонами. Пересічно за рік випадає 568 мм. Більшість опадів (434 мм – 64 %) випадає в теплий період року (квітень–жовтень). Максимальна кількість опадів випадає в червні-липні (74–84 мм), коли зрідка спостерігаються затяжні дощі. Рідше бувають зливові дощі, коли за короткий проміжок часу може випасти понад 100 мм опадів. Найменша кількість опадів спостерігається в березні (29 мм). Найбільші місячні суми опадів в окремі роки сягали 200–250 мм, а добові максимуми – до 120–170 мм.

Загалом метеорологічні умови в роки проведення досліду в основному були типовими для зони, але відрізнялися за сумою опадів і середньодобовою температурою повітря протягом вегетаційного періоду ячменю ярого від середньолітніх показників. Узагалі агрометеорологічні умови вегетаційних періодів у роки проведення досліджень були сприятливими для обробітку ярого ячменю [23, 24].

Попередня культура на досліджуваному полі – озима пшениця. Посів був проведений на глибину 3–4 см насінням, яке відповідало першому класу посівного стандарту. Норма висіву насіння ярого ячменю (сортів Геліос, Вакула, Парнас) – 4,5 млн схожих насіння на 1 га.

Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолисто середньосуглинистий, вміст гідролізованого Нітрогену склав 81, рухомого фосфору 205 і обмінного калію 117 мг/кг, $pH_{проб}$ – 6,0. Визначення основних елементів проводилось згідно з чинними стандартами. ДСТУ ISO 14255:2005 – Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах із застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування. ДСТУ 4114-2002 – Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. ДСТУ ISO 14254:2005 – Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності у хлоридно-барійових екстрактах.

Тривалість експериментальних польових досліджень становить 3 роки (2017–2019 рр.) на контрольних полях ФГ «Горобець» с. Шилівка Решетилівського району Полтавської області. Такий вибір бази дослідження пояснюється сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами та екологічною безпекою, адже пестицидне навантаження при вирощуванні ячменю ярого набагато нижче, ніж цього вимагають низка інших широко поширених культур. Посівна експериментальна площа становила 100 га. Облікова площа становила 100 га.

Результати досліджень та їх обговорення

Посів ячменю ярого провели 6 травня 2017 р., 4 травня 2018 р. і 15 травня 2019 р. Завдяки достатній волозі у ґрунті й оптимальним кліматичним умовам сходи з'явилися 14, 15 та 17 травня відповідно до років досліджень. Кущіння цієї культури у всіх варіантах настало через 11 днів як 2017 р., так і 2018 р., а 2019 р. – через 16 днів. Обробка стимуляторами у фазі кущіння дала змогу прискорити наступні фази розвитку 2017 р. на 1–5 дня і на 1–3 дні 2018 і 2019 рр. відносно контролю, і тим самим скоротити тривалість вегетаційного періоду ярого ячменю. Варто зауважити, що 2018 р. обробка стимулятором Епін-екстра збільшила на 1–3 дні міжфазний період вихід у трубку-колосіння для ярого ячменю. В середньому за 3 роки проведення експериментальних спостережень при обробці нашими стимуляторами вихід у трубку стався на 1–3 дні раніше, ніж у контрольному варіанті.

На дослідній ділянці 2017 р. найскоріше сходи спостерігались у сорту Геліос (14.05.17) при обробці стимулятором Циркон, тоді як у контролю сходи були зафіксовані 16.05.17. Кущіння ячменю Геліос відбувалось 16.05.17, а вихід у трубку найшвидше відбувається при дії 1 % розчином бішофіту (1.06.17). Фаза розвитку – колосіння було найшвидше у ячменю при дії стимулятору 1 % розчин бішофіту (1.07.17). Повна стиглість настала при обробці Цирконом та 1 % розчином бішофіту (1.07.17).

Для сорту Парнас сходи 2017 р. були зафіксовані 13.05.17 при дії стимулятора 1 % розчином бішофіту, тоді як у контрольних рослин сходи були 17.05.17. Повна стиглість сорту Парнас наступала 13.08.17 при дії 1 % розчина бішофіта.

2018 р. сходи ячменю сорту Геліос були 12.05.18, а в контрольного насіння – 15.05.18. Вихід у трубку (1.06.18) та повна стиглість наставала 1.07.18 при дії 1 % розчину бішофіту, при дії інших стимуляторів (Епін-екстра, Циркон) сходи та повна стиглість фіксувалися на 3 дня пізніше (15.05.18 та 3.07.18 відповідно). Для сорту Парнас сходи були пізнішими порівняно із сортом Геліос на 2 дні (14.05.18). Повна стиглість для цього сорту взагалі була із запізненням на 2 тижні (15.07.18). Для сорту Вакула сходи у 2018 р. були зафіксовані 11.05.18 при дії стимулятора Циркон, кущіння було 11.05.18, що на 2 дні швидше інших сортів та контролю. Повна стиглість ячменю сорту Вакула наступала 1.07.18 р. Стимулятори Циркон та Епін-екстра не приводили до відчутного прискорення сходів, кущіння та повної стиглості 2018 р.

Характеризуючи результати сходів та повної стиглості досліджуваних сортів ярого ячменю 2019 р. потрібно зазначити, що для сорту Геліос обробка Циркону приводила до появи сходів 11.05.19 р., що на 3 дні швидше контролю. А повна стиглість наступала 3.07.19 р., що швидше контролю на 2 дні. Найкращим стимулятором був Циркон. Для сорту Парнас сходи були 12.05.19 р., а повна стиглість була 12.07.19 р. також при дії стимулятора Циркона. Сорт Вакула 2019 р. мав сходи 14.05.19 р., а повна стиглість наступала 6.07.19 р. Такі показники не свідчили про значну перевагу використаних стимуляторів для вирощування цього сорту ячменю.

Отже, застосування стимуляторів Циркону і 1 % розчину бішофіту (для сортів Геліос та Парнас) прискорило настання фази колосіння на 2–4 дні, Епін-екстра – тільки на 1–2 дні. Дія стимуляторів на швидкість зростання рослин ярого ячменю спостерігалася і у фазу стиглості зерна ячменю, в результаті якого зерно ячменю, що було оброблене стимуляторами дозрівало на 2–4 дні раніше, ніж у контролі, це пов’язано з тим, що стимулятори прискорювали процеси метаболізму в рослинах, тим самим сприяючи дозріванню [21]. Отже, 1 % розчин бішофіту і Циркон найбільш активно прискорювали наближення наступних фаз розвитку рослин на контрольному полі. У контрольному варіанті фенологічні фази наступали пізніше, тому в середньому за 3 року проведення експерименту тривалість вегетаційного періоду на цьому варіанті склала 92 дні.

При обробці різними стимуляторами тривалість фаз: вихід у трубку – колосіння, колосіння – повна стиглість значно відрізняються, що пов’язано з різними погодними умовами під час проведення експерименту (2017–2019 рр.). Завдяки застосуванню стимуляторів тривалість вегетаційного періоду рослин ячменю ярого скоротилася 2017 р. на 2–5 днів порівняно з контролем. Найбільш коротким він був при використанні стимуляторів Циркону і 1 % розчину бішофіту, при цьому вегетаційний період в обох варіантах склав 86 днів. Необхідно відзначити, що вплив стимуляторів Циркон і 1 % розчин бішофіту особливо проявився в періоди: кущіння – вихід в трубку і колосіння–повна стиглість, адже кожен з цих періодів скоротився на 2 дні щодо контролю (для сортів Геліос та Парнас). Застосування Епін-Екстра проявилося у скороченні зазначених періодів тільки на 1–2 дні.

2018 р. при застосуванні стимуляторів Циркон і 1 % розчин бішофіту тривалість кожної наступної фази розвитку рослин ячменю ярого була найкоротшою, і ці стадії скоротилися на 1–3 дні щодо контролю відповідно фаз розвитку, а вегетаційний період був на 6 днів коротше контролю. Використання на посівах стимулятору Епін-екстра також дав змогу прискорити розвиток ячменю ярого, а вегетаційний період скоротився тільки на 3 дні і склав 87 днів.

2019 році тривалість фаз розвитку рослин ярого ячменю дещо відрізнялася від попередніх років досліджень (2017–2018 рр.). У варіантах з використанням стимуляторів період кущіння–вихід у трубку скоротився на 1 день. Наступний період: вихід у трубку–колосіння різко відрізнявся від попередніх років, адже під дією Циркону період скорочувався тільки на 1 день, а при дії 1 % розчину бішофіту скорочення дозрівання ячменю ярого сорту Вакула не виявлено. При цьому стимулятор Епін-екстра збільшив цей період на 3 дні, але скоротив на 3 дні період колосіння–повна стиглість. Загалом в умовах експерименту збереглася закономірність скорочення вегетаційного періоду під впливом стимуляторів. Найбільш виражено вона спостерігалася при обробці посівів ярого ячменю (сортів Геліос та Парнас) такими стимуляторами, як Циркон і 1 % розчин бішофіту.

У середньому за час проведення досліджень тривалість фаз розвитку рослин ярого ячменю, оброблених стимуляторами, зменшилася на 1–4 дні порівняно з контрольним варіантом.

Використання стимулятора Епін-екстра призвело до збільшення на 1–3 дні період вихід у трубку-

колосіння (табл. 1). Вегетаційний період при цьому скоротився на 2–4 дні. Так, при застосуванні Епін-екстра дозрівання настало на 90-й день після появи сходів, при застосуванні циркону і 1 % розчину бішофіту – на 88-й, а в контрольному варіанті – на 92-й день.

Оптимально орієнтована у просторі фотосинтезуюча система посівів ячменю ярого, головно листова поверхня, дає змогу найбільш повно використовувати ґрунтово-кліматичні ресурси регіону і отримати максимальний ефект від прийомів агротехнічного впливу (табл. 1).

1. Площа листової поверхні у фазі колосіння досліджуваних сортів ячменю за 2017–2019 рр., тис. м²/га

Варіант стимулятора	Середня за 3 роки Геліос	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Вакула	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Парнас	Відхилення від контролю (+/-)	
		тис. м²/га	%		тис. м²/га	%		тис. м²/га	%
Контроль	35,1	–	–	36.5	–	%	36.2	–	–
Епін-екстра	36,8	3,3	6,7	36,7	4,2	8,8	37,1	4,7	8,2
Циркон	35,4	1,2	5,3	36,9	1,8	1,2	37,5	2,1	1,4
1 % розчин бішофіту	39,4	2,8	6,5	39,1	2,3	11,8	38,3	1,8	11,4
$НСР_{05}$	0,8	–	–	0,9	–	–	0,8	–	–

Площа і тривалість роботи асиміляційної поверхні листків сільськогосподарських культур мають визначальне значення у формуванні їхньої врожайності (табл. 2).

2. Індекс площі листової поверхні досліджуваних сортів ячменю за 2017–2019 рр., залежно від попередників та термінів сівби, м²/м²

Попередник ячменю	Термін сівби	Досліджуваний сорт ячменю ярого								
		Геліос			Вакула			Парнас		
		2017 р.	2018 р.	2019 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Чорний пар	1-й термін	0,76	0,78	0,77	0,77	0,83	0,78	0,74	0,82	0,74
	2-й термін	0,96	0,86	1,06	0,99	0,94	1,04	0,93	0,91	1,02
Багаторічні бобові трави	1-й термін	0,67	0,78	0,68	0,60	0,77	0,73	0,63	0,74	0,76
	2-й термін	0,83	0,85	0,75	0,69	0,81	0,74	0,64	0,78	0,77

Для порівняння: застосування на чорноземі вилуженому повного складу мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшує площу листової поверхні і фотосинтетичний потенціал посівів ярого ячменю на 15,4 і 15,3 %, а на дерново-підзолистому ґрунті внесення $N_{60}P_{30}K_{60}$ збільшує ці показники фотосинтетичної діяльності на 60 і 65 %. Максимальна площа асиміляційної поверхні листків посівів ярого ячменю (сортів Геліос, Парнас, Вакула) спостерігається у фазу колосіння, тому спостереження за асиміляційною поверхнею листків представлені саме у цю фазу.

Площа асиміляційної поверхні листя посівів ярого ячменю залежить від застосування обприскуванням рослин стимуляторами в фазу кущіння. Ці стимулятори не однаково впливали на формування асиміляційної поверхні листя. 2017 р. асиміляційна поверхня листя посівів ярого ячменю у фазу колосіння склала 34,6–38,6 тис. м²/га, мінімальною вона була у варіанті із застосуванням циркону, склала 34,1 тис. м²/га і перебувала на одному рівні з контролем. Максимальною спостерігалася у варіанті із застосуванням 1 % розчину бішофіту, яка перевищувала контроль на 2 тис. м²/га завдяки застосуванню регулятора росту Епін-екстра асиміляційна поверхня листя збільшилася на 1,2 тис. м²/га 2018 року позитивна дія стимуляторів росту на формування асиміляціоної поверхні листя проявилося сильніше.

На варіантах із застосуванням стимуляторів росту – Епін-екстра, Циркон і 1 % розчину бішофіту листової поверхні збільшилася на 3,6; 1,2 і 4,0 тис. м²/га відповідно регуляторам росту. 2019 р. асиміляційна поверхня листя посівів ячменю ярого у фазу колосіння була найбільш високою за всі роки досліджень і склала 36,6–42,1 тис. м²/га. Мінімальною вона була у варіантах контроль і при використанні стимулятора Циркон. Обприскування посівів Епін-екстра і 1 % розчином бішофіту істотно збі-

льшувало асиміляційну поверхню листя досліджуваних сортів ячменю ярого. Застосування Епін-екстра дало змогу збільшити асиміляційну поверхню листя на 3,8 тис. м²/га, а застосування 1 % розчину бішофіту – на 5,4 тис. м²/га, при цьому ефект від його застосування є більш істотним, ніж від застосування стимулятора Епін-екстра. В середньому за 3 досліджувані роки значне збільшення площі асиміляційної поверхні листків посівів ячменю ярого по відношенню до контролю спостерігалося у варіантах із застосуванням Епін-екстра і 1 % розчину бішофіту і склало відповідно 2,9 і 3,8 тис. м²/га.

Отже, застосування Епін-екстра і 1 % розчину бішофіту сприяє збільшенню асиміляційної поверхні листків посівів ячменю ярого на 8,5 та 11,1 %, а найбільший ефект спостерігався при обробці рослин у фазу кущіння 1 % розчином бішофіту. Показник фотосинтетичного потенціалу (ФПП) посівів ячменю ярого був нестабільним і відчутно змінювався залежно від року дослідження, а також від типу використаного стимулятора (табл. 3), що можна пояснити особливостями погодних умов на досліджуваній площі та особливостями дії стимуляторів на процеси метаболізму в рослинах ячменю ярого. Максимальний ФПП був 2019 р. і склав 1,79 млн м² * добу/га.

3. Фотосинтетичний потенціал посівів досліджуваних сортів ячменю ярого за вегетацію за 2017–2019 рр., млн м² * добу/га

Варіант дії стимулятора	Середня за 3 роки Геліос	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Вакула	Відхилення від контролю (+/-)		Середня за 3 роки Парнас	Відхилення від контролю (+/-)	
		тис. м²/га	%		тис. м²/га	%		тис. м²/га	%
Контроль	1,62	–	–	1,86	–	–	1,56	–	–
Епін-екстра	1,65	0,09	5,7	1,95	0,14	5,9	1,59	0,09	5,3
Циркон	1,71	–0,07	–4,4	1,77	–0,10	–4,6	1,72	–0,08	–4,2
1% розчин бішофіту	1,70	0,09	5,7	1,74	0,13	5,9	1,69	0,11	5,2
$НСР_{05}$	0,08	–	–	0,08	–	–	0,13	–	–

У середньому з досвіду спостережень за вегетаційним періодом 2017 року ФПП посівів ячменю ярого склав 1,55 млн м² * добу/га, при цьому достовірного позитивного ефекту від застосування стимуляторів в період фази кущіння не спостерігалося. Ми з'ясували зниження показника фотосинтетичної діяльності при обробці посівів ячменю ярого стимулятором Циркон. У наступні роки досліджень (2018–2019 рр.) зміни величини ФПП посівів ячменю ярого під дією регулятора росту Циркон перебували на одному рівні з контролем. Застосування Епін-екстра та 1 % розчину бішофіту дало змогу збільшити показники ФПП посівів як 2018 р., так і 2019 р. Відповідно, збільшення було на 0,08–0,11 і 0,15–0,21 млн м² * добу/га.

Результати розрахунку ФПП посівів ячменю ярого в середньому за 3 роки досліджень показали, що він залежно від варіанту варіював від 1,51 до 1,67 млн м² * добу/га. Найбільш високі значення ФПП були у варіантах з обробкою посівів у фазу кущіння стимуляторами Епін-екстра і 1 % розчином бішофіту, при цьому значної різниці між варіантами не спостерігалося. Застосування стимулятору Циркон не зробило позитивного впливу на величину ФПП, це пояснюється поєднанням короткого вегетаційного періоду і невеликою площею листової поверхня досліджуваних сортів ячменю ярого.

У перший рік проведення досліджень (2017 р.) достовірне збільшення показника ЧПФ від застосування стимуляторів спостерігалося тільки під дією 1 % розчину бішофіту і склало 0,31 г/м² * добу. Рівень показників ЧПФ був однаковий як у контрольному варіанті, так і у варіанті із застосуванням регулятора росту Епін-екстра. При обробці посівів Цирконом показник ЧПФ був нижче контролю на 0,19 г/м² * добу.

2018–2019 рр. позитивний ефект спостерігався як від застосування 1 % розчину бішофіту, так і від препарату Епін-екстра. 2018 р. збільшення показника ЧПФ посівів ярого ячменю завдяки обприскуванню посівів 1 % розчином бішофіту було на 0,26 г/м² * добу більше, ніж завдяки обприскуванню посівів стимулятором Епін-екстра. ЧПФ за вегетацію ярого ячменю в середньому за 3 роки проведення досліджень варіювала залежно від варіантів від 2,47 до 2,84 г/м² * добу.

На величину показника ЧПФ посівів ячменю ярого позитивно впливали Епін-екстра та 1 % розчин бішофіту. Відповідно показник ЧПФ у середньому за вегетацію перевищував контроль на 0,08 і 0,26 г/м² * добу (табл. 4).

4. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів ячменю ярого в середньому за вегетацію, г/м² * добу

Варіант дії стимулятора	Рік			Середня за 3 роки	Відхилення від контролю (+/-)	
	2017	2018	2019		г/м² * добу	%
Контроль	2,27	2,59	2,74	2,62	–	
Епін-екстра	2,32	2,64	2,80	2,63	0,08	4,2
Циркон	2,29	2,66	2,82	2,57	-0,11	-4,3
1 % розчин бішофіту	2,33	2,75	2,86	2,83	0,26	6,5
$НСР_{05}$	0,07	0,08	0,09	0,07		

При обробці посівів стимулятором Циркон у середньому за вегетацію отримані найменші показники ЧПФ і склали – 2,47 г/м² * добу, що суттєво нижче контролю. Найбільш цінним є те, що обробку стимуляторами росту в багатьох випадках можна і потрібно поєднувати із застосуванням інших пестицидів або агрохімікатів. Але це можливо при збігу періодів ефективного використання тих чи тих препаратів і їх хімічної сумісності. У екстремальних погодних умовах (посуха, низька вологість ґрунту або надмірне зволоження в період сівби): зниження енергії проростання, лабораторної та польової схожості, маси надземної частини і коренів. Щоб попередити ці небажані наслідки потрібно використовувати бакові суміші, у які вводять біологічно активні речовини, насамперед, стимулятори росту.

Ми підтверджкємо думку, що стимулятори росту рослин є однією з найперспективніших груп біологічно активних сполук, які з кожним роком поповнюються новими препаратами. Позитивний вплив стимуляторів росту полягає передовсім у тому, що вони не переслідують цілей біологічного знищення шкідливих організмів, а роблять істотний вплив на ростові, фізіологічні і формотворчі процеси, що відбуваються в рослинах, дозволяючи людині управляти розвитком останніх у потрібному для себе напрямі. Окремо потрібно наголосити, що отримані дані свідчать про позитивний вплив стимуляторів на рослини ярого ячменю. За рахунок їх застосування відзначалося прискорення розвитку рослин на початкових етапах вегетації (перевищення по висоті рослин у фазу виходу у трубку до 20 %).

При обробітку ярого ячменю на дерново-підзолистому ґрунті обприскування посівів у фазу кущіння регуляторами росту Епін-екстра, Циркон і 1 % розчином бішофіту скорочувалась тривалість фаз розвитку рослин, отже, і вегетаційний період на 2–4 дні, що дає змогу раніше звичайного терміну почати збирання ячменю ярого на зерно. Застосування Епін-екстра і 1 % розчину бішофіту збільшує асиміляційну поверхню листя посівів ярого ячменю на 8,5 і 11,1 % відповідно; фотосинтетичний потенціал на 6,2 % і чисту продуктивність фотосинтезу в середньому за вегетацію на 3,3 і 10,4 % відповідно до препаратів. Використання стимулятора Циркон у фазі кущіння не робить значного позитивного впливу на фотосинтетичну діяльність посівів ярого ячменю у ґрунтово-кліматичних умовах. Отже, завдяки обробці рослин досліджуваними стимуляторами істотно збільшується стійкість рослин до інфекційних хвороб і відзначається тенденція до покращення фізичних показників якості зерна.

Висновки

Під час проведення досліджень встановлено, що при обробці посівів у фазі кущіння стимуляторами росту Епін-Екстра, Циркон і 1 % розчином бішофіту, скорочується період вегетації на 2–4 дні при вирощуванні ячменю ярого на дерново-підзолистих грунтах; стимулятор Епін-Екстра і 1 % розчин бішофіту збільшують асиміляційну поверхню листя в рослин ячменю ярого на 8,5 і 11,1 % відповідно, потенціал фотосинтетичного процесу – на 5,7 % і чисту продуктивність фотосинтезу на 3 і 10 %. Циркон як один із видів стимуляторів росту рослин не викликає в рослин ячменю ярого позитивного впливу на фотосинтетичну активність посівів. За більш активне і широке застосування фізіологічно активних речовин у сільськогосподарському виробництві виступають мізерні дози цих препаратів на 1 га (для досягнення результату на 1 га достатньо обробити посіви ячменю ярого кількома грамами або міліграмами цих речовин), а, отже, і менша їх вартість, вони порівняно безпечні для людини і навколишнього природного середовища, речовини дають нам можливість вирощувати рослини ячменю ярого найраціональнішим і екологічним способами, посилюючи їх природню здатність протистояти різним стресам.

References

1. Panakhyd, H., Konyk, H., & Stasiv, O. (2020). Economic evaluation of models of establishment and use technologies of legume-grass. *Agricultural and Resource Economics*, 6 (3), 221–234. doi: 0.51599/are.2020.06.03.12

2. Szczepanek, M. (2018). Technology of maize with growth stimulants application. *Engineering for Rural Development*, Jelgava, Latvia: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 483–490. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N074

3. Shubha, K., Mukherjee, A., Kumari, M., Tiwari, K., & Meena, V. S. (2017). Bio-stimulants: An Approach Towards the Sustainable Vegetable Production. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, 259–277. doi: 10.1007/978-981-10-5589-8_12

4. Yakhin, O. I., Lubyanov, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.02049

5. Alqudah, A., & Schnurbusch, T. (2015). Barley Leaf Area and Leaf Growth Rates Are Maximized during the Pre-Anthesis Phase. *Agronomy*, 5 (2), 107–129. doi: 10.3390/agronomy5020107

6. Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., & Górecki, H. (2018). Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules*, 23 (2), 470. doi: 10.3390/molecules23020470

7. Gianfagna, T. J. (1995). Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. *Plant Hormones*, 751–773. doi: 10.1007/978-94-011-0473-9_34

8. Kunah, O. M., Zelenko, Y. V., Fedushko, M. P., Babchenko, A. V., Sirovatko, V. O., & Zhukov, O. V. (2019). The temporal dynamics of readily available soil moisture for plants in the technosols of the Nikopol Manganese Ore Basin. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 156–162. doi: 10.15421/011921

9. Gorobets, M. V., & Mishchenko, O. V. (2020). Effects of bischophyte in ontogenesis of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 25–32. doi: 10.31210/visnyk2020.01.02

10. Asami, T., Nakagawa, Y. (2018). Preface to the Special Issue: Brief review of plant hormones and their utilization in agriculture. *Journal of Pesticide Science*, 43 (3), 154–158. doi: 10.1584/jpestics.M18-02

11. Dockter, C., & Hansson, M. (2015). Improving barley culm robustness for secured crop yield in a changing climate. *Journal of Experimental Botany*, 66 (12), 3499–3509. doi: 10.1093/jxb/eru521

12. Heřmanská, A., Středa, T., & Chloupek, O. (2015). Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 195–202. doi: 10.1007/s13593-014-0227-4

13. Nishida, H., Ishihara, D., Ishii, M., Kaneko, T., Kawahigashi, H., Akashi, Y., Saisho, D., Tanaka, K., Handa, H., Takeda, K., & Kato, K. (2013). Phytochrome C is a key factor controlling long-day flowering in barley. *Plant Physiology*, 163 (2), 804–814. doi: 10.1104/pp.113.222570

14. Křen, J., Klem, K., Svobodová, I., Míša, P., & Lukas, V. (2015). Influence of Sowing, Nitrogen Nutrition and Weather Conditions on Stand Structure and Yield of Spring Barley. *Cereal Research Communications*, 43 (2), 326–335. doi: 10.1556/CRC.2014.0036

15. Dikarev, A. V., Dikarev, V. G., Dikareva, N. S., & Geras'kin, S. A. (2014). Analysis of spring barley intraspecific polymorphism in connection with tolerance to lead. *Agricultural Biology*, 49 (5), 78–87. doi: 10.15389/agrobiology.2014.5.78eng

16 Gorobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., & Mishchenko, O. V. (2020). Scientific approaches to the greening the technology of growing spring barley in conditions of the Left – Bank Forest-Steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 142–149. doi: 10.31210/visnyk2020.04.17

17. Jiang, K., & Asami, T. (2018). Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 82 (8), 1265–1300. doi: 10.1080/09168451.2018.1462693

18. Kunah, O. M., Pakhomov, O. Y., Zymaroieva, A. A., Demchuk, N. I., Skupskyi, R. M., Bezuhla, L. S., & Vladyka, Y. P. (2018). Agroeconomic and agroecological aspects of spatial variation of rye (Secale cereale) yields within Polesia and the Forest-Steppe zone of Ukraine: The usage of geographically weighted principal components analysis. *Biosystems Diversity*, 26 (4), 276–285. doi: 10.15421/011842

19. Gozdowski, D., Kozak, M., Kang, M. S., & Wyszynski, Z. (2007). Dependence of grain weight of spring barley genotypes on traits of individual stems. *Journal of Crop Improvement*, 20 (1–2), 223–233. doi: 10.1300/J411v20n01_13

20. Verma, A., Singh, J., Kumar, V., Kharab, A. S., & Singh, G. P. (2017). Non parametric analysis in multi environmental trials of feed barley genotypes. *International Journal of Current Microbiology and*

Applied Sciences, 6 (6), 1201–1210. doi: 10.20546/ijcmas.2017.606.139

21. Zhukov, O. V., Pelina, T. O., Demchuk, O. M., Demchuk, N. I., & Koberniuk, S. O. (2018). Agroecological and agroeconomic aspects of the grain and grain legumes (pulses) yield dynamic within the Dnipropetrovsk region (period 1966–2016). *Biosystems Diversity*, 26 (2), 170–176. doi: 10.15421/011826

22. Zymaroieva, A., Zhukov, O., Romanchuck, L., & Pink, A. (2019). Spatiotemporal dynamics of cereals grains and grain legumes yield in Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (6), 1107–1113.

23. Dawson, I. K., Russell, J., Powell, W., Steffenson, B., Thomas, W. T. B., & Waugh, R. (2015). Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytologist*, 206 (3), 913–931. doi: 10.1111/nph.13266

24. Kaznina, N., Batova, J., Repkina, N., Laidinen, G., & Titov, A. (2018). Cadmium treatment effects on the growth and antioxidant system in barley plants under optimal and low temperatures. *Acta Agriculturae Slovenica*, 111–1, 169–176. doi: 10.14720/aas.2018.111.1.16

Стаття надійшла до редакції 19.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Горобець М. В., Писаренко П. В., Чайка Т. О., Міщенко О. В., Крикунова В. Ю. Вплив регуляторів росту рослин на онтогенез сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 106–115.

© Горобець Максим Вікторович, Писаренко Павло Вікторович, Чайка Тетяна Олександрівна, Міщенко Олег Вікторович, Крикунова Валентина Юхимівна, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.854.78:631.452 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.13**

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE CONTENT OF NUTRIENTS IN THE SOIL AND THE YIELD OF SUNFLOWER HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

V. V. Hanhur*
O. O. Kosminskyi
O. V. Mishchenko

ORCID 0000-0002-5619-492X

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., Kosminskyi, O. O., & Mishchenko, O. V. (2021). Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 116–121. doi: 10.31210/visnyk2021.01.13

In agrarian production of Ukraine, the main oil-bearing crop is sunflower (Helianthus annuus L.), the volumes of gross seed production of which increase almost every year. However, this positive tendency has been achieved mainly due to expanding the sown areas, rather than a significant yield increase. Therefore, it is important to deepen research aimed at increasing the productivity and improving crop quality. The aim of the study was to determine the effect of different fertilizer rates on soil nutrient content and the productivity of sunflower hybrids of different maturity groups. During field experiment at Poltava State Agricultural Experimental Station named after M.I. Vavilov in 2018–2020, it has been found that during sunflower hybrids cultivation, the highest content of nitrogen, which is easily hydrolyzed, was observed at $N_{40}P_{60}K_{60}$ combined mineral fertilizer application. A decrease in nitrogen content in the soil at applying the maximum dose of $N_{60}P_{80}$ fertilizer was observed relative to using low and medium doses. Most of labile phosphorus was contained in the arable soil layer while cultivating Oreol hybrid at the background $N_{30}P_{40}$, Cadet hybrid – $N_{40}P_{60}K_{60}$, and Drive hybrid – $N_{40}P_{60}$. It has been found out that the highest potassium content in the soil was at applying $N_{40}P_{60}K_{60}$, or it was higher, as compared with the variant without fertilizers for maturity groups of hybrids – 21.6; 36.0; 44.3 mg/kg of soil, respectively. According to the research results, it has been revealed that in Oreol hybrid the increase in seed yield after using mineral fertilizers, made 0.15–0.28 t/ha or 4.8–8.9 % in comparison with the control. The yield of Cadet and Drive hybrids at the background of fertilization was higher as compared with the variant without fertilizers by 0.25–0.30 t/ha or 7.9–9.5 % and 0.10–0.23 t/ha or 3.0–6.9 %, respectively. The early-maturing Oreol hybrid provided the maximum seed yield of 3.41 t/ha at applying $N_{60}P_{80}$. It has been registered that the mid-early Cadet hybrid reacted the least to various fertilization backgrounds. The difference between the experimental variants in terms of seed yield made only 0.02–0.05 t/ha. The highest seed yield of Drive hybrid – 3.58 t/ha was obtained against the background of $N_{60}P_{80}$.

Key words: *sunflower (Helianthus annuus L.), hybrids, soil nutrient schedule, nitrogen, phosphorus, potassium, yield.*

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВМІСТ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ ТА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

В. В. Гангур, О. О. Космінський, О. В. Міщенко
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

В аграрному виробництві України головною олійною культурою є соняшник (Helianthus annuus L.), обсяги валового виробництва насіння якої практично щорічно зростають. Метою досліджень було

з'ясувати вплив різного рівня удобрення на вміст поживних речовин у ґрунті та продуктивність гібридів соняшнику різних груп стиглості. В умовах польового досліду на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції імені М. І. Вавилова впродовж 2018–2020 рр. виявлено, що у разі вирощування гібридів соняшнику найбільший вміст азоту, що легко гідролізується, спостерігається у разі внесення повного мінерального удобрення $N_{40}P_{60}K_{60}$. Встановлено, що у разі внесення максимальної дози добрив $N_{60}P_{80}$, виявлено зменшення вмісту азоту у ґрунті відносно застосування низьких та середніх доз. Найбільше рухомого фосфору містилося в орному шарі ґрунту у разі вирощування гібриду Ореол на фоні $N_{30}P_{40}$, гібриду Кадет –$N_{40}P_{60}K_{60}$, а гібриду Драйв – $N_{40}P_{60}$. Виявлено, що найбільшим вміст калію у ґрунті був у разі внесення $N_{40}P_{60}K_{60}$, або був вищим порівняно з варіантом без добрив за групами стиглості гібридів, відповідно на 21,6; 36,0; 44,3 мг/кг ґрунту. За результатами досліджень виявлено, що у гібрида Ореол приріст урожайності насіння від застосування мінеральних добрив порівняно з контролем становив 0,15–0,28 т/га або 4,8–8,9 %. Урожайність гібридів Кадет і Драйв на фоні добрив була вищою порівняно з варіантом без добрив, відповідно на 0,25–0,30 т/га або 7,9–9,5 % і 0,10–0,23 т/га або 3,0–6,9 %. Ранньостиглий гібрид Ореол забезпечив максимальну урожайність насіння 3,41 т/га в разі внесення $N_{60}P_{80}$. Виявлено, що середньоранній гібрид Кадет найменше реагував на різні фони удобрення. Різниця між варіантами досліду за урожайністю насіння становила лише 0,02–0,05 т/га. Найвищу врожайність насіння гібриду Драйв 3,58 т/га одержано на фоні $N_{60}P_{80}$.

Ключові слова: *соняшник, гібриди, поживний режим ґрунту, азот, фосфор, калій, урожайність.*

Вступ

У сільськогосподарському виробництві України соняшник (*Helianthus annuus* L.) є важливою і найбільш поширеною олійною культурою. Впродовж останніх десятирічь спостерігається позитивна динаміка щодо валового виробництва насіння культури. Однак аналіз складників зростання валових обсягів виробництва насіння цієї олійної культури свідчить, що воно відбувається переважно внаслідок збільшення площі посіву, ніж від підвищення врожайності. Тому, зважаючи на вищезазначене, актуальним є розроблення та впровадження технологічних заходів, які забезпечать підвищення, стабілізацію продуктивності і покращення якісних показників врожаю.

В умовах Лівобережного Лісостепу України рівень врожайності насіння соняшнику формується через вплив та взаємодію багатьох чинників, серед яких важливим є забезпеченість ґрунту елементами живлення в обсягах достатніх для оптимального росту і розвитку рослин [1, 7, 9, 14].

Гібриди соняшнику нового покоління мають високий генетично обумовлений потенціал продуктивності, який може забезпечувати формування урожайності насіння на рівні 3,5–5,5 т/га, за вмісту олії (49–52 %). Однак в умовах виробництва реалізація максимального потенціалу продуктивності рослин соняшнику можлива лише за дотримання усіх елементів технології та достатнього її ресурсного забезпечення [17, 19]. Серед технологічних прийомів, спрямованих на підвищення врожайності соняшнику, важливу роль відіграє вибір оптимальних норм внесення добрив та покращення умов живлення шляхом підживлення мікроелементами у критичні періоди розвитку культури [2, 3].

Створення оптимального фону живлення є важливим елементом у технології вирощування соняшнику. Внесенням добрив регулюється вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Покращання умов ґрунтового живлення позитивно впливає на інтенсивність та ефективність фотосинтетичних процесів, забезпечує оптимальний ріст і розвиток рослин, формування структурних елементів врожаю та якісних показників насіння [20, 8, 10].

Під час досліджень в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України виявлено, що покращення умов мінерального живлення соняшнику у разі використання різних норм добрив забезпечує збільшення основних показників росту і розвитку рослин і врожайності гібриду Персей на 21,4–30,9 % [5].

За експериментальними даними Інституту сільського господарства Степу НААН встановлено, що використання азотних добрив сумісно з фосфорними та калійними $N_{40}P_{40}K_{40}$ + побічна продукція та $N_{40}P_{40}K_{40}$ забезпечує поліпшення поживного режиму ґрунту та формування сприятливіших умов для росту й розвитку рослин соняшнику [12]. За результатами досліджень, одержаних в умовах Лівобережного Лісостепу України, відзначено, що найвищу урожайність насіння гібридів соняшнику різних груп стиглості було одержано на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$ [15]. Внесення різних доз мінеральних добрив сприяє збільшенню врожайності гібридів соняшника на 0,16–0,43 т/га [11, 18].

В умовах Правобережного Лісостепу норма мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{60}$ забезпечила зростання врожайності гібриду соняшнику Талса на 53 %, Пронто та Голден – 58 %, а її подвоєння сприяло збільшенню врожайності насіння гібридів порівняно з контролем, відповідно, на 75, 73 та 81 % [13].

Аналіз літературних джерел свідчить про різні погляди науковців щодо оптимальної норми та ефективності застосування мінеральних добрив у технології вирощування соняшнику, тому це питання потребує більш системного і поглибленого вивчення, зокрема в умовах зони нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України.

Мета досліджень – з'ясувати вплив різного рівня удобрення на вміст поживних речовин у ґрунті та продуктивність гібридів соняшнику різних груп стиглості.

Завдання дослідження: вивчити вплив різних норм мінеральних добрив на зміну режиму живлення посівів соняшнику; дослідити вплив системи удобрення на урожайність насіння гібридів соняшнику із різною тривалістю періоду вегетації.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова в тимчасовому польовому досліді.

Ґрунт дослідної ділянки характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в горизонті 0–20 см становить 3,4 %. Реакція ґрунтового розчину слабокисла, pH сольової витяжки 5,9. В орному шарі міститься 6,15 мг азоту, що гідролізується (за Тюріним і Кононовою), 17,1 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 21,3 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою). Дослід двофакторний, включав вивчення різних доз мінеральних добрив (фактор А) та реакцію гібридів різних груп стиглості на фони живлення (фактор В)

Повторність варіантів досліду триразова. Розміщення варіантів і повторень – рендомізоване. Площа посівної ділянки – 112 м^2, облікової – 56 м^2. Густота стояння рослин 55 тис. шт./га. Попередник – пшениця озима. Технологія вирощування культури загальноприйнята для агроформувань регіону, за винятком елементів, що вивчали. Згідно з програмою досліджень були проведені такі обліки та спостереження.

Ґрунтові зразки для визначення вмісту поживних речовин відбирали на глибину 0–30 см перед внесенням добрив та у фазу настання фізіологічної стиглості рослин. У відібраних зразках визначали: вміст азоту, що легко гідролізується за Корнфілдом; вміст рухомого фосфору та обмінного калію за Чириковим [6]. Збирання врожаю проводили суцільно з облікової площі ділянки. Урожайність насіння приведено в умовах стандартної вологості (8 %) і 100 % чистоти.

Результати досліджень та їх обговорення

Соняшник, маючи потужну кореневу систему і надземну масу, має високі вимоги до забезпеченості ґрунту доступними формами поживних речовин. Рівень використання елементів живлення із ґрунту залежить від біологічних особливостей гібридів, тривалості періоду вегетації, асиміляційної активності листя, типу ґрунту та вмісту в ньому поживних речовин у доступній для рослин формі, гідротермічних умов.

За результатами досліджень виявлено, що внесення різних доз мінеральних добрив сприяло збільшенню вмісту елементів живлення в орному шарі ґрунту (0–30 см) порівняно з варіантом без внесення добрив (табл. 1). Так, за вирощування гібридів соняшнику найбільший вміст азоту, що легко гідролізується, виявлено в разі внесення повного мінерального удобрення $N_{40}P_{60}K_{60}$. Порівняно з контролем вміст цього елементу живлення був вищим на 12,1–24,4 мг/кг ґрунту. У разі внесення під соняшник різних доз азотно-фосфорних добрив вміст азоту у ґрунті також перевищував контроль, однак різниця між варіантами за цим показником була менш вираженою. Важливо зазначити, що на час збирання гібридів соняшнику в разі внесення максимальної кількості мінеральних добрив $N_{60}P_{80}$ виявлено зменшення вмісту азоту у ґрунті відносно застосування низьких та середніх доз. На нашу думку, це пов'язано з кращими умовами живлення для рослин соняшнику на цьому варіанті удобрення та збільшенням витрат азоту на формування елементів структури врожаю. Таку ж тенденцію спостерігали і за вмістом рухомого фосфору під час вирощування ранньостиглого гібриду Ореол, де найвищий вміст фосфору у ґрунті спостерігали за умови внесення мінімальної дози $N_{30}P_{40}$, а в разі збільшення дози добрив вміст його зменшувався. У разі вирощування середньораннього гібриду Кадет найбільше рухомого фосфору містилося в орному шарі ґрунту за умови внесення $N_{40}P_{60}K_{60}$. Також

вищий вміст фосфору відзначено у разі вирощування середньостиглого гібриду Драйв на фоні $N_{40}P_{60}$. Внесення азотно-фосфорних добрив сприяло збільшенню вмісту у ґрунті обмінного калію. За умови вирощування ранньостиглого гібриду Ореол підвищення вмісту обмінного калію порівняно з контролем становило 3,8–12,5, середньораннього Кадет – на 8,1–14,5, середньостиглого Драйв – на 16,5–23,7 мг/кг ґрунту. Найбільшим вміст калію у ґрунті був у разі внесення $N_{40}P_{60}K_{60}$, або був вищим порівняно з варіантом без добрив за групами стиглості гібридів, відповідно, на 21,6; 36,0; 44,3 мг/кг ґрунту.

1. Вміст поживних речовин у 0–30 см шарі ґрунту на час збирання гібридів соняшнику (середнє 2018–2020 рр.)

Варіанти удобрення	NO_3, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг
Ореол			
Без добрив	123,9	84,5	134,7
$N_{30}P_{40}$	129,5	99,4	146,8
$N_{40}P_{60}$	137,0	94,9	138,5
$N_{60}P_{80}$	132,4	93,1	147,2
$N_{40}P_{60}K_{60}$	148,3	94,6	156,3
Кадет			
Без добрив	123,9	82,3	122,9
$N_{30}P_{40}$	139,1	95,2	137,4
$N_{40}P_{60}$	141,1	97,2	132,6
$N_{60}P_{80}$	131,9	93,9	131,0
$N_{40}P_{60}K_{60}$	139,5	103,8	158,9
Драйв			
Без добрив	128,2	82,0	128,6
$N_{30}P_{40}$	132,6	93,9	145,1
$N_{40}P_{60}$	137,2	102,7	152,3
$N_{60}P_{80}$	130,4	93,4	149,2
$N_{40}P_{60}K_{60}$	140,3	99,6	172,9

Поліпшення поживного режиму ґрунту та створення більш сприятливих умов для росту й розвитку рослин соняшнику внаслідок застосування азотних добрив у поєднанні з фосфорними та калійними $N_{40}P_{40}K_{40}$ + побічна продукція попередника та $N_{40}P_{40}K_{40}$ відзначено в дослідженнях проведених у Правобережному Степу України [12].

Результати проведених досліджень свідчать про різний ступінь впливу мінеральних добрив на формування рівня насіннєвої продуктивності гібридів соняшнику (табл. 2). Варто зазначити, що за даними дисперсійного аналізу істотним є приріст урожайності насіння гібридів соняшнику на варіантах із внесенням добрив порівняно з контролем. Так, у гібрида Ореол приріст урожайності насіння від застосування мінеральних добрив становив 0,15–0,28 т/га або 4,8–8,9 %. Урожайність гібридів Кадет і Драйв на фоні добрив була вищою порівняно з варіантом без добрив, відповідно, на 0,25–0,30 т/га або 7,9–9,5 % і 0,10–0,23 т/га або 3,0–6,9 %. Результати досліджень свідчать, що ранньостиглий гібрид Ореол забезпечив максимальну урожайність насіння 3,41 т/га у разі внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{80}$. Важливо зазначити, що в середньораннього гібрида Кадет найменш вираженою є реакція на різні фони удобрення. Урожайність насіння гібриду у разі внесення різних доз добрив становила 3,40–3,45 т/га, тобто різниця між варіантами досліду за цим показником становила лише 0,02–0,05 т/га. Що стосується середньостиглого гібрида Драйв, то спостерігаємо найменший приріст урожайності насіння від внесення добрив, порівняно з гібридами інших груп стиглості. Однак загалом цей гібрид соняшнику характеризувався найвищим рівнем продуктивності та переважав за цим показником ранньостиглий і середньоранній гібрид у середньому за варіантами застосування мінеральних добрив, відповідно на 0,13 і 0,05 т/га. Найвищу урожайність насіння цього гібриду соняшнику 3,58 т/га одержано у разі внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{80}$. Дослідження свідчать, що додавання до азотно-фосфорних ще й калійних мінеральних добрив не забезпечувало

істотного приросту врожайності насіння гібридів соняшнику порівняно лише із внесенням різних доз азотно-фосфорних добрив.

2. Урожайність гібридів соняшнику залежно доз мінеральних добрив (середнє за 2018–2020 рр.)

Дози добрив, кг/га д. р.	Урожайність, т/га		
	Ореол	Кадет	Драйв
Без добрив (к)	3,13	3,15	3,35
$N_{30}P_{40}$	3,28	3,45	3,45
$N_{40}P_{60}$	3,34	3,42	3,49
$N_{60}P_{80}$	3,41	3,40	3,58
$N_{40}P_{60}K_{60}$	3,37	3,45	3,53
НІР $_{0,95}$	для добрив – 0,13 т/га; для гібридів – 0,11 т/га; взаємодія – 0,23 т/га		

Такі результати досліджень одержано В. М. Тоцьким, О. І. Поляковим, які зазначають, що найбільш чутливим до внесення добрив був середньоранній гібрид Запорізький 28. Практично всі дози мінеральних добрив забезпечили підвищення урожайності в межах 0,2 т/га. Середньостиглий гібрид Сава менше реагував на дози добрив, приріст врожаю насіння становив від 0,06 т/га у разі внесення $N_{30}P_{40}$ до 0,16 т/га на максимальному фоні удобрення $N_{60}P_{90}$ [16]. У дослідженнях Г. М. Господаренка зазначено, що соняшник є калієфільною культурою. Однак, незважаючи на високу в ньому потребу, він середньо діє на рівень урожаю культури [4].

Отже, дослідження свідчать, що в середньому за гібридами, що вивчали в досліді приріст урожайності соняшнику залежно від дози мінеральних добрив, порівняно з контролем становив 0,18–0,25 т/га або 5,7–7,9 %. Верхнє значення цього показника в разі внесення $N_{60}P_{80}$, а нижнє – на фоні $N_{30}P_{40}$.

Висновки

В умовах Лівобережного Лісостепу України застосування різних доз мінеральних добрив забезпечило поліпшення поживного режим ґрунту, зокрема підвищення в ньому вмісту азоту на 11,2 мг/кг ґрунту, фосфору на 13,9, а калію на 18,6 мг/кг ґрунту. Внесення мінеральних добрив позитивно впливало на реалізацію продуктивного потенціалу гібридів соняшнику. Максимальну врожайність насіння гібридів соняшнику Ореол і Драйв (відповідно 3,41 і 3,58 т/га) одержано на фоні внесення $N_{60}P_{80}$. Гібрид Кадет практично не реагував на дози добрив та співвідношення в них елементів живлення. Тому в разі вирощування гібриду Кадет на чорноземних ґрунтах достатнім буде внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{40}$.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. В подальшому доцільно дослідити вплив мінеральних добрив на водоспоживання та фітосанітарний стан посівів соняшнику.

References

1. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Kocherha, A. A. (2020). Efektyvnist biostymuliatoriv za umovy peredposivnoi obrobky nasinnia soniashnyku. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii,* 2, 36–42. doi: 10.31210/visnyk2020.03.04 [In Ukrainian].

2. Harbar, L. A., & Horbatiuk, E. M. (2017). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti posiviv soniashnyku. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1–2, 24–26. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.04 [In Ukrainian].

3. Horbatiuk, E. N., & Harbar, L. A. (2017). Formyrovanye produktyvnosty posevov podsolnechnyka pry razlychnыkh uslovyiakh seva. *Vestnyk Altaiskoho Hosudarstvennoho Ahrarnoho Unyversyteta,* 8 (154), 53–58 [In Russian].

4. Hospodarenko, H. M. (2018). *Systema zastosuvannia dobryv*. Kyiv: TOV «SIK HRUP UKRAINA» [In Ukrainian].

5. Yeremenko, O. A. (2017). Produktyvnist soniashnyku zalezhno vid mineralnoho zhyvlennia ta peredposivnoi obrobky nasinnia za umov nedostatnoho zvolozhennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 25–30. doi: 10.31210/visnyk2017.03.04 [In Ukrainian].

6. 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].

7. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Vynos pozhyvnykh rechovyn silskohospodarskymy kulturamy riznorotatsiinykh sivozmin livoberezhnoho Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 3, 3–10 [In Ukrainian].

8. Kovtun, T. V., Harbar, L. A., & Knap, N. V. (2018). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv soniashnyka za riznykh umov zhyvlennia. *Naukovi Horyzonty*, 7–8 (70), 125–130 [In Ukrainian].

9. Kokhan, A. V., Hanhur, V. V., Koretskyi, O. Ie., Len, O. I., & Manko, L. M. (2015). Soniashnyk u sivozminakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 18, 62–66 [In Ukrainian].

10. Lukhmenev, V. P. (2015). Vlyianye udobrenyi, funhytsydov y rehuliatorov rosta na produktyvnost podsolnechnyka. *Yzvestyia Orenburhskoho Hosudarstvennoho Ahrarnoho Unyversyteta*, 1 (51), 41–46 [In Russian].

11. Masliiov, S. V., Yarchuk, I. I., Stepanov, V. V., & Shkvar, S. V. (2019). Vplyv mineralnykh dobryv na rist, rozvytok ta vrozhainist soniashnyku v umovakh Luhanskoi oblasti. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2, 56–64. doi: 10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.06 [In Ukrainian].

12. Pinkovskyi, H. V., & Mashchenko, Yu. V. (2019). Vplyv elementiv zhyvlennia na rodiuchist hruntu ta produktyvnist soniashnyku v Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 107, 145–150. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.19

13. Sakharchuk, O. V., & Harbar, L. A. (2018). Optymizatsiia umov zhyvlennia za vyroshchuvannia soniashnyku. *Myronivskyi Visnyk*, 7, 146–155. doi: 10.31073mvis201807-14 [In Ukrainian].

14. Tanchyk, S. P., Tsentylo, L. V., & Tsiuk, O. A. (2019). Vplyv udobrennia ta obrobitku hruntu na vrozhainist kultur sivozminy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 8 (797), 11–16. doi: 10.31073/agrovisnyk201908-02 [In Ukrainian].

15. Totskyi, V. M. (2014). Vplyv systemy udobrennia ta osnovnoho obrobitku gruntu na formuvannia produktyvnosti soniashnyku. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*, 20, 204–209 [In Ukrainian].

16. Totskyi, V. M., & Poliakov, O. I. (2009). Vplyv mineralnykh dobryv na pokaznyky produktyvnosti ta yakosti nasinnia soniashnyku. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur UAAN*, 14, 232–237 [In Ukrainian].

17. Totskyi, V. M., & Poliakov, O. I. (2007). Formuvannia vrozhainosti ta vykhid olii v zalezhnosti vid ahropryiomiv vyroshchuvannia soniashnyku v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur UAAN*, 12, 245–249 [In Ukrainian].

18. Shevchenko, O. M., Onopriienko, V. P., & Onychko, H. O. (2005). Vplyv system udobrennia na urozhainist ta hospodarski pokaznyky hibrydiv soniashnyku v umovakh pivnichno-skhidnoho rehionu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 12, 55–58 [In Ukrainian].

19. Tsyliuryk, O. (2018). Dobryva dlia soniashnyku. *Ahrobiznes Sohodni*, 15–16, 88–91 [In Ukrainian].

20. Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., & Côme, D. (2000). Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Science Research*, 10 (1), 35–42. doi: 10.1017/s0960258500000040

Стаття надійшла до редакції 20.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Космінський О. О., Міщенко О. В. Вплив мінеральних добрив на вміст поживних речовин у ґрунті та урожайність гібридів соняшнику різних груп стиглості. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 116–121.

© Гангур Володимир Васильович, Космінський Олег Олегович, Міщенко Олег Владиславович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.582:633.11 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.14**

INFLUENCE OF PREDECESSORS ON WATER CONSUMPTION AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN THE ZONE OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. V. Hanhur*
Y. O. Kotliar

ORCID 0000-0002-5619-492X

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2021). Influence of predecessors on water consumption and productivity of winter wheat in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 122–127. doi: 10.31210/visnyk2021.01.14

Winter wheat (Triticum aestivum L.) is a strategic grain crop, which ensures food security of the state. Constantly growing demand for winter wheat encourages the search for ways to increase its yield and improve quality indicators while reducing the cost of a unit of marketable products. Possible measures to stabilize winter wheat production include its place in scientifically substantiated crop rotation system. The aim of the study was to determine the effect of different predecessors, fertilization levels on water consumption of winter wheat plants and its productivity. The studies were conducted at Poltava State Agricultural Research Station named after M. I. Vavilov during 2019–2020. It has been found out that the most available moisture in the 1.5-meter soil layer at the time of resuming spring vegetation was accumulated at sowing winter wheat on black fallow of 250.9 mm. Sainfoin, as a fallow land wheat predecessor, was only 2.9 % inferior to black fallow in terms of moisture reserves. Sufficient reserves of available moisture were accumulated at sowing winter wheat after pea for grain in crop rotation, but they were lower than fallow predecessors by 6.8–13.8 mm or 2.8–5.6 %. The worst conditions for moisture accumulation in the soil were formed during sowing winter wheat after winter wheat. It has been found out that pea for grain was the best predecessor of winter wheat, the yield made 4.52 t/ha at applying N_{50} P_{50} K_{50} under the crop. Sainfoin per mowing was almost equal predecessor for wheat. Grain yield was by only 1.2% lower as compared with post-pea for grain cultivation. Sowing winter wheat on black fallow was effective only in dry years. In favorable years as to moistening, a decrease in the yield of winter wheat on black fallow was registered as a result of early and intensive lodging of crops. It has been determined that cultivating winter wheat after winter wheat in crop rotation is undesirable because it leads to yield decrease by 28.0–34.5 % in comparison with better predecessors.

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

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ЗОНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. Гангур, Я. О. Котляр
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Стратегічною зерновою культурою, яка забезпечує продовольчу безпеку держави, є пшениця озима (Triticum aestivum L.). Постійно зростаючий попит на зерно пшениці озимої спонукає до пошуку

шляхів як підвищення її врожайності, так і покращення якісних показників. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних попередників, рівня удобрення на водоспоживання посівів пшениці озимої та її продуктивність. Дослідження, проведені на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції імені М. І. Вавилова впродовж 2019–2020 рр., доводять, що найбільше доступної вологи в 1,5 метровому шарі ґрунту на час відновлення весняної вегетації нагромаджувалось у разі розміщення пшениці озимої по чорному пару 250,9 мм. Еспарцет як парозаймаючий попередник пшениці поступався чорному пару за запасами вологи лише на 2,9 %. У разі розміщення пшениці озимої в сівозміні після гороху на зерно акумулювалось достатні запаси доступної вологи, однак вони були нижчими порівняно з парозаймаючими попередниками на 6,8–13,8 мм або 2,8–5,6 %. Найгірші умови для нагромадження вологи у ґрунті формувалися за сівби пшениці озимої після пшениці озимої. Встановлено, що кращим попередником пшениці озимої є горох на зерно, де в разі внесення під культуру $N_{50}P_{50}K_{50}$ урожайність зерна становила 4,52 т/га. Практично рівноцінним попередником для пшениці є еспарцет на один укіс. Урожайність зерна була нижчою порівняно з розміщенням після гороху на зерно лише на 1,2 %. Розміщення пшениці озимої по чорному пару було ефективним лише в посушливі роки. У сприятливі за зволоженням роки спостерігається зниження урожайності пшениці озимої по чорному пару в результаті раннього і інтенсивного вилягання посівів. Встановлено, що небажаним є розміщення в сівозміні пшениці озимої після пшениці озимої, яке призводить до зниження урожайності порівняно з кращими попередниками на 28,0–34,5 %.

Ключові слова: *пшениця м'яка озима (Triticum aestivum L.), попередники, сівозміна, водоспоживання, доступна волога, урожайність.*

Вступ

Основною зерновою культурою України є пшениця озима (*Triticum aestivum L.*), важливість якої обумовлена тим, що вона завдяки високим валовим зборам і цінним якісним властивостям зерна забезпечує продовольчу безпеку держави. Щорічно зростаючі потреби у продовольстві спонукають виробників сільськогосподарської продукції до збільшення обсягів виробництва зерна пшениці озимої з високими якісними характеристиками за умови одночасного підвищення показників економічної ефективності технологій її вирощування.

Найбільш доцільним агротехнічним заходом стабілізації землеробства є впровадження та чітке дотримання науково-обґрунтованих сівозмін. Вони істотно впливають на водний, поживний режими, зменшення шкодочинності бур'янів, дають змогу ефективно використовувати землі, підвищувати енергетичний потенціал ґрунту тощо [1, 12].

Пшениця озима досить вимоглива до місця розміщення у сівозміні. Тому склад і якість попередників пшениці озимої відіграє одну з найважливіших ролей у забезпеченні біологічних вимог культури для формування високих, сталих врожаїв і, особливо, якісних показників зерна [2, 5, 11].

Наукові дослідження свідчать, що в посушливих умовах півдня України кращий попередник для пшениці озимої – чорний пар, після якого у ґрунті формується кращий гідрологічний режим та залишається більше рухомих форм азоту, ніж після непарових попередників [14, 19].

Дослідження, проведені в умовах Південного Степу України свідчать, що в разі розміщення пшениці озимої після кукурудзи на силос і пшениці озимої врожайність зерна в середньому зменшилася, відповідно на 38,9 і 35,7 % порівняно з паром. За умови вирощування пшениці озимої на удобреному фоні урожайність культури після вищезазначених непарових попередників також поступалася пару, але вже менше – на 24,1 та 23,3 % [3, 4]. Є. О. Юркевич, Н. П. Коваленко також вважають, що в умовах Південного Степу пшеницю озиму найбільш доцільно розміщувати в сівозміні по чорному та зайнятих парах [20].

За даними Харківського НАУ, чорний пар як кращий попередник пшениці озимої доцільно замінити на зернобобові культури, які за сприятливих умов осіннього періоду вегетації пшениці практично не поступаються пару чорному [15]. Подібні результати досліджень одержано і на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова у тривалих стаціонарних дослідах з вивчення сівозмін [13].

Доведено, що в зоні Правобережного Лісостепу оптимальним попередником для насіннєвих посівів, особливо для вирощування високих генерацій насіння, є сидеральний пар [6–8].

Аналіз джерел наукової літератури свідчить, що питання вибору оптимального попередника для розміщення пшениці озимої є актуальним і потребує постійного поглибленого вивчення, яке зумовлено глобальними й зональними змінами характеру кліматичних умов, коригуванням структури посі-

вних площ відповідно до попиту ринку на товарну продукцію тієї чи тієї культури.

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних попередників, рівня удобрення на водоспоживання посівів пшениці озимої та її продуктивність.

Завдання дослідження: вивчити вплив різних попередників на використання вологи посівами пшениці озимої; дослідити вплив системи удобрення та попередників на урожайність зерна пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр., на базі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малоґумусний важкосуглинковий, із вмістом ґумусу в шарі 0–20 см 4,2 %; азоту, що легко гідролізується – 6,9 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Кононовою); P_2O_5 в оцтовокислій витяжці – 12,7 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,4 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабокисла (pH сольової витяжки – 6,3).

Схема досліду включала 4 варіанти трипільних сівозмін, у яких попередниками пшениці були: чорний пар, горох на зерно, пшениця озима, еспарцет на зелений корм. Повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів і повторень систематичне. Посівна площа ділянки 172,8 м^2, облікова – 96 м^2. У досліді висівали сорт пшениці озимої Нива одеська. Агротехніка вирощування культури загальноприйнята для агроформувань регіону.

Для розв'язання поставлених завдань був проведений комплекс спостережень, обліків і аналізів. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом на час відновлення весняної вегетації та збирання пшениці озимої [10].

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

Математично-статистичний обробіток результатів досліджень проводили, використовуючи дисперсійний аналіз за Б. О. Доспєховим [9] з використанням програми STATISTICA 10.0.

Результати досліджень та їх обговорення

В умовах зони недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України рівень забезпеченості ґрунту доступною вологою як на час сівби, так і впродовж періоду вегетації є одним із вирішальних чинників, які визначають ступінь реалізації продуктивного потенціалу пшениці озимої та його сталість.

Сільськогосподарські культури різняться за впливом на водний режим ґрунту в сівозмінах через неоднакове використанням її з ґрунту для підтримання процесів життєдіяльності та формування врожаю.

У результаті досліджень, проведених упродовж 2019–2020 рр., виявили, що на час відновлення весняної вегетації найбільшими були запаси доступної вологи в 1,5 метровому шарі ґрунту в разі розміщення пшениці озимої по чорному пару 250,9 мм (табл. 1). У сівозміні, де парозаймаючим попередником пшениці озимої був еспарцет на один укіс, вміст вологи у ґрунті був меншим на 7,3 мм або на 2,9 %, ніж по чорному пару. За умови сівби пшениці озимої після гороху на зерно вміст доступної вологи в посівах культури поступався парозаймаючим попередникам на 6,8–13,8 мм або 2,8–5,6 %.

1. Запаси доступної вологи в 1,5 м шарі ґрунту залежно від попередників пшениці озимої, середнє за 2019–2020 рр.

№ вар.	Попередники	Вміст вологи в 1,5 м шарі ґрунту, мм	
		на час відновлення весняної вегетації	на час збирання
1.	Чорний пар	250,9	87,5
2.	Горох	236,8	76,3
3.	Пшениця озима	197,7	116,3
4.	Еспарцет на один укіс	243,6	114,1

Найменший вміст доступної вологи в 1,5 м шарі ґрунту відзначено в разі сівби пшениці озимої після пшениці озимої. На цьому варіанті досліду порівняно з розміщенням пшениці озимої по чорному пару і після гороху на зерно різниця за запасами доступної вологи у ґрунті на час відновлення весняної вегетації становила, відповідно, 53,9 і 39,1 мм або 21,2 і 16,5 %. Дослідження С. І. Кудрі, Н. А. Кудрі також свідчать, що в умовах недостатнього та нестійкого зволоження горох за нагромадженням доступної вологи у ґрунті значно перевищує інші непарові попередники [15].

За умови різного набору і чергування культур у сівозмінах підвищується значимість їх біологічного впливу на нагромадження вологи у ґрунті і продуктивність її використання на створення одиниці урожаю. Одержані результати досліджень свідчать, що посіви пшениці озимої у разі розміщення в сівозміні після різних попередників відрізняються між собою не тільки за кількістю використаної вологи із ґрунту, але й за величиною сумарного водоспоживання (табл. 2).

2. Водоспоживання посівів пшениці озимої залежно від попередників, середнє за 2019–2020 рр.

№ вар.	Попередники	Врожайність зерна, т/га	Сумарні витрати вологи за вегетаційний період, т	Сумарні витрати вологи на 1 т зерна, т
1.	Чорний пар	4,09	3638	889
2.	Горох	4,27	3677	861
3.	Пшениця озима	3,59	2815	784
4.	Еспарцет на один укіс	4,23	3228	801

Найбільшу сумарну кількість вологи з ґрунту витрачали посіви пшениці озимої в разі сівби після гороху на зерно. За умови розміщення культури по чорному пару відзначено зменшення сумарних витрат вологи, порівняно із сівбою після гороху на 1,1 %. Найменше витрачали вологи посіви у разі повторного вирощування пшениці озимої в сівозміні.

Більш повну оцінку ефективності використання вологи рослинами дає коефіцієнт водоспоживання, який характеризує витрати вологи на створення одиниці сухої речовини. В наших дослідженнях коефіцієнт водоспоживання коливався в інтервалі від 784 до 889 одиниць. Верхнє значення цього показника в разі сівби культури по чорному пару, а нижнє – в разі розміщення пшениці озимої після пшениці озимої. Такі відмінності за коефіцієнтом водоспоживання посівів пшениці озимої зумовлені як запасами доступної вологи на час відновлення весняної вегетації, так і умовами росту культури, які формувалися залежно від особливостей впливу кожного з попередників.

Місце пшениці озимої та інших культур значною мірою визначає рівень їх урожаю, і врешті-решт продуктивність сівозмін. У дослідженнях кращим попередником пшениці озимої є горох на зерно. В середньому за три роки (2018–2020 рр.) урожайність культури після цього попередника в разі внесення під пшеницю озиму мінеральних добрив у нормі $N_{50}P_{50}K_{50}$ становив 4,52 т/га (табл. 3).

3. Вплив попередників на урожайність пшениці озимої, середня за 2018–2020 рр.

№ вар.	Попередники	Удобрення	Урожайність, т/га	± до контролю	
				т/га	%
1.	Чорний пар	$N_{50}P_{50}K_{50}$	4,11	–	–
2.	Горох на зерно	$N_{50}P_{50}K_{50}$	4,52	0,41	9,9
4.	Еспарцет на зелений корм	$N_{50}P_{50}K_{50}$	4,45	0,34	8,3
3.	Пшениця озима	Гній 30 т/га + $N_{90}P_{110}K_{110}$	2,96	-1,15	-27,9
НІР 0,95			0,39	–	–

Урожайність зерна пшениці після еспарцету на один укіс поступалася продуктивності її після гороху на зерно лише на 0,07 т/га. Важливо відзначити, що у сприятливі за погодними умовами роки, вплив різних парозаймаючих культур і непарових попередників на рівень урожайності зерна пшениці озимої практично нівелювався. Відносно чорного пару як попередника пшениці озимої, то в разі сівби по ньому середньорослих сортів пшениці озимої, зокрема і Нива одеська, впродовж всіх років досліджень спостерігалось зниження урожайності зерна на 0,34–0,41 т/га порівняно з еспарцетом на один укіс і горохом. Це зумовлено різним ступенем вилягання рослин пшениці по чорному пару, наслідком якого було погіршення умов формування зерна та зростанням втрат при збиранні. Така причина зниження продуктивності посівів озимини по чорному пару найбільш чітко проявлялася в роки з інтенсивними опадами в кінці травня та у червні місяці. Одержані результати узгоджуються з дослідженнями в Уманському СГІ, згідно з якими в умовах Лісостепу чорний пар не забезпечує суттєвого росту продуктивності пшениці озимої через її схильність до вилягання [17].

У зерновій сівозміні, яка насичена пшеницею озимою на 66,6 %, пшеницю озиму розміщували пі-

сля пшениці (варіант 3). В середньому за три роки урожайність пшениці повторно розміщеної у сівозміні була на 1,15–1,56 т/га або 28,0–34,5 % нижчою, ніж після інших попередників. Важливо зазначити, що негативний вплив попередника на продуктивність культури не зменшувався навіть у разі внесення під повторний посів пшениці озимої високих доз органічних і мінеральних добрив (гній 30 т/га + $N_{90}P_{110}K_{110}$). Основною причиною зниження урожайності пшениці в разі повторного розміщення її в сівозміні є погіршення фітосанітарного стану посівів та агрофізичних показників ґрунту.

Згідно з даними Хмельницької дослідної станції за 1973–1981 рр., сівба пшениці озимої після пшениці спричинила зниження урожайності зерна культури порівняно з розміщенням після багаторічних трав на 0,84–1,17 т/га внаслідок збільшення забур'яненості посівів та ступеня ураження рослин хворобами [16]. Погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту внаслідок більш інтенсивного застосування сільськогосподарських машин у технології вирощування повторних посівів пшениці озимої відзначено в дослідженнях В. Ф. Сайка, М. Г. Лобоса, В. І. Яшовського [18].

Висновки

На основі одержаного експериментального матеріалу потрібно констатувати, що в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України найвищу врожайність зерна формує пшениця озима в разі розміщення її в сівозміні з короткою ротацією після гороху на зерно та еспарцету на один укіс.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає в розширені спектру попередників пшениці озимої та вивченні їх впливу на формування ценозу бур'янів, агрохімічні показники ґрунту.

References

1. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., Hanhur, V. V., Koretskyi, O. Ye., Shapoval, I. S., Savchenko, H. I., & Kvasnitska, L. S. (2010). Ekolohichna rol sivozmin u pidvyshchenni stiikosti ahroekosystem Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru «Instytut Zemlerobstva UAAN»*, 3, 175–185 [In Ukrainian].

2. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., & Koretskyi, O. Ye. (2010). Perspektyvy vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi u korotkorotatsiinykh sivozminakh v umovakh nedostatnoho zvolozhennia. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva*, 39, 7–11 [In Ukrainian].

3. Hamaiunova, V. V., & Lytovchenko, A. O. (2017). Osoblyvosti vodospozhyvannia pshenytsi ozymoi zalezhno vid sortiv, mistsia v sivozmini ta udobrennia v pivdennomu Stepu Ukrainy. *Visnyk Dniprovskoho Ahroekonomichnoho Universytetu*, 2 (44), 17–21 [In Ukrainian].

4. Hamaiunova, V. V., Lytovchenko, A. O., & Muzyka, N. M. (2016). Znachennia poperednyka u formuvanni zernovoi produktyvnosti ozymykh kultur v umovakh Stepu Ukrainy. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 (53), 1, 80–87 [In Ukrainian].

5. Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., Kabak, Yu. I., & Len, O. I. (2020). Vplyv mineralnykh dobryv na vodospozhyvannia ta produktyvnist pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 54–60. doi: 10.31210/visnyk2020.03.06 [In Ukrainian].

6. Demydov, O. A., Volohdina, H. B., Zamlila, N. P., & Koliuchyi, V. T. (2016). Reaktsiia perspektyvnykh linii pshenytsi ozymoi na umovy vyroshchuvannia. *Myronivskyi Visnyk*, 2, 226–240. doi: 10.21498/2518-7910.0.2016.119576 [In Ukrainian].

7. Demydov, O. A., & Siroshtan, A. A. (2018). Vplyv pohodnykh umov i ahrotekhnichnykh zakhodiv na posivni yakosti nasinnia ta vrozhainist pshenytsi ozymoi. *Ahroekolohichnyi Zhurnal*, 1, 74–80. doi: 10.33730/2077-4893.1.2018.160564 [In Ukrainian].

8. Demydov, O. A., Siroshtan, A. A., Kavunets, V. P., Derhachov, O. L., Ilchenko, L. I., & Zabolotnyi, V. I. (2017). Vplyv ekolohichnykh umov ta poperednykiv na vrozhainist, posivni yakosti i vrozhaini vlastyvosti nasinnia pshenytsi ozymoi. *Myronivskyi Visnyk*, 5, 152–165. doi: 10.31073/mvis201705-12

9. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta*. Moskva: Ahropromyzdat [In Russian].

10. 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].

11. Zhemela, H. P., & Shakalii, S. M. (2012). Vplyv poperednykiv na vrozhainist ta yakist zerna pshenytsi miakoi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 20–22. doi: 10.31210/visnyk2012.03.03 [In Ukrainian].

12. Kaminskyi, V. F. (2015). Sivozmina yak osnova staloho zemlekorystuvannia ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnyi Naukovyi Tsentr «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 2, 3–14 [In Ukrainian].

13. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Dynamika produktyvnoi volohy v hrunti za vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v sivozminakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 11–14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01

14. Kovalenko, A., & Maliarchuk, M. (2013). Chornyi par – yoho funktsiia ta utrymannia. *Propozytsiia*, 6, 72–73 [In Ukrainian].

15. Kudria, S. I., & Kudria, N. A. (2009). Vplyv zernobobovykh poperednykiv na zapasy volohy v grunti ta urozhainist pshenytsi ozymoi v umovakh livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 36, 32–35 [In Ukrainian].

16. Levytskyi, M. A., Salva, H. S., & Savchenko, H. I. (1986). Produktyvnist sivozmin u zviazku z nasychenniam yikh riznymy kulturamy i dozamy dobryv. *Visnyk Silskohospodarskoi Nauky*, 10, 16–19 [In Ukrainian].

17. Rubyn, S. S., & Danylevskyi, O. F., Eshchenko, V. O., & Opryshko, V. Y. (1976). Mesto ozymoi pshenytsy. *Zemledelye*, 2, 41–42 [In Russian].

18. Saiko, V. F., Lobas, M. H., & Yashovskyi, V. I. (1994). *Naukovi osnovy vedennia zernovoho hospodarstva*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].

19. Ushkarenko, V. O., Siletskyi, V., & Petrova, K. (2007). Vplyv poperednykiv i dobryv na urozhainist i yakisni pokaznyky zerna ozymoi pshenytsi v umovakh zroshennia. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 53, 3–9 [In Ukrainian].

20. Yurkevych, Ye. O., & Kovalenko, N. P. (2009). Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kultur u rizno-rotatsiinykh sivozminakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 28–35 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 21.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Котляр Я. О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 122–127.

© Гангур Володимир Васильович, Котляр Ярослав Олексійович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.51: 631.432.2:633.16 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.15**

EFFECT OF MINIMIZING SOIL TILLAGE ON MOISTURE SUPPLY AND SPRING BARLEY PRODUCTIVITY IN THE ZONE OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. V. Hanhur[1]*
O. I. Len[2]
N. V. Hanhur[1]

ORCID 0000-0002-5619-492X

[1] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86, Shvedska str., 36014, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2021). Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 128–134. doi: 10.31210/visnyk2021.01.15

Spring barley (Hordeum vulgare L.) is currently one of the important cereals for food and fodder. Under today's conditions, the issue of increasing crop yields while reducing material and technical costs is especially relevant. The purposeful management of plants' growth and development is possible using a certain set of factors, including a system of quality and timely tillage. The aim of the research was to find out the influence of different methods of basic soil tillage on water consumption and productivity of spring barley in the Left Bank Forest-Steppe. Determining moisture content of a meter soil layer at the time of sowing spring barley has shown that under No-till systems, the content of available moisture in the layer of 0–100 cm was 8.8 mm or 5.3 % higher as compared with the classical soil tillage. At shallow tillage to a depth of 10–12 cm and surface tillage to a depth of 6–8 cm in the Min-till system, the available moisture content was almost at the level of classical tillage. The tendency was similar at harvesting time. The influence of the main tillage variants on the indicators of spring barley harvest structural elements has been detected. With the classical tillage, the number of productive stems was the highest and exceeded the variants of the minimum tillage by 12–73 pcs/m^2 or 2.2–15.7 %. The experiment did not reveal a significant effect of tillage variants on the length and number of grains in the spike. The maximum crop yield (4.16 t/ha) was obtained by carrying out shelf plowing to a depth of 20–22 cm under spring barley. With the minimum tillage (depth of 10–12 cm) and Mini-till technology, the crop productivity was by 0.13–0.17 t/ha or 3.4–4.1 % less in comparison with the technology of classical tillage. Under No-till system, a significant decrease in barley grain yield as compared with shelf plowing to a depth of 20–22 cm was observed during 2016–2018, and in 2019–2020 of the studies, the difference between these variants in terms of productivity was within the LSD (least significant difference).

***Key words**: spring barley (Hordeum vulgare L.), tillage, Mini-till, No-till, available moisture, yield structure, yield.*

ВПЛИВ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ЗОНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

***В. В. Гангур*[1], *О. І. Лень*[2], *М. В. Гангур*[1]**
[1] Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
[2] Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

Ячмінь ярий (Hordeum vulgare L.) наразі є однією з важливих зернових культур продовольчого й фуражного спрямування. В умовах сьогодення актуальним є питання збільшення врожайності культури з одночасним скороченням ресурсних витрат. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних способів обробітку основного ґрунту на водоспоживання та продуктивність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. Визначення вологозабезпеченості метрового шару ґрунту на час сівби ячменю ярого показало, що за системи No-till порівняно з класичним обробітком ґрунту, вміст доступної вологи в шарі 0–100 см був вищим на 8,8 мм або 5,3 %. У разі проведення мілкого обробітку на глибину 10–12 см і поверхневого обробітку на глибину 6–8 см у системі Mi-till вміст доступної вологи був практично на рівні класичного обробітку ґрунту. Аналогічною була тенденція і на час збирання культури. Встановлено вплив варіантів основного обробітку ґрунту на показники елементів структури врожаю ячменю ярого. За умови класичного обробітку ґрунту кількість продуктивних стебел була найвищою і переважала варіанти мінімального обробітку на 2,2–15,7 %. В досліді не виявлено істотного впливу варіантів обробітку ґрунту на довжину і кількість зернин у колосі. Максимальну урожайність культури (4,16 т/га) одержано за умови проведення під ячмінь ярий полиневого обробітку на глибину 20–22 см. У разі мінімального обробітку ґрунту (глибина 10–12 см) і Mini-till технології продуктивність культури була нижчою порівняно з технологією класичного обробітку ґрунту на 0,13–0,17 т/га або 3,4–4,1 %. При системі No-till істотне зниження врожайності зерна ячменю порівняно з полицевою оранкою на глибину 20–22 см спостерігається впродовж 2016–2018 рр., а 2019–2020 рр., досліджень різниця між цими варіантами за рівнем продуктивності перебувала в межах НІР.

***Ключові слова**: ячмінь ярий (Hordeum vulgare L.), обробіток грунту, Mini-till, No-till, доступна волога, структура врожаю, урожайність.*

Вступ

Цілеспрямоване управління процесами росту і розвитку рослин можливе в разі використання певного набору чинників, які відіграють найбільш важливу роль у формуванні рівня продуктивності посівів, зокрема запровадженням науково обґрунтованих сівозмін, системою якісного і своєчасного обробітку ґрунту, раціональною системою удобрення, використанням на посівах ефективних пестицидів, формуванням сортового складу культур, зважаючи на біокліматичний потенціал регіону [1, 2, 10, 15].

Низка науковців спрямували свій науковий пошук на розв'язання питань щодо покращання технологій вирощування ячменю, зокрема, вибору оптимальних способів обробітку ґрунту, зважаючи на ґрунтові і кліматичні особливості регіонів [3, 14].

Ячмінь ярий належить до групи сільськогосподарських культур, які мають порівняно високі вимоги до агрофізичного стану ґрунту, вмісту в ньому поживних речовин та достатніх запасів продуктивної вологи. Загальновідомо, що на кількісний і якісний рівень цих чинників можна ефективно впливати застосуванням різних систем та способів основного, передпосівного обробітку ґрунту, їх глибиною, а також внесенням оптимальних норм органічних і мінеральних добрив [11]. Наукові дослідження, проведені в умовах зони Степу свідчать, що впродовж осінньо-зимового періоду в разі проведення чизельного і мілкого дискового обробітку ґрунту під ячмінь ярий на глибину 10–12 см, нагромаджувалося продуктивної вологи, відповідно, на 18,1 і 8,8 мм або на 11,9 і 5,8 % більше, ніж на фоні зі звичайною оранкою. Під час проведення досліджень спостерігали збільшення забур'яненості посівів культури на фоні мілкого дискового обробітку ґрунту, що було однією з причин зниження зернової продуктивності ячменю ярого на 0,20–0,46 т/га порівняно із зяблевою оранкою та чизелюванням [16].

У дослідженнях Уманського національного університету садівництва встановлено, що заміна оранки на 20–22 см плоскорізним обробітком ґрунту на ту ж глибину практично не впливає на врожайність ячменю ярого, різниця становила лише 0,08 т/га. Використання ж як основного обробітку дис-

кування на глибину 10–12 см призводило як до істотного зростання забур'яненості посівів, так і зниження зернової продуктивності культури [7].

В умовах Лісостепу Сумської області в разі проведення плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см приріст урожайності зерна ячменю ярого порівняно з оранкою становив 0,31–0,52 т/га через нагромадження більших запасів продуктивної вологи у ґрунті, а також позитивного впливу на агрохімічні властивості ґрунту [4].

Однак упродовж останніх років на виробництві поступово змінюються пріоритети щодо вибору способів обробітку ґрунту на користь технологій, які забезпечують суттєве скорочення витрат праці, часу та енергоносіїв, зокрема через запровадження no-till систем або окремих їх елементів [9].

Дослідження, які проведено на дослідному полі Харківського НАУ імені В. В. Докучаєва впродовж 2016–2018 рр., свідчать, що в період повних сходів у шарі ґрунту 0–30 см вміст продуктивної вологи за умови прямої сівби сівалкою Great Plains CPH-1500 становив 27,1 мм або був вищим порівняно традиційним обробітком (основний обробіток ґрунту здійснювали культиватором-плоскорізом КПЕ-3,8; передпосівну культивацію – культиватором КПС-4, а сівбу – зерновою сівалкою СЗ-3,6) на 0,9 мм або 3,4 %. На час збирання у разі вирощування ячменю ярого за системою No-till вміст вологи в орному шарі ґрунту перевищував контроль на 6,9 мм або 25,9 % [12, 13].

У провінції Альберта (Канада) на чорноземних ґрунтах урожайність ячменю на ділянках з нульовим обробітком ґрунту за умови внесення мінерального азоту була близькою до ділянок з традиційним обробітком. На думку авторів, за умови внесення більших доз азотних добрив, можливо, що врожайність на ділянках з нульовим обробітком ґрунту дорівнювала б або перевищувала б продуктивність культури на варіантах із традиційним обробітком. Вміст вологи у ґрунті був більшим за нульовий обробіток ґрунту порівняно з ділянками із традиційним обробітком ґрунту [21].

За результатами чотирирічного (2010–2014 рр.) польового експерименту з вирощування монокультури ячменю, який проводили на північному сході Іспанії в типовій богарній зоні Середземномор'я, встановлено, що у разі нульового обробітку ґрунту урожай зерна був в 1,0, 1,7 і 6,3 раза вищим, ніж у разі традиційного обробітку впродовж трьох із чотирьох років досліджень у результаті більших запасів вологи у ґрунті до фази кущіння [19, 20].

Іншої думки відносно ефективності способів основного обробітку ґрунту дотримуються М. С. Шевченко, Л. М. Десятник, О. І. Бокун [18], які з'ясували, що зі зменшенням глибини обробітку ґрунту також знижуються витрати вологи рослинами. Посіви ячменю найбільш ефективно використовували вологу з ґрунту за умови полицевої оранки на глибину 20–22 см. Близькими до оранки були показники водоспоживання і урожайності ячменю за умови безполицевого обробітку на глибину 14–16 см. Пряма сівба в необроблений ґрунт виявилася найменш ефективним прийомом як за впливом на урожайність, так і за ефективністю використання вологи рослинами ячменю.

Аналіз літературних джерел свідчить про деякі розбіжності щодо доцільності використання того чи того способу обробітку ґрунту під ячмінь ярий. Тому актуальним питанням є вивчення ефективності способів основного обробітку під цю культуру, зокрема і систем Mi-till, No-till у Лівобережному Лісостепу на фоні стійких тенденцій до змін клімату.

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних способів обробітку основного ґрунту на водоспоживання та продуктивність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу.

Завдання дослідження: вивчити вплив способів обробітку ґрунту на використання вологи посівами ячменю ярого; визначити ефективність способів обробітку ґрунту за впливом на рівень урожайності зерна ячменю ярого.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова впродовж 2016–2020 рр., у стаціонарному досліді, який закладено 2008 р. Ґрунт ділянки, де проводили дослідження, чорнозем типовий малоґумусний важкосуглинковий, із вмістом ґумусу в шарі 0–20 см 4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Кононовою); P_2O_5 в оцтовокислій витяжці – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабокисла (pH сольової витяжки – 6,2).

Погодні умови впродовж періоду вегетації були малосприятливими для ячменю ярого. Ріст і розвиток рослин культури відбувався переважно в умовах дефіциту вологи, опадів і підвищеного температурного режиму в найбільш критичні фенологічні фази. Загалом за вегетаційний період ячменю

ярого (квітень–липень) 2016 р., сума опадів була нижчою від середнього багаторічного показника лише на 5,2 мм, однак у червні та липні недобір опадів становив, відповідно 33,9 і 40,9 мм або 56,5 і 57,6 %. Вегетаційний період 2017 р., характеризувався значним дефіцитом опадів, який порівняно з нормою становив 99,2 мм або 44,7 %. 2018 р., кількість і розподіл опадів упродовж періоду вегетації були близькими до середніх багаторічних показників. Високі температури навесні і влітку та недостатня кількість опадів були обмежуючим чинником формування високого врожаю ячменю ярого. Середньомісячна температура повітря вегетаційного періоду 2016 р., становила 18,6 ºС, що на 2,8 ºС більше норми, а в 2017 і 2018 рр., перевищення середнього багаторічного значення становило, відповідно 1,2 і 3,1 ºС. Температурний режим і вологозабезпеченість весняного періоду 2019 р., сприяли появі дружних сходів ячменю і подальшого його росту та розвитку. Однак умови тепло- та вологозабезпеченості місця проведення досліджень за гідротермічним коефіцієнтом відповідно до класифікації (за Г. Т. Селяниновим, 1928) у червні відносилися до дуже посушливих (ГТК 0,47), у липні – до надпосушливих (ГТК 0,26), що негативно позначилося на рівні зернової продуктивності культури. Погодні умови періоду вегетації 2020 р., були достатньо сприятливими для ячменю як за температурним режимом, так сумою опадів.

Схема польового досліду включала чотири варіанти основного обробітку ґрунту: класичний (застосування в якості основного обробітку оранки на глибину 20–22 см), мінімальний (мілкий дисковий обробіток на глибину 10–12 см), Mi-till (поверхневий дисковий обробіток на глибину 6–8 см), No-till (пряма сівба без попереднього обробітку). Посівна площа ділянки 972 м^2, облікова – 200 м^2. Повторність досліду – чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне.

Обліки та спостереження проводили згідно із загальноприйнятими методиками ведення польових дослідів. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом на час сівби та збирання ячменю ярого [6].

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

Математичний обробіток результатів досліджень проводили, використовуючи дисперсійний аналіз за Б. О. Доспєховим [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Визначення вологозабезпеченості метрового шару ґрунту на час сівби ячменю ярого показало, що в середньому за роки досліджень (2016–2020) перевага за системою обробітку ґрунту No-till. Згідно із системою No-till порівняно з класичним обробітком ґрунту вміст доступної вологи в шарі 0–100 см був більшим на 8,8 мм або 5,3 % (табл. 1). На нашу думку, цьому сприяла залишена на поверхні ґрунту стерня попередньої культури, яка в зимовий період затримувала на полях сніг, що і забезпечило збільшення запасів вологи у ґрунті на фоні системи No-till. У разі проведення мілкого обробітку на глибину 10–12 см і поверхневого обробітку на глибину 6–8 см у системі Mi-till вміст доступної вологи був практично на рівні класичного обробітку ґрунту. До часу збирання ячменю ярого збереглася раніше виявлена тенденція щодо запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту за варіантами обробітку ґрунту. Найбільше доступної вологи залишалося на фоні системи No-till, де різниця порівняно з класичним обробітком ґрунту становила 6,5 мм або 12,7 %.

Дослідження свідчать, що сумарні витрати вологи на одиницю сухої речовини в разі класичної технології основного обробітку ґрунту були на 63,0 м^3/т нижчими порівняно із прямою сівбою. На варіантах мінімального обробітку ґрунту і технології Mi-till сумарні витрати вологи на одиницю сухої речовини були практично однаковими і лише на 2,2–2,7 % вищими відносно контролю.

1. Вплив способів обробітку ґрунту на вміст продуктивної вологи під ячменем ярим, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти основного обробітку ґрунту	Вміст доступної вологи в 0–100 см шарі ґрунту, мм		Сумарні витрати вологи на од. сухої речовини, м^3/т
	на час сівби	на час збирання	
Класичний	165,6	51,1	584
Мінімальний	163,9	53,7	600
Mini-till	162,6	50,5	597
No-till	174,4	57,6	647

Результати досліджень свідчать, що режим вологозабезпечення, який формувався залежно від впливу різних варіантів основного обробітку ґрунту, безпосередньо позначався на показниках елементів структури врожаю ячменю ярого. За умови класичного обробітку ґрунту кількість продуктивних стебел була найвищою і переважала варіанти мінімального обробітку на 12–73 шт./м^2 або 2,2–15,7 % (табл. 2). Варто зазначити, що мінімальне значення цього показника на варіанті з обробітком ґрунту за технологією Mini-till, а верхнє – за No-till. Також за системи No-till рослини ячменю були меншими за висотою на 7,1 %, порівняно з класичним обробітком ґрунту і на 3,1–3,9 % відносно варіантів мінімального обробітку. В досліді не виявлено істотного впливу варіантів обробітку ґрунту на довжину і кількість зернин в колосі. Однак відзначено мінімальне 3,4 % зменшення маси 1000 зернин на фоні No-till, порівняно з контролем.

2. Структурний аналіз снопових зразків ячменю ярого, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти основного обробітку ґрунту	Кількість рослин, шт./м^2	Кількість продуктивних стебел, шт./м^2	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Кількість зерен колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г
Класичний	290	536	80,3	7,5	21,4	47,3
Мінімальний	292	523	77,7	7,5	21,0	46,9
Mini-till	294	524	77,0	7,4	20,6	47,2
No-till	291	463	74,6	7,4	20,4	45,7

Рівень урожайності зерна ячменю ярого за роками досліджень свідчить про неоднозначну реакцію культури на різні технології основного обробітку ґрунту. В середньому за роки досліджень максимальну урожайність культури (4,16 т/га) одержано за умови проведення під ячмінь ярий полиневого обробітку на глибину 20–22 см (табл. 3). У разі мінімального обробітку ґрунту (глибина 10–12 см) і Mini-till технології продуктивність культури була нижчою порівняно з технологією класичного обробітку ґрунту на 0,13–0,17 т/га або 3,4–4,1 %. Максимальне зниження урожайності зерна ячменю ярого спостерігається на варіанті системи No-till. Розмір недобору урожаю ячменю за такої технології порівняно з класичною схемою обробітку ґрунту становить 0,36 т/га або 8,7 %.

3. Урожайність ячменю ярого залежно від технології обробітку ґрунту, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти основного обробітку ґрунту	Роки					
	2016	2017	2018	2019	2020	середня
Класичний	3,14	4,01	4,93	4,01	4,69	4,16
Мінімальний	3,11	3,54	4,79	3,91	4,59	3,99
Mini-till	3,03	3,64	4,87	3,94	4,63	4,02
No-till	2,76	3,24	4,65	3,76	4,58	3,80
НІР $_{0,95}$	*0,35*	*0,11*	*0,12*	*0,30*	*0,14*	–

Водночас за системи No-till істотне зниження врожайності зерна ячменю, порівняно з полицевою оранкою на глибину 20–22 см спостерігається впродовж 2016–2018 рр., а 2019–2020 рр., досліджень різниця між цими варіантами за рівнем продуктивності перебувала в межах НІР. На нашу думку, однією з причин зниження урожайності цієї зернофуражної культури на фоні системи No-till порівняно із класичною технологією основного обробітку ґрунту є недостатня щільність продуктивних стебел культури, яка зумовлена посиленням конкурентних взаємовідносин між рослинами ячменю і бур’янами.

У дослідженнях кафедри загального землеробства Уманського НУС з’ясовано, що уже в перші роки освоєння технології проведення сівби в попередньо необроблений ґрунт, не погіршувались умови вологозабезпеченості посівів гороху, пшениці озимої та ячменю ярого [8]. На сірих лісових опідзолених ґрунтах Правобережного Лісостепу за умови застосування мілкого дискового обробітку ґрунту запаси продуктивної вологи на час сівби ячменю були меншими порівняно з технологією No-Till. Однак використання мінімального обробітку ґрунту в технології вирощування ячменю сприяло збільшенню урожайності зерна ячменю ярого на 0,11–0,44 т/га порівняно з технологією No-till. Проте варто зазначити, що рентабельність виробництва на варіантах No-till була вищою відносно технології мінімального обробітку ґрунту на 1,0–13,0 % [17].

Висновки

Використання системи No-till у технології вирощування ячменю ярого порівняно з іншими способами основного обробітку ґрунту забезпечує покращення акумуляції ґрунтової вологи впродовж осінньо-зимового періоду внаслідок наявності на поверхні ґрунту рослинних залишків попередника. Завдяки цьому формується найвищий вміст доступної вологи у ґрунті на час сівби культури. Встановлено, що урожайність ячменю ярого у разі мінімального обробітку ґрунту (10–12 см) та використання технології Mini-till істотно не поступається показнику на фоні оранки на глибину 20–22 см.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних систем основного обробітку ґрунту на його агрохімічні та агрофізичні показники, забур'яненість посівів ячменю ярого.

References

1. Brazhenko, I. P., Hanhur, V. V., Kramarenko, I. V., Len, O. I., & Udovenko, K. P. (2008.) Polovi sivozminy z korotkoiu rotatsiieiu v skhidnomu Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 25–30 [In Ukrainian].
2. Hanhur, V. V., & Kovalenko, N. P. (2003). Efektyvne rozmishchennia zernovykh kultur v sivozminakh Lisostepu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 4, 35–37 [In Ukrainian].
3. Horbatenko, A. I., Horobets, A. I., & Tsyliuryk, A. I. (2009). Minimalizatsiia obrobitku gruntu pry vyroshchuvanni yaroho yachmeniu v Stepu. *Ahronom*, 4 (26), 40–45 [In Ukrainian].
4. Davydenko, H. A., & Masyk, I. M. (2013). Efektyvnist hruntozakhysnoi tekhnolohii vyroshchuvannia yaroho yachmeniu v umovakh Lisostepovoi zony Sumskoi oblasti. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 11 (26), 91–95 [In Ukrainian].
5. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta*. Moskva: Ahropromyzdat [In Russian].
6. 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].
7. Karnaukh, O. B., Yeshchenko, V. O., Kaliievskyi, M. V., Nakloka, Yu. I., Usyk, S. V., & Koval, H. V. (2019). Zaburianenist posiviv yachmeniu yaroho ta yikh produktyvnist zalezhno vid zakhodiv osnovnoho obrobitku hruntu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 95, 1, 105–115. doi: 10.31395/2415-8240-2019-95-1-105-115 [In Ukrainian].
8. Kozubenko, O. S. (2006). Vplyv variantiv osnovnoho obrobitku gruntu na zapasy dostupnoi volohy pid posivamy tsukrovykh buriakiv, yachmeniu i kukurudzy. *Ahrarna nauka i osvita XXI stolittia: Materialy mizhnarodnoi naukovoi konferentsii*. Uman [In Ukrainian].
9. Maliienko, A. M., & Havrylov, S. O. (2014). Nulovyi obrobitok hruntu – perspektyvy i shliakhy yoho zaprovadzhennia v Ukraini v svitli zahalnykh zakonomirnostei rozvytku ahrarnykh tekhnolohii. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 79, 9–15 [In Ukrainian].
10. Potapenko, L., Skachok, L., & Horbachenko, N. (2018). Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist system udobrennia silskohospodarskykh kultur za dii mikrobnykh preparativ u korotkorotatsiinii sivozmini. *Silskohospodarska Mikrobiolohii*a, 28, 63–69. doi: 10.35868/1997-3004.28.63-69 [In Ukrainian].
11. Saiko, V. F., & Maliienko, A. M. (2007). S*ystemy obrobitku gruntu v Ukraini*. Kyiv: VD «EMKO» [In Ukrainian].
12. Syromiatnykov, Yu. M. (2020). Vplyv sposobiv priamoi sivby na rist, rozvytok i urozhainist zerna yachmeniu yaroho v umovakh Pivnichno-Skhidnoi chastyny Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 4, 2, 296–304. doi: 10.31867/2523-4544/0138 [In Ukrainian].
13. Syromiatnykov, Yu. N. (2018). Pokazately kachestva raboty pochvoobrabatyvaiushchei rykhlytelno-separyruiushchei mashyny. *Selskokhoziaistvennye Mashyny y Tekhnolohyy*, 12 (3), 38–44. doi: 10.22314/2073-7599-2018-12-3-38-44 [In Russian].
14. Tykhonov, N. Y., & Avdeev, A. A. (2015). Sovremennoe sostoianye proyzvodstva yachmenia. *Ahronomyia y Lesnoe Khaziaistvo*, 1 (37), 1–5 [In Russian].
15. Tsentylo, L. V., Tsiuk, O. A., & Melnyk, V. I. (2019). Enerhetychna efektyvnist system udobrennia i obrobitku hurtu. *Bioresursy i Pryrodokorystuvannia*, 11, 3–4, 90–96. doi: 10.31548/bio2019.03.010 [In Ukrainian].
16. Tsyliuryk, O. I., & Shapka, V. P. (2014). Efektyvnist bezpolytsevoho obrobitku hruntu za vyroshchuvannia yachmeniu yaroho v Pivnichnomu Stepu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 25–29 [In Ukrainian].

17. Chernelivska, O. O., Dziubenko, I. M., & Nakonechnyi, V. O. (2018). Vplyv osnovnoho obrobitku hruntu ta systemy udobrennia na produktyvnist yachmeniu yaroho. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 85, 76–81 [In Ukrainian].

18. Shevchenko, M. S., Desiatnyk, L. M., & Bokun, O. I. (2020). Dynamika zapasiv produktyvnoi volohy v hrunti ta urozhainist yachmeniu yaroho zalezhno vid obrobitku hruntu i dobryv. *Zernovi Kultury*, 4 (1), 160–166. doi: 10.31867/2523-4544/0120 [In Ukrainian].

19. Bonilla, D. P., Martínez, C. C., Bareche J., Arrúe, J. L., Lampurlané, J., & Fuentes, J. Á. (2017). Do no-till and pig slurry application improve barley yield and water and nitrogen use efficiencies in rainfed Mediterranean conditions? *Field Crops Research*, 203, 74–85. doi: 10.1016/j.fcr.2016.12.008

20. Bonilla, D. P., Martínez, C. C., Bareche, J., Arrúe, J. L. & Fuentes, J. Á. (2014). Soil carbon dioxide and methane fluxes as affected by tillage and N fertilization in dryland conditions. *Plant and Soil*, 381 (1/2), 111–130. doi: 10.1007/s11104-014-2115-8

21. Nyborg, M., & Malhi, S. S. (1989). Effect of zero and conventional tillage on barley yield and nitrate nitrogen content, moisture and temperature of soil in north-central Alberta. *Soil and Tillage Research*, 15 (1–2), 1–9. doi: 10.1016/0167-1987(89)90059-7

Стаття надійшла до редакції 21.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Лень О. І., Гангур М. В. Вплив мінімалізації обробітку ґрунту на вологозабезпечення та продуктивність ячменю ярого в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 128–134.

© Гангур Володимир Васильович, Лень Олександр Іванович, Гангур Микола Володимирович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 635.655:631.526.32 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.16**

DROUGHT-RESISTANT SOYBEAN VARIETIES FOR STEPPE AND FOREST-STEPPE OF UKRAINE

L. H. Biliavska* ORCID 0000-0003-3856-7718
Yu. V. Biliavskyi ORCID 0000-0002-8909-5127
A. A. Diyanova ORCID 0000-0003-2635-3659
N. V. Mirny

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: Bilyavska@ukr.net

How to Cite

Biliavska, L. H., Biliavskyi, Yu. V., Diyanova, A. A., & Mirny, N. V. (2021). Drought-resistant soybean varieties for Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 135–140. doi: 10.31210/visnyk2021.01.16

The article presents the results of analyzing the current state of soybean production. The best companies producing soybean seeds in Ukraine have been identified "Soievyi Vik" scientific seed breeding company, the National Scientific Centre the "Institute of Arable Farming of the National Academy of Agrarian Sciences", Plant Breeding and Genetics Institute – the National Centre for Seed Breeding and Cultivar Studying of the National Academy of Agrarian Sciences, and Poltava State Agrarian Academy have a high rating among the national scientific breeding institutions. Indicators of soybean yield in all regions of Ukraine have been given. In connection with global climate change, it is necessary to test varieties of different ecological and geographical origin in production conditions, to determine their peculiarities, economically valuable features that characterize compliance with specific climatic zones of Ukraine. It has been established that climatic characteristics of Poltava region, which is located in the Forest-Steppe of Ukraine, have become more arid according to the analysis of many-year meteorological observations. The dynamics of indicators of soybean gross harvest in Poltava region for the period of 2002–2020 has been analyzed taking into account the amount of precipitation during the growing season. In the modern conditions of market transformations and innovation processes in the agro-industrial complex, the problems concerning further strategy of developing and increasing the effectiveness of the national system of soybean production in Ukraine has remained unsolved. The number of certified farms for soybean seed production in Ukraine is decreasing. The following soybean varieties have been created in the research laboratory of Breeding, seed production and varietal agro-technology of soybean at Poltava State Agrarian University: Almaz, Antratsyt, Adamos, Aleksandryt, Akvamaryn and Avantiuryn. These varieties are included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Spreading in Ukraine. Indicators of agricultural suitability of these varieties and their advantages have been presented. Varieties of Poltava selection are drought-resistant, resistant to diseases and pests, do not lodge, and beans do not crack at seed maturing. The peculiarities of the varieties are rapid moisture transmission at the time of seed maturation, high protein and oil content. These varieties are guaranteed preceding crops for winter crops in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. According to the results of production testing on "Hryha" farm in Poltava district of Poltava region, it has been established that the varieties of Poltava State Agrarian Academy compete well with new varieties of foreign selection.

Key words: *breeding (selection), varieties, seed growing, yield, sown areas, gross harvest, seed production*

СОРТИ СОЇ ДЛЯ СТЕПУ ТА ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський, А. О. Діянова, М. В. Мирний
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведено результати аналізу сучасного стану виробництва сої. Виявлено кращі компанії-виробники насіння сої в Україні. Показано, що серед національних наукових селекційних установ, високий рейтинг мають Наукова селекційно-насінницька фірма «Соєвий вік», Національний науковий центр Інститут землеробства НААН, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН та Полтавська державна аграрна академія МОН. Надано показники врожайності сої в усіх областях України через глобальні зміни клімату необхідно випробовувати сорти різного еколого-географічного походження у виробничих умовах, встановлювати їхні особливості та господарсько-цінні ознаки, які характеризують відповідність до конкретних кліматичних зон України. За результатами аналізу багаторічних метеоспостережень встановлено, що кліматичні характеристики Полтавської області, яка розташована в Лісостепу України, стали більш посушливими. Проаналізована динаміка показників валових зборів сої в Полтавській області за період 2002–2020 рр. на тлі кількості опадів за вегетаційний період. У сучасних умовах ринкових перетворень та інноваційних процесів у агропромисловому комплексі залишаються проблеми з подальшою стратегією розвитку та підвищення ефективності національної системи насінництва сої в Україні. Зменшується кількість паспортизованих господарств із виробництва насіння сої в Україні. У науково-дослідній лабораторії «Селекції, насінництва та сортової агротехніки сої» Полтавської державної аграрної академії створено сорти сої Алмаз, Антрацит, Адамос, Александрит, Аквамарин, Авантюрин, які занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Представлені показники сільськогосподарської придатності цих сортів та їхні переваги. Сорти полтавської селекції вирізняються посухостійкістю, стійкістю до хвороб і шкідників, не вилягають, при достиганні насіння боби не розтріскуються. Особливістю сортів є швидка віддача вологи на час достигання насіння, високий вміст протеїну та олії. Ці сорти є гарантованими попередниками для озимих культур у Степу і Лісостепу України. За результатами виробничого випробування в умовах ФГ «Грига», що в Полтавському районі Полтавської області, встановлено, що сорти ПДАУ добре конкурують з новими сортами іноземної селекції

Ключові слова: *селекція, сорти, насінництво, урожайність, посівні площі, валовий збір, виробництво насіння.*

Вступ

На 2020 рік у Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні, зареєстровано 247 сортів сої [*Glycine max* (L.) Merrill]. Сорти української селекції становлять 80 % [1]. Для ефективного використання біологічного і генетичного потенціалу сортів їх потрібно висівати в найбільш сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах. Через зміни клімату відбуваються зміни й у так званому «соєвому поясі». Значно зросли площі та урожайність цієї культури в Поліссі. Це пов'язано з оптимальним водним, світловим і тепловим режимом [2, 3]. Відповідно зростає частка рекомендованих сортів для Полісся та скорочується – для зони Степу. Зміни клімату спонукають українських селекціонерів створювати сорти сої, максимально пристосовані до екстремальних (стресових) умов зон вирощування [4].

Вибираючи сорти для Степу та Лісостепу України, обов'язково слід враховувати їхню чутливість до строків сівби, стійкість до несприятливих умов, вилягання, розтріскування та здатність максимально реалізовувати генетичний потенціал у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [5–7].

До «соєвого поясу» можна віднести регіони, де вегетаційний період становить 100–140 діб, випадає 450–600 мм опадів, сума ефективних температур (СЕТ>10 °С) 1400–1800 °С, сума активних температур – у межах 2000–3000 °С.

Сорт є надзвичайно важливим фактором у виробництві сої і найбільш доступним та дешевим засобом підвищення врожайності [8–10]. Більшість сучасних сортів характеризується вузькою екологічною пристосованістю та придатні для вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах певної географічної широти [11]. Вирощування їх в інших зонах соєсіяння може призвести до зміни

вегетаційного періоду, зниження урожайності та погіршення хімічного складу насіння, стійкості проти шкідливих організмів та ін. Генетичний потенціал сучасних сортів необхідно використовувати раціонально в усіх зонах соєсіяння [1, 12].

За даними Українського інституту експертизи сортів рослин, максимальну урожайність за період 2010–2017 рр. мали лише 5 сортів сої: «Sigalia» (Франція) – 5,4 т/га, «Kofu» (Канада) – 5,03 т/га, «Естафета» (Україна) – 5,07 т/га, «Терек» (Україна) – 5,06 т/га та «Авантюрин» (Україна) – 5,11 т/га. У 2013 р. сорт «Аквамарин» сформував урожайність 4,62 т/га [13].

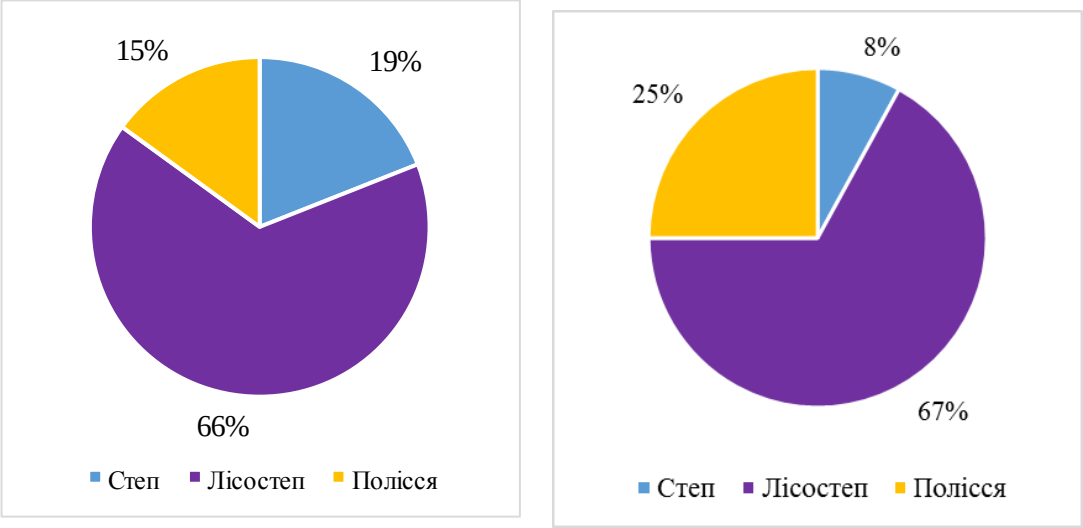
Метою наших досліджень є створення високоврожайних сортів сої для Степу та Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проведені в умовах ФГ «Грига» Полтавської області (2017–2019 рр.). Ґрунт – чорнозем опідзолений легкосуглинковий. Кислотність ґрунту слабокисла (pH 6,0). Спостереження та обліки проводили згідно із загальноприйнятими методиками відповідно до Державних стандартів України та методичних вказівок Державної комісії із сортовипробування [14–18].

Результати досліджень та їх обговорення

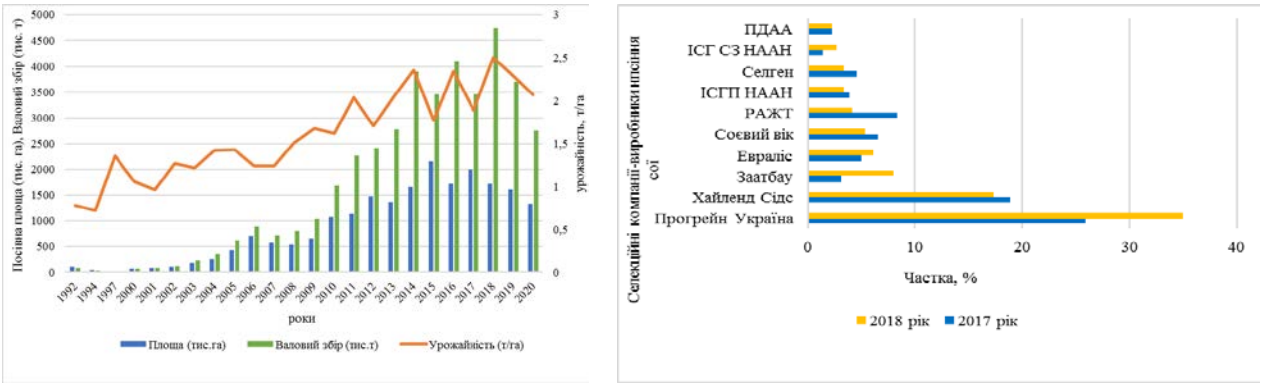
В Україні посіви сої до 2014 р. були сконцентровані в зоні Лісостепу (66 %), у Степу – 19 %, у Поліссі – 15 % (рис. 1 а.). За період з 2016–2020 рр. відбулося збільшення посівних площ у Поліссі та скорочення – у Степу вдвічі (рис. 1 б.).



а. б.

Рис. 1. Структура посівних площ сої в Україні: а – 2009–2014 рр., б – 2015–2020 рр.

У Лісостепу спостерігається збільшення врожайності культури. Швидкі темпи збільшення валових зборів відмічено у Хмельницькій, Чернівецькій, Вінницькій, Сумській, Житомирській областях. Скорочення посівних площ під соєю в областях України порівняно з 2017 р., відмічено в Луганській на 59,1 %, у Дніпропетровській – на 47,7 %, у Миколаївській на 43,2 %, у Харківській – на 36,5 %, Одеській – на 29 %, у Кіровоградській – на 27,3 %. Головна причина цього явища – доповнення до Закону України № 2245-VIII від 21 грудня 2017 року, згідно з якими з 1 вересня 2018 року до 31 грудня 2021 року скасовується бюджетне відшкодування ПДВ при експорті сої [19]. Це жорстко вплинуло на скорочення посівних площ, а головне – на зменшення частки сортів традиційної селекції. Внаслідок цього зменшився попит на сорти національної селекції, що негативно вплинуло на ефективність національної системи насінництва. Виробництво сої в Україні доволі нестабільне (рис. 2 а.). Її врожайність за період 1992–2020 рр. коливалось у межах 1,7–2,4 т/га. Серед національних селекційних установ високий рейтинг (2017–2018 рр.) мають лише 4: Селекційно-насінницька фірма «Соєвий вік», Національний науковий центр Інститут землеробства НААН, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН та Полтавська державна аграрна академія МОН [20]. Але їх частка з кожним наступним роком поступово зменшується (рис. 2 б.).



а. б.

Рис. 2. Динаміка виробництва сої 1992–2020 рр. (а.) та кращі селекційні компанії-виробники насіння сої в Україні 2017–2018 рр. (б.)

2020 року в областях України отримані наступні врожаї (рис. 3). На їх варіювання впливали погодні умови [3, 21] (рис. 4).

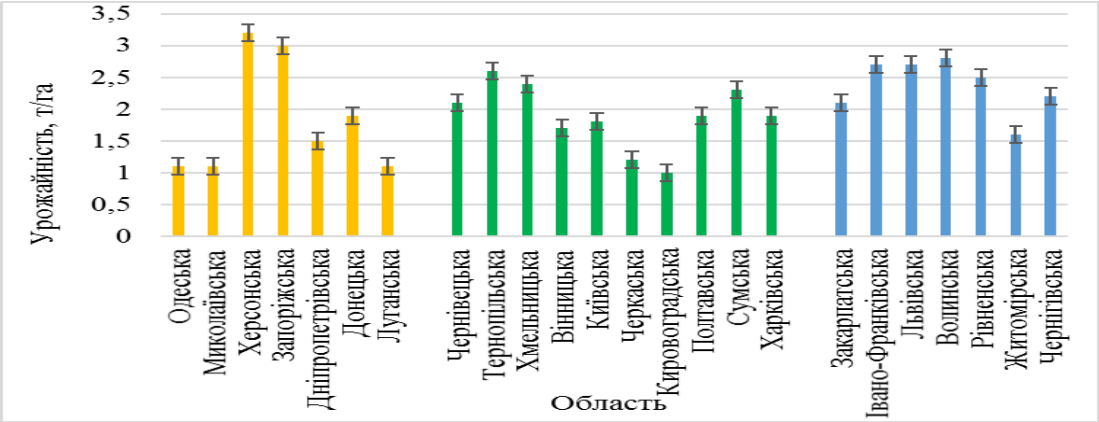


Рис. 3 Показники урожайності сої по областях у кліматичних зонах України, 2020 р.

Зокрема на Полтавщині кількість опадів за вегетаційний період коливалась у межах 220–430 мм, за середньої багаторічної – 268 мм. За останні 17 років спостережень клімат Полтавської області стає більш посушливим. Це вимагає від селекціонерів створення сортів, які краще адаптовані до посушливих умов вирощування, мають важливі господарсько-цінні ознаки і властивості та формують високий урожай.

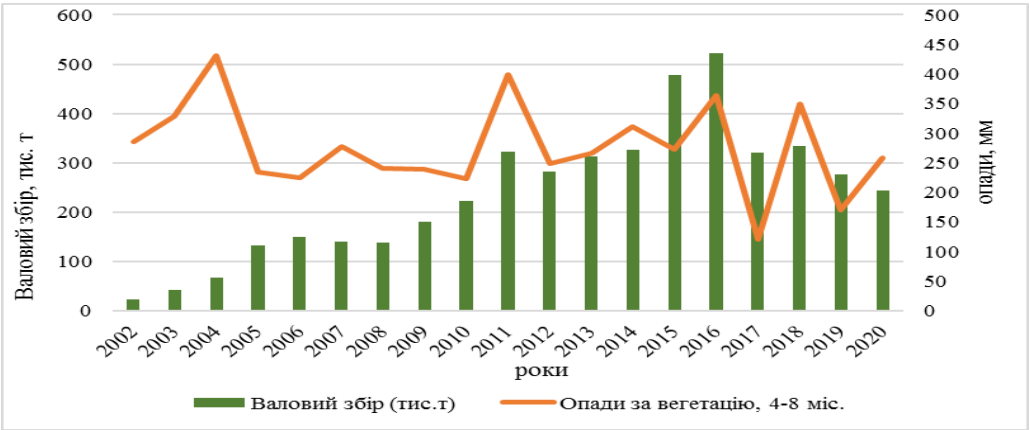


Рис. 4. Динаміка показників валових зборів сої в Полтавській області (2002–2020 рр.) на тлі кількості опадів (мм) за вегетацію (4–8 місяці)

В умовах недостатнього зволоження протягом вегетаційного періоду важливим є використання дуже ранньостиглих і скоростиглих сортів. Полтавська державна аграрна академія єдина із закладів вищої освіти, яка веде селекційну роботу з унікальною культурою – соєю. Селекціонери лабораторії селекції, насінництва і сортової агротехніки створили низку сортів із високою адаптивністю та стабільністю, які відрізняються показниками господарської придатності (табл.).

Сорти сої, що занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, 1998–2015 рр.

Сорт	Зона вирощування*	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Урожайність, т/га	Вміст у насінні, %	
				білка	жиру
Аметист	СЛ	100–105	2,7–2,8	38–40	19–22
Агат	СЛ	135–150	2,7–3,2	39–41	22–23
Артеміда	С	120–125	2,2–2,7	38–39	19–20
Алмаз	Л	100–105	2,6–3,0	37–39	24–26
Вінні	СЛ	112–127	2,4–2,8	38–39	19–20
Вежа	С	104–120	2,4–2,7	39–40	19–20
Антрацит	С	95–105	3,0–4,0	37–39	24–26
Александрит	СЛП	95–100	2,7–3,3	37–39	19–22
Адамос	СП	95–100	3,2–3,5	38–40	22–25
Авантюрин	Л	98–100	3,0–3,2	38–39	21–22
Аквамарин	ЛП	98–100	3,0–3,2	42–43	21–22

Примітки: *кліматична зона: С – Степ, Л – Лісостеп, П – Полісся.

Найвищу цінність становлять скоростиглі сорти – Алмаз, Антрацит, Адамос, Александрит, Аквамарин, Авантюрин. Згідно із даними державного сортовипробування, для Степу рекомендовано сорти Аметист, Антрацит, Адамос; для Лісостепу – Аметист, Алмаз, Авантюрин, Аквамарин.

У ФГ «Грига», яке розташоване в Полтавському районі Полтавської області, з 2007 року щорічно проводять виробниче сортовипробування нових сортів сої. Узагальнення отриманих результатів показало, що полтавські сорти перевищували стандарт Александрит у середньому на 0,1–0,2 т/га, сорти Інституту землеробства – на 0,05–0,1 т/га. Іноземні сорти перевищують стандарт на +0,14–0,31 т/га, але мають більший вегетаційний період і вищу збиральну вологість насіння. Це є доказом того, що українські сорти складають гідну конкуренцію зарубіжним сортам.

Висновки

Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні, дає потенційному споживачеві можливість вибору сортів сої для різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування. Вдало підібраний сорт значно компенсує негативний вплив на очікуваний урожай. Випробування нових сортів у виробничих умовах дає змогу вибрати з числа рекомендованих ті сорти, які найбільш відповідають виробничим потребам конкретного господарства. Сорти скоростиглої групи – Алмаз, Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин і Аквамарин – рекомендуємо для умов Степу та Лісостепу України.

Перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз статистичних даних та оцінювання результатів селекційних інноваційних досягнень дасть змогу оптимально ефективно розміщувати й висівати перспективні і конкурентоспроможні українські сорти сої. Поширення сортів полтавської селекції в зонах Степу та Лісостепу України дозволить одержувати стабільно високий урожай культури сої високої якості.

References

1. Informatsiino-dovidkova systema «Reiestr sortiv. Retrived from: http://service.ukragroexpert.com.ua/index.php [In Ukrainian].

2. Biliavska, L. H. (2020). Selektsiino-henetychne polipshennia soi v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Extended abstract of doctor's thesis*. Dnipro [In Ukrainian].

3. Biliavska, L. H., & Biliavskyi, Yu. V. (2020). Adaptyvnyi potentsial sortiv soi v umovakh zminy klimatu. «*Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity» zbirnyk tez III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (cherven 2020 r.)*. Kyiv [In Ukrainian].

4. Biliavska, L. H. (2009). Suchasni napriamy ta zavdannia v selektsii soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 38–40 [In Ukrainian].

5. Biliavska, L. H. (2008). Aspekty adaptyvnoi selektsii soi v umovakh zminy klimatu. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 61, 10–16 [In Ukrainian].

6. Beliavskaia, L. H., & Pylypenko, A. V. (2010). Selektsyia soy v Poltavskoi hosudarstvennoi ahrarnoi akademyy. *Upravlenye produktsyonnym protsessom v ahrotekhnolohyiakh 21 veka: realnost y perspektyvy: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashennoj 35-letyiu obrazovanyia Belhorodskoho NYYSKh. (15–16 yiulia 2010 h.)*. Belhorod: «Otchyi krai» [In Russian].

7. Petrychenko, V. F., Babych, A. O., & Ivaniuk, S. V. (2006). Vplyv ahroklimatychnykh faktoriv na produktyvnist soi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 2, 19–23 [In Ukrainian].

8. Petrychenko V. F., Lykhochvar V. V., Markov, V. L., Lisikova, V. P., & Zharkova, O. Yu. (2016). *Soia – kultura unikalnykh mozhlyvostei*. Kyiv: Yunivest Media [In Ukrainian].

9. Biliavska, L. H., & Pylypenko, O. V. (2016). Porady shchodo vyboru sortu soi dlia vyrobnyka. *Agroexpert*, 3 (92), 26–27 [In Ukrainian].

10. Zelentsov, S. V., & Moshnenko, E. V. (2012). Puty adaptatsyy selskoho khoziaistva Rossyy k hlobalnыm yzmenenyiam klymata na prymere ekolohycheskoi selektsyy soy. *Nauchnyj dyaloh*, 7, 40–59 [In Russian].

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

12. Sychkar, V. Y. (1990). Selektsyia soy na adaptyvnost k faktoram vneshnei sredy. *Extended abstract of doctor's thesis*. Odessa [In Ukrainian].

13. Vaskivska, S. V., Orlenko, N. S., Tkachyk, S. O., & Khudolii, L. V. (2018). Features of the Ukrainian soybean market. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (4), 422–430. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151911 [In Ukrainian].

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

15. Tkachyk, S. O. (Red.). (2011). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini: Zahalna chastyna: 3 vydannja*. Kyiv [In Ukrainian]

16. Volkodav, V. V. (Red.). (2001). M*etodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Oliini, tekhnichni, priadyvni ta kormovi kultury*. Kyiv [In Ukrainian]

17. Tkachyk, S. O. (Red.). (2017). *Metodyky provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva: 3 vydannja*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian].

18. Kyienko, Z. B., Khomenko, T. M., Prysiazhniuk, L. M., Dikhtiar, I. O., Dymytrov, S. H., Dzhulai, N. P., Smulska, I. V., Sonets, T. D., Volovyk, H. V., Kolesnichenko, O. V., Ivanytska, A. P., Liashenko, S. O., Chukhlieb, S. L., Shcherbynina, N. P., & Topchii, O. V. (2019). *Klasyfikator pokaznykiv yakosti botanichnykh taksoniv, sorty yakykh prokhodiat ekspertyzu na prydatnist do poshyrennia*. Vinnytsia: TOV «Tvory» [In Ukrainian].

19. Byznes pryzuvaet vosstanovyt spravedlyvue uslovyia konkurentsyy na runke soy y rapsa v Ukrayne (ot 13.05.2020 r.). (2020). «*Ahro Perspektyva*». Kyev. Retrived from: https://www.agroperspectiva.com/ru/news/179217 [In Russian].

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

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

Стаття надійшла до редакції 22.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 135–140.

© Білявська Людмила Григорівна, Білявський Юрій Вікторович, Діянова Анна Олександрівна, Мирний Микола Валерійович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 635 : 551.582 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.17**

AGRO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF IRRIGATED TOMATOES PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF CLIMATE WARMING

A. M. Polevoy ORCID 0000-0002-0049-7024
L. E. Bozhko ORCID 0000-0002-1485-4707
E. A. Barsukova* ORCID 0000-0002-9054-142X
A. V. Tolmachova ORCID 0000-0002-9340-5028

Odessa State Environmental University, 15 Lvivska St., 65016, Odessa, Ukraine
**Correspondent author*
E-mail: lena5933@ukr.net

How to Cite

Polevoy, A. M., Bozhko, L. E., Barsukova, E. A., & Tolmachova, A. V. (2021). Agro-ecological assessment of irrigated tomatoes productivity in conditions of climate warming. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 141–148. doi: 10.31210/visnyk2021.01.17

This article presents the study results of the formation of irrigated tomatoes productivity in the Southern Steppe regions of Ukraine in the conditions of climate warming. The assessment of the impact of climate warming and irrigation rates on tomato productivity was performed based on comparing agro-ecological conditions of two periods: the first – 1961–1995, the second – 1996–2015. Calculations were performed using the model of assessing agro-climatic conditions of crop productivity formation proposed by A. M. Pol'ovyy. It has been established that during the whole vegetation period of tomatoes the average air temperatures values per decade were higher by 1.2–1.3 °C on the average during the period from 1995 to 2015 than during the period of 1961–1995. Deviations from the second decade of July till the third decade of September were especially noticeable, as the temperatures for the second period were by 1.9–2.2 °C higher. The average amount of precipitation per decade during the growing season of tomatoes decreased slightly in the second period – by 13 mm. Given that the rates of irrigation were the same in both periods and averaged to 3,500 m^3/ha, a slight decrease in rainfall did not cause the deterioration of plants' moisture supply. Elevated temperatures throughout the growing season in the second study period led to an increase in total evaporation levels. This increase is especially noticeable starting from the fourth decade of the growing season. Elevated air temperatures and good moisture content of crops in the second study period resulted in the tomatoes dry weight increase. Throughout the growing season, the increase in dry matter per decade during the second period was much higher than during the first, resulting in the increased vegetable yield. Calculations of tomato productivity at different irrigation rates in the second period have allowed to establish that, under the conditions of warming, water consumption per total evaporation increases and the highest values of tomatoes' dry weight is accumulated at the irrigation rate of 4,000 m^3/ha. During the first period, maximum increases were observed at irrigation rates of 3,500 m^3/ha. In case of increasing the irrigation rate to 4,500 m^3/ha, soil waterlogging occurs, which negatively affects the formation of vegetable yields, leads to the development of plant diseases, vegetable rot, worsening their quality. This confirms the opinion of leading scientists that the optimal rate of irrigation for tomatoes is the rate at which the ratio of total evaporation volume to evaporation level is 0.8–0.9 relative units.

Key words: *tomatoes, air temperature, total evaporation, evaporation, moisture supply, irrigation rates, yield.*

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ТОМАТІВ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ

А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, О. А. Барсукова, А. В. Толмачова
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

У статі наводяться результати дослідження формування продуктивності зрошуваних томатів в областях Південного Степу України в умовах потепління. Оцінка впливу потепління клімату і норм зрошення на продуктивність томатів виконувалась на основі порівняння агроекологічних умов двох періодів: 1 – 1961–1995 рр., 2 – 1996–2015 рр. Розрахунки виконувались із використанням моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур, запропонованої А. М. Польовим. Встановлено, що впродовж усього вегетаційного періоду томатів значення середніх за декаду температур повітря в період з 1995 по 2015 рік були вищими в середньому на 1,2–1,3 °С, ніж у період 1961–1995 рр. Особливо помітні відхилення з другої декади липня до третьої декади вересня, коли температури за другий період були вищими на 1,9–2,2 °С. Середні за декаду суми опадів за вегетацію томатів зменшились у другий період несуттєво – на 13 мм. Зважаючи, що норми зрощення були однаковими в обох періодах і становили в середньому 3500 м^3/га, то незначне зменшення сум опадів не спричинило погіршення вологозабезпечення рослин. Підвищені температури впродовж усієї вегетації у другому досліджуваному періоді призвели до зростання сумарного випаровування. Особливо помітні збільшення його, починаючи з четвертої декади вегетації. Підвищені температури повітря і добра вологозабезпеченість посівів у другому досліджуваному періоді сприяла зростанню накопичення сухої маси томатів. Упродовж усього періоду вегетації наростання сухої маси щодекадно у другий період було значно вищим, ніж у перший, що своєю чергою сприяло підвищенню врожаю плодів. Розрахунки продуктивності томатів при різних нормах зрошення у другий період дали змогу встановити, що в умовах потепління підвищуються витрати води на сумарне випаровування і найвищі значення сухої маси томатів накопичуються при нормі зрошення 4000 м^3/га. В першому періоді максимальні прирости спостерігались за умови норми зрошення 3500 м^3/га. В разі збільшення норми зрошення до 4500 м^3/га спостерігається перезволоження ґрунту, яке несприятливо впливає на формування врожаю плодів, сприяє розвитку захворювань рослин, загниванню плодів, що погіршує їх якість. Це підтверджує висновок провідних учених, що оптимальною нормою зрошення для томатів є норми, за яких спостерігається співвідношення сумарного випаровування до випаровуваності на рівні 0,8–0,9 відн. од.

***Ключові слова**: томати, температура повітря, сумарне випаровування, випаровуваність, вологозабезпечення, норми зрошення, урожайність.*

Вступ

Овочівництво – це галузь сільськогосподарського виробництва, яка повинна впродовж року забезпечити кількість овочів, необхідних для здоров'я людини. Споживання овочів на душу населення постійно зростає і на сьогодні воно становить 160–200 кг на рік. Ґрунтово-кліматичні умови України сприяють вирощуванню широкого асортименту овочевих рослин. Найбільшу питому вагу в овочівництві України займає група плодових овочів, які вирощуються для споживання плодів у технічній чи біологічній стиглості. Серед них найбільшим попитом користується томат.

Томат відноситься до сімейства пасльонових і є однією із найбільш розповсюджених овочевих культур в Україні. Посівні площі томата за розмірами поступаються тільки капусті. По території України за напрямом з північного заходу на південний схід співвідношення розмірів посівних площ томата і капусти змінюється, посівні площі томата поступово перевищують посівні площі капусти і в Південному Степу займають перше місце серед інших овочевих культур. Родючі ґрунти, забезпеченість рослин світлом та теплом сприяють отриманню високих врожаїв томатів, але при цьому культура страждає від нестачі вологи. Тому в посушливих умовах Степової зони томати вирощуються переважно в умовах зрошення [1–3].

Велика роль у репродуктивному розвитку томатів належить умовам вирощування. Рано та рясно цвітуть томати при вирощуванні їх у ранній культурі із застосуванням плівкового укриття, на другому місці – рання культура без застосування укриття, на третьому – звичайна розсадна культура і на останньому – безрозсадна культура. Для рівномірного надходження урожаїв у районах Південного Степу

рекомендується відводити під розсадні томати 65–70 % усієї площі та не менше 15 % вирощувати за типом ранньої культури. При цьому скоростиглі та середньостиглі сорти вирощувати у співвідношенні 1 : 1. На крайньому півдні питому вагу ранніх томатів можна збільшувати до 20 – 30 % [7, 10].

Постійне зростання попиту на овочі примушує спеціалістів сільськогосподарського виробництва впроваджувати заходи для забезпечення овочами більш тривалий період року, підвищення врожайності томатів, розширення їхнього асортименту шляхом вирощування томатів різного ступеня стиглості, поліпшення якості плодів, ефективнішого використання поливних і заплавних земель, створення спеціалізованих зон для вирощування овочів, тощо [27].

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від великої кількості факторів. За системним їх охопленням ці фактори можна класифікувати. Всі екологічні фактори поділяють на дві основні групи: 1) ресурси, які безпосередньо використовуються рослиною (сонячна енергія, вода, елементи мінерального живлення, вуглекислий газ і кисень повітря та ін.); 2) умови, які впливають на життєдіяльність рослин, (температура повітря і ґрунту, кількість і розподіл атмосферних опадів, гранулометричний склад ґрунту, його кислотність, норми і способи зрошення, тощо). В умовах зрошення на врожай рослин впливають усі вищезазначені фактори, а також і такі біологічні властивості культури, як особливості розподілу кореневої системи, вологолюбність, посухостійкість, відношення до бур'янів, потреба в підживленні, тощо [2].

Розвитку овочівництва сприяли чисельні дослідження видатних учених овочівників, фізіологів, меліораторів. Серед них потрібно відзначити таких, як В. І. Едельштейн, А. С. Кружилін, Г. В. Лебедєв, Х. С. Даскалов, Н. В. Колєв, П. І. Журбицький, Т. Біггс, Д. Д. Брежнєв, Д. А. Штойко, М. Ф. Куликова, А. І. Костяков, І. М. Аванесян, І. Д. Федоренко, І. Д. Паненко, С. С. Ванесян, А. М. Меньших і ін. Великий внесок у розвиток овочівництва у степовій зоні України внесли дослідження вчених науково-дослідних інститутів зрошуваного землеробства і овочівництва в Молдавії (м. Тирасполь) і в Україні (м. Херсон). Варто відзначити, що дослідження вчених стосуються не тільки вирощування овочів у полі, а й у закритому ґрунті.

Дослідження вчених стосуються різних аспектів томатної рослини, а саме: географічного розповсюдження томата, морфології та біології рослини, її анатомічної будови, біохімії плодів, впливу навколишнього середовища на фізіологічні процеси та фотосинтез рослин, на створення та впровадження нових більш урожайних сортів, агротехніку вирощування, впливу шкідників і хвороб на продуктивність томата [10, 11]. Дослідження [6, 12] присвячені широкому колу питань морфології томатної рослини, її анатомічної будови, біохімії плодів томата, біології розвитку рослин та її відношення до факторів навколишнього середовища, агротехніки вирощування, шкідників і хвороб томата. На сучасному етапі розвитку овочівництва актуальним є питання якості плодів томата. Цьому присвячені роботи [8, 10, 11]. Питання агротехніки вирощування томата, сучасних технологій в овочівництві, впливу погодних умов на якість плодів томата висвітлювались у роботах [12, 18]. Наводяться також результати досліджень впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку і продуктивність овочевих, зокрема і томата в різних природно-кліматичних зонах України, висвітлюються особливості споживання води томатами та наводиться виконане агрокліматичне районування території України щодо вирощування томата [2]. Однією з характерних рис овочівництва в сучасності є інтенсифікація цієї галузі шляхом використання сучасних технологій, підвищення частини ранніх овочів у відкритому ґрунті, будівництва зрошувальних систем, широкого застосування добрив та заходів боротьби з бур'янами, екологічній оцінці вмісту нітратів в овочевих культурах, тощо. Цьому присвячені роботи [19, 21, 27, 29].

Світова наукова спільнота багато уваги приділяє питанням впливу органічних і мінеральних добрив на продуктивність томатів та якість їх плодів [17, 28, 29]. Питанням економічної ефективності вирощування томатів присвячені роботи [19, 20].

У зрошуваному землеробстві особливу увагу звертають на ґрунтові умови (швидкість поглинання води ґрунтом, якість зрошувальної води, вміст питомих речовин, рельєф території і ін.); природно-кліматичні умови (особливості режиму вітру, кількість опадів, випаровування, термічний режим і можливість пошкодження рослин заморозками); особливості сільськогосподарської культури (тип кореневої системи, особливості розповсюдження коріння, вимоги до забезпечення теплом та вологою, посухостійкість, відношення до бур'янів, потреба у підживленні питомими речовинами) [4, 5]. Багато досліджень присвячено вивченню впливу способів і норм зрошення на формування продукти-

вності томата, особливостям витрат води рослинами при зрошенні Встановлено, що споживання води сільськогосподарськими рослинами при застосуванні зрошення зростає [13,14, 20, 22].

Водоспоживання рослин – це кількість води, яка витрачається посівами за вегетаційний період. На величину водоспоживання рослин впливають біологічні особливості рослин, гідрометеорологічний режим упродовж вегетації та типи ґрунтів. Крім того, сумарне споживання води томатами залежить також від сорту томатів, поливного режиму і агротехніки вирощування [13, 22].

Існуючі методи застосування гідрометеорологічних факторів при встановленні потреб рослин у воді засновуються переважно на врахуванні випаровуваності, яка розраховується за відомими формулами з використанням стандартної метеорологічної інформації. В польових умовах витрати води на сумарне випаровування *E* при безперебійному надходженні води до коріння теж розглядається як вологопотреба рослин [2, 22].

Водоспоживання рослин прирівнюється до сумарного випаровування *E*, яке складається із транспірації рослин E_m та випаровування із поверхні ґрунту $E_г$. [4, 5, 13, 22].

Наприкінці минулого століття і на початку поточного наукова спільнота зазначала про суттєве потепління клімату, яке в сучасних умовах спричинило зміну стану навколишнього середовища, що, своєю чергою, сприяло значній зміні агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур [9, 15, 23, 24]. Зміна кліматичних умов спричинить зміну формування продуктивності сільськогосподарських культур.

Мета дослідження полягає в оцінці агроекологічних умов формування продуктивності томатів в умовах потепління.

Матеріали і методи досліджень

Для дослідження використовувались середні багаторічні матеріали спостережень за продуктивністю томатів та метеорологічними елементами у Степовій зоні України за два періоди: 1 – період з 1961 по 1995 рр., 2 – з 1996 по 2015 рр. Для розрахунків показників впливу навколишнього середовища на формування кліматично забезпечених урожаїв сільськогосподарських культур використовуються математичні моделі [15, 23, 24]. Для оцінки продуктивності томатів використовувалась математична модель оцінки агрокліматичних ресурсів, розроблена А. М. Польовим [15] на основі положення про максимальну продуктивність посівів Х. Г. Тоомінга. Принцип максимальної продуктивності і відповідності полягає в методі еталонних урожаїв. Система еталонних урожаїв дає змогу значно глибше вирішувати питання оцінки відповідності кліматичних ресурсів біологічним вимогам сільськогосподарських культур [16]. Модель дає змогу розраховувати чотири категорії врожайності культури і декілька узагальнених характеристик: зокрема міру сприятливості метеорологічних умов вирощуванню культури; коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів. При виконанні розрахунків було прийнято положення, що за деяких незначних відмінностей у нормах зрошення за вегетаційний період середня кількість поливів була однаковою – 10 поливів. При цьому останній полив проводився за 2–3 декади до припинення вегетації з метою збереження оптимальної вологості та якості плодів.

Результати дослідження та обговорення

З використанням моделі були розраховані середні багаторічні характеристики формування врожаїв томатів в областях Південного Степу (табл. 1).

Аналіз розрахунків показує, що в усіх областях Південного Степу оцінка сприятливості кліматичних умов для вирощування томатів майже однакова – 0,960–0,962 відн. од. Вологозабезпеченість упродовж вегетаційного періоду томатів, виражена через співвідношення $E_ф/E_о$, теж мало відрізнялась і була оптимальною, на рівні 0,91 відн. од. За дослідженнями [3, 16, 21] в умовах зрошення добра вологозабезпеченість складається при значенні співвідношення $E_ф/E_о$ на рівні 0,85–0,90 відн. од.

Були також розраховані середні багаторічні показники волого-температурного режиму і показники накопичення кліматично забезпеченого врожаю сухої маси томатів упродовж вегетації за два періоди 1– 1961–1995 рр., 2 – 1996–2015 рр. (як приклад наводяться розрахунки по Херсонській області (табл. 2).

1. Узагальнені середні багаторічні характеристики агрометеорологічних умов формування продуктивності середньостиглих сортів томатів по областях Південного Степу за період 1995–2015 рр.

За період активної вегетації	Області			
	Одеська	Миколаївська	Херсонська	Запорізька
Сума активних темпе-ратур вище 10 °С	2700–3100	2750–3100	2850–3200	2300-3000
Оцінка міри сприятли-вості кліматичних умов, відн. од.	0,961	0,960	0,962	0,960
Сума ФАР, МДж/м^2	1700	1695	1735	1700
Тривалість вегета-ційного періоду, дні	125–150	120–145	130–150	120–145
Сума опадів, мм	214	205	192	208
Норма зрошення, м^3/га	3500-	3349	3900	3400
Потреба рослин у волозі, мм (E_o)	660	660	665	660
Сумарне випаровування, мм ($E_ф$)	605	603	600	602
Відношення ($E_ф/E_o$)	0,917	0,913	0,909	0,910
ММВ всієї сухої маси, г/м^2	4008	3996	4045	3988
ММВ плодів, ц/га	449	439	460	425
Норми зрошення, м^3/га	3500	3500	3600	3400

При розрахунках за першу декаду вегетації томатів береться друга декада після висаджування розсади у ґрунт. Норма зрошення в обидва періоди становила 3500 м^3/га, за вегетаційний період проводилось 10 поливів із нормою одного поливу 300–350 м^3/га.

Розрахунки свідчать про те (табл. 2), що впродовж усього вегетаційного періоду томатів значення середніх за декаду температур повітря в період з 1995 по 2015 рік були вищими на 1,2–1,3 °С, ніж в період 1961–1995 рр.

2. Порівняння волого-температурних показників формування приростів сухої маси кліматично забезпеченого врожаю томатів у Херсонській області за два періоди: 1 – 1961–1995 рр.; 2 – 1995–2015 рр.

Декади ве-гетації то-мата	Середня температура повітря, °С		Сума опа-дів, мм		Сумарне випаровуван-ня,мм		Урожай сухої маси, г/м^2	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	17,1	18,5	12	12	22	36,8	135,5	209,1
2	18,3	19,8	13	12	49	47,7	182,1	211,3
3	19,0	20,4	14	13	56	57,6	197,3	228,5
4	19,9	21,3	14	13	60	71,5	206,2	237,0
5	20,7	22,2	13	12	65	73,5	211,0	255,3
6	21,5	23,0	12	11	71	80,9	219,4	258,8
7	22,0	23,3	12	11	64	64,5	240,2	296,0
8	22,8	23,2	12	10	60	68,9	214,2	249,8
9	20,3	22,2	11	10	60	72,5	194,6	219,9
10	18,2	21,0	11	19	56	68,8	191,0	221,9
11	16,0	18,8	10	9	35	51,5	136,6	150,8
12	14,4	16,6	10	9	24	47,7	87,4	99,0
13	12,3	14,5	9	8	17	34,4	35,2	59,7

Особливо помітні відхилення в період з другої декади липня до другої половини вересня, коли температури за другий період були вищими на 1,9–2,2 °С. Середні за декаду суми опадів за вегетацію томатів зменшились у другий період несуттєво на 13 мм. Зважаючи, що норми зрощення були однаковими в обох періодах, то незначне зменшення сум опадів не спричинило погіршення вологозабезпечення рослин. Підвищені температури впродовж усієї вегетації у другому досліджуваному періоді призвели до зростання сумарного випаровування. Особливо помітні збільшення, починаючи з четвертої декади вегетації. Підвищені температури повітря і добра вологозабезпеченість посівів у другому досліджуваному періоді сприяла зростанню накопичення сухої маси томатів. Упродовж усього пері-

оду вегетації наростання сухої маси щодекадно у другий період було значно вищим, ніж у перший, що своєю чергою сприяло підвищенню врожаю плодів.

Через те, що наукова спільнота прогнозує в подальшому підвищення температури повітря, постає питання як змінюватиметься вологозабезпеченість посівів зрошуваних томатів за умови одних і тих же норм зрошення.

Для виявлення зрошення на продуктивність томатів були виконані розрахунки продуктивності томатів при різних нормах зрошення за вегетаційний період: 2500 м^3/га, 3500 м^3/га, 4000 м^3/га і 4500 м^3/га за загальної кількості поливів 10 за вегетаційний період з нормою одного поливу відповідно 250, 350, 400, 450 м^3/га. Після висаджування розсади у ґрунт упродовж першої декади відбувається приживання розсади, і прирости рослинної маси починаються тільки з другої декади. На початок розрахунків рослинна маса залежить від віку розсади і її якості і майже для усіх варіантів однакова. Як видно із рисунка, прирости рослинної маси суттєво наростають з третьої по дев'яту декаду включно. У подальшому норми зрошення спричиняють відмінності в наростанні сухої маси томатів. Найменші прирости спостерігаються при нормі зрошення за вегетаційний період (рис.) 2500 м^3/га. За норми зрошення 3500 м^3/га динаміка декадних приростів сухої маси повторює динаміку за норми зрошення 2500 м^3/га, але значення їх вищі, особливо у другій половині вегетаційного періоду.

Без різких змін упродовж вегетаційного періоду плавно і поступово найвищі прирости сухої маси спостерігаються при нормі зрошенні 4000 м^3/га.

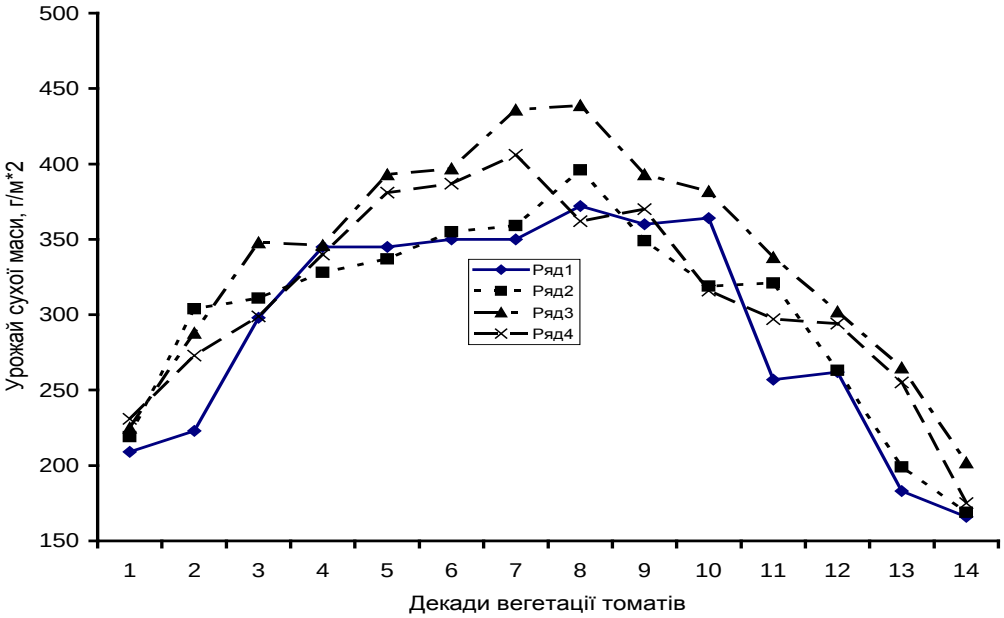


Рис. Динаміка приростів сухої маси кліматично забезпеченого урожаю томатів за умови різних норм зрошення: ряд 1 – 2500 м^3/га, ряд 2 – 3500 м^3/га, ряд 3 – 4000 м^3/га, ряд 4 – 4500 м^3/га

Це свідчить про те, що в умовах потепління середня багаторічна норма зрошення 3500 м^3/га недостатня для формування високої продуктивності томатів.

Якщо проаналізувати динаміку наростання сухої маси томатів при нормі зрошення 4500 м^3/га, то можна сказати, що до шостої декади вегетаційного періоду прирости сухої маси майже збігалися з даними при нормі зрошення 4000 м^3/га.

Потім прирости зменшуються і у восьму декаду вони навіть однакові з приростами при нормі зрошення 2500 м^3/га. І тільки з одинадцятої декади вегетації прирости сухої маси трохи зростають, досягаючи значень приростів за умови норми зрошення 4000 м^3/га. Це свідчить про те, що при нормі зрошення 4500 м^3/га спостерігається перезволоження ґрунту. Кількість води у ґрунті перевищує значення найменшої вологомісткості і співвідношення сумарного випаровування до випаровуваності перевищує 1, а за даними [16, 19] оптимальним є співвідношення цих величин на рівні 0,8–0,9 відн. од. Зменшення приростів сухої маси призводить до зменшення врожаю плодів (табл. 3). Перезволоження несприятливо впливає на формування врожаю і сприяє розвитку захворювань плодів, їх загниванню, що погіршує їх якість.

3. Вплив норм зрошення на формування врожаю плодів томатів

Норми зрошення, м^3/га	Сума температур вище 10 °С	Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Відношення $E_ф/E_о$, відн.од.	Урожай плодів, ц/га
2500	2988	492	645	0,76	325
3500	2988	579	668	0,87	425
4000	2988	643	710	0,91	515
4500	2988	668	710	0,94	458

Висновки

Виконана оцінка агрокліматичних ресурсів продуктивності території областей Південного Степу щодо вирощування томатів, яка включає: оцінку кліматично забезпеченого урожаю, оцінку ступеня сприятливості кліматичних умов та оцінку рівня використання агрокліматичних ресурсів. Встановлено, що в чотирьох областях Степової зони агрокліматичні умови вирощування томатів майже однакові. На підставі порівняння оцінок декадної динаміки показників агрометеорологічних умов вирощування томатів за два періоди 1 – з 1961 по 1995 рр., 2 – з 1996 по 2015 рр. і приростів сухої маси кліматично забезпеченого урожаю, встановлено, що в період потепління (1996–2015 рр) середні температури повітря впродовж вегетаційного періоду були вищими на 1,2–1,3 °С, особливо у другу половину вегетації, а опади були дещо нижчими, ніж середні багаторічні за період 1961–1995 рр. Підвищений температурний режим і добра вологозабезпеченість, яку забезпечувало зрошення, сприяли формуванню доброго врожаю як сухої маси, так і плодів томатів. Розрахунки продуктивності томатів за умови різних норм зрошення дали змогу встановити, що в умовах потепління підвищуються витрати води на сумарне випаровування і оптимальними нормами зрошення є норми 4000 м^3/га. У разі підвищення норм зрошення до 4500 м^3/га спостерігається перезволоження ґрунту, яке несприятливо впливає на формування врожаю і сприяє розвитку захворювань плодів, що погіршує їх якість. Це підтверджує висновок, що оптимальною нормою зрошення для томатів є норми, за яких спостерігається співвідношення сумарного випаровування до випаровуваності на рівні 0,8–0,9 відн. од.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу термінів поливів і їх кількості впродовж вегетаційного періоду томатів на їх продуктивність. Крім того, планується дослідження норм підживлення рослин при різних нормах зрошення.

References

1. Biggs, T. (1986). *Ovoshchnye kul'tury (pereklad z angl.)* Moskva: « Mir» [In Russian].

2. Bozhko, L. Yu. (2010). *Klimat i produktivnist ovochevih kultur v Ukraïni*. Odesa: «Ekologiya» [In Ukrainian].

3. Brezhnev, D. D. (1984). *Tomaty*. Leningrad: «Kolos» [In Russian].

4. Vaneyan, S. S., & Men'shih, A. M. (2011). Razvitie orosheniya ovoshchnyh i bahchevyh kul'tur v razlichnyh pochvenno-klimaticheskih zonah Rossii. *V sbornik nauchnyh trudov po ovoshchevodstvu i bahchevodstvu k 80 –letiyu so dnya osnovaniya GNF*. Ramenskoe: OOO Poligrafbiznes [In Russian].

5. Vozhegova, R. A., & Bilyaeva, I. M. (2016). Aktual'ni problemi ta perspektivni napryami rozvitku zroshennya v Ukraini ta sviti v umovah zmin klimatu. *Tavrijs'kij naukovij visnik*, 95, 40–46 [In Ukrainian].

6. Dmitrenko, V. P. (2010). *Pogoda, klimat i urozhaj pol'ovih kul'tur.* Kiyv:«Nika-Centr» [In Ukrainian].

7. Zinchenko, Ye. V., & Krutko, R. V. (2018). Struktura koreliatsiinykh zviazkiv baklazhana za riznykh skhem rozmishchennia roslyn. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 102–105. doi: 10.31210/visnyk2018.03.14 [In Ukrainian].

8. Ershova, V. D. (1978). *Vozdelyvanie tomatov v otkrytom grunte.* Kishinev: «SHtinicv» [In Russian].

9. Karpenko, K. M., Gerasko, T. V., & Vdovenko, S. A. (2018). Growth and development of tomato varieties in the open field under the influence of biologics. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 100 (4), 68–73. doi:10.31521/2313-092x/2018-4(100)-10

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

11. Kobilina, N., Lyuta, Yu., & Pogorelova, V. (2018). Sorti tomata selekcii Institutu zroshuvanogo zemlerobstva. *Visnik L'vivs'kogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu. Seriya: Agronomiya,* 22 (1), 259–265 [In Ukrainian].

12. Lutko, A. A. (2003). *V mire ovoshchej*. Minsk: UP «Tekhnoprognozy» [In Russian].

13. Panenko, I. D. (1972). *Vliyanie orosheniya na urozhaj ovoshchnyh kul'tur. V kniga. «Ovoshchevodstvo Moldavii»*. Kishinev: «Kartya Moldovenyaske» [In Russian].

14. Pogorelova, V. O., & Kosenko, N. P. (2018). Urozhajnist' plodiv i nasinnya tomata za kraplinnogo zroshennya na Pivdni Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij visnik,* 104, 86–92 [In Ukrainian].

15. Pol'ovyy, A. M. (2007). *Modelyuvannya gidrometeorologichnogo rezhimu ta produktivnosti agroekosistem.* Kyiv: KNT [In Ukrainian].

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

17. Ushkarenko, V. O., Minkin, M. V., & Berdnikova, O. G. (2018). Formuvannya produktivnosti gibrida tomata SKHD-277 zalezhno vid mineral'nogo zhivlennya v umovah zroshennya Pivdnya Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij Visnik: Sil's'kogospodars'ki Nauki*, 100 (2), 105–111 [In Ukrainian].

18. Ushkarenko, V. O., Shepel', A. V., & Pucenko, D. V. (2007). Vpliv elementiv tekhnologii viroshchuvannya na vrozhajnist' plodiv tomativ posivnih v zroshuvanih umovah pivdnya Ukraini. *Zbirnik Naukovih Prac' Umans'kogo HDAU*, 195–199 [In Ukrainian].

19. Ushkarenko, V. O., & Pucenko, D. V. (2007). Ekonomichna efektivnist' viroshchuvannya posivnih tomativ u zroshuvanih umovah pivdnya Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij Visnik*, 53, 10–15 [In Ukrainian].

20. Ushkarenko, V. O., Shepel', A. V., & Pucenko, D. V. (2007). Efektivnist' vikoristannya vologi posivnimi tomatami v zroshuvanih umovah pivdnya Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij Visnik*, 52, 3–7 [In Ukrainian].

21. Haritonov, M. M., Lazareva, O. M., & Lemishko, S. M. (2015). Ekologichna ocinka variabel'nosti vmistu nitrativ u ovochevih ta plodovo-yagidnih kul'turah u Dnipropetrovs'kij oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 29–31 [In Ukrainian].

22. Shtojko, D. A. (1986). *Rezhim orosheniya sel's'kohozyajstvennyh kul'tur. V sbornik. Oroshaemoe zemledelie*. Kiev: «Urozhaj» [In Russian].

23. Butterfield, R. E., & Morison, J. I. L. (1992). Modelling the impact of climatic warming on winter cereal development. *Agricultural and Forest Meteorology*, 62 (3–4), 241–261. doi:10.1016/0168-1923(92)90017-x

24. Cherhilfewski, F. M., & Lieth. (1992). Der Einflug von Klimaschwankungen auf die Kornertrage des Winterroggent in Halle von 1901 bis 1980. *Naturists*, 41 (2), 55–67.

25. Chou, T.-Y., & Ritchie, J.T. (1991). *Impact of global climate change on the maize production in US Amer*. Madison Meet.

26. Heuvelink, E. (Ed.). (2005). *Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture)*. USA: CABI Publishing, 340.

27. Chipomho, J., Mtali-Chafadza, L., Masuka, B. P., Murwir, M., Chabata, I., Chipomho, C., & Msindo, B. (2018). Organic soil amendments: implications on fresh tomato (Solanum Lycopesicum) yield, weed density and biomass. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 28 (3), 845–853.

28. Etissa, E., Dechassa, N., Alamirew, T., Alemayehu, Y., & Desalegn, L. (2013). Growth and yield components of tomato as influenced by nitrogen and phosphorus fertilizer applications in different growing seasons. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 23, 57–77.

Стаття надійшла до редакції 22.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Толмачова А. В. Агроекологічна оцінка продуктивності зрошуваних томатів в умовах потепління. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 141–148.

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

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.5:633.358 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.18**

NUTRITIVE REGIME OPTIMIZATION AS A FACTOR OF INCREASING CROP PRODUCTIVITY OF GRASS PEAVINE (*LATHIRUS SATIVUS* L.)

L. S. Yeremko*
A. Yu. Shvets
I. V. Kobylynskyi
V. O. Saienko

ORCID 0000-0001-5641-7436

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: yeremkol@ukr.net

How to Cite

Yeremko, L. S., Shvets, A. Yu., Kobylynskyi, I. V., & Saienko, V. O. (2021). Nutritive regime optimization as a factor of increasing crop productivity of grass peavine (Lathirus sativus L.). Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 149–155. doi: 10.31210/visnyk2021.01.18

One of the ways to solve the problem of protein of plant protein deficiency is to expand the species composition and sown areas of leguminous crops, which are characterized by very high stability of grain productivity under extreme environmental conditions due to the complex effect of high temperatures and lack of productive moisture in the root layer of the soil. In this regard, grass peavine is a very promising crop. Its plants have a unique ability to enter symbiotic relationships with nodule bacteria of Rhizobium genus and accumulate molecular nitrogen in the aboveground and root biomass during the growing season in the form of protein and other nitrogen-containing organic compounds. An important agro-technological technique for increasing the level of biological fixation of air molecular nitrogen is the introduction of specific virulent, active strains of tubercle bacteria into the root zone. Symbiotic interaction between plants and nitrogen-fixing microorganisms is determined by the complementarity of macro- and micro-symbiont genes, species composition, virulence and activity of bacteria, air, water, temperature and nutrient regimes of soil, which determine the living conditions of both components of the symbiotic system and the course of the production process of grass peavine plants. The purpose of the research is to increase grass peavine productivity by optimizing the mineral nutrition of plants in the fields. During the study it has been found that pre-sowing seed treatment with a complex of Rhizoline microbiological preparation (3.0 l/t) and Rhizoseyv bio-protector (1.0 l/t) against the background of $N_{20}R_{40}K_{40}$mineral fertilization has a stimulating effect on the formation of the symbiotic apparatus of grass peavine plants. Increasing the level of applying mineral nitrogen has a negative effect on legume-rhizobial symbiosis, which is expressed in a decrease in the number of nodules and their mass. The combination of seed inoculation and foliar fertilization of plants in the branching phase Avangard R Bobovi with micro-fertilizer (2.0 l/ha) at the background of mineral fertilization favors the formation of powerful assimilation apparatus, prolongs the duration and productivity of its photosynthetic activity, increases the level of synthesized organic matter and increases plant productivity during its passing to the reproductive organs. In the agro-technological process of grass peavine cultivation, the most effective is the combination of pre-sowing seed inoculation with complex of Rizoline microbiological preparation (3.0 l/t), Rhizoseyv bio-protector (1.0 l/t) and foliar fertilization of plants with Avangard R Bobovi micro-fertilizer (2.0 l/ha) against the background of mineral fertilizers with a dose of active substance $N_{40}R_{40}K_{40}$, which allows to increase the level of grain productivity of grass peavine areas to 3.07 t/ha.

Key words: *grass peavine (Lathirus sativus L.), mineral fertilizers, micro-fertilizers, microbiological preparation, productivity, legume-rhizobial symbiosis*

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ – ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ ЧИНИ ПОСІВНОЇ (LATHIRUS SATIVUS L.)

Л. С. Єремко, А. Ю. Швець, І. В. Кобилинський, В. О. Саєнко
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Одним зі шляхів розв'язання проблеми дефіциту білка рослинного походження є розширення видового складу та посівних площ зернобобових культур, що характеризуються надзвичайно високою стабільністю зернової продуктивності у разі екстремальних екологічних умов, обумовлених комплексним впливом підвищених температур і нестачею продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту. Стосовно цього досить перспективною культурою є чина посівна. Її рослини мають унікальну здатність вступати в симбіотичні взаємовідносини із бульбочковими бактеріями роду Rhizobium і накопичувати впродовж вегетаційного періоду в надземній і кореневій біомасі молекулярний азот у формі білка та інших азотовмісних органічних сполук. Важливим агротехнологічним прийомом підвищення рівня біологічної фіксації молекулярного азоту повітря є інтродукція в кореневу зону специфічних вірулентних, активних штамів бульбочкових бактерій. Симбіотична взаємодія між рослинами і мікроорганізмами-азотфіксаторами визначається комплементарністю генів макро- і мікросимбіонту, видовим складом, вірулентністю і активністю бактерій, повітряним, водним, температурним та поживним режимами ґрунту, що обумовлюють умови життєдіяльності обох компонентів симбіотичної системи та проходження продукційного процесу рослин чини посівної. Мета досліджень – підвищення продуктивності чини посівної за рахунок оптимізації мінерального живлення рослин у посівах. Під час досліджень виявлено, що проведення допосівної обробки насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектору Різосейв (1,0 л/т) на фоні внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ має стимулюючий ефект на формування симбіотичного апарату чини посівної. Підвищення рівня внесення мінерального азоту негативно впливає на бобово-ризобіальний симбіоз, що виражається у зменшенні кількості бульбочок та їх маси. Поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування мікродобривом Авангард Р Бобові (2,0 л/га) на фонах мінерального удобрення сприяє формуванню потужного асиміляційного апарату, збільшенню тривалості і продуктивності його фотосинтетичної роботи, підвищує рівень синтезованої органічної речовини, та у процесі її спрямування до репродуктивних органів, збільшує продуктивність рослин. У агротехнологічному процесі вирощування чини посівної найбільш ефективним є поєднання допосівної інокуляції насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектора Різосейв (1,0 л/т) та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Авангард Р Бобові (2,0 л/га) на фоні внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини $N_{40}P_{40}K_{40}$, що дає змогу підвищити рівень зернової продуктивності посівів до 3,07 т/га.

Ключові слова: *чина посівна (Lathirus sativus L.), мінеральні добрива, мікродобрива, мікробіологічний препарат, продуктивність, бобово-ризобіальний симбіоз.*

Вступ

В умовах сьогодення розв'язання проблеми забезпечення населення високобілковими продуктами харчування, а галузі кормовиробництва – високопоживними кормами набуло приорітетного значення в агропромисловому комплексі України [1].

Джерелом високобілкових ресурсів у харчуванні людей і кормовому раціоні тварин є зернобобові культури. Однак в умовах нестачі агробіологічних та енергетичних ресурсів обсяги їхнього виробництва значно скоротилися, що спричинило недостатнє задоволення постійно зростаючого попиту [2, 3, 4].

Серед напрямів розв'язання цієї проблеми може бути збільшення посівних площ чини як культури з надзвичайно високою стабільністю зернової продуктивності в екстремальних екологічних умовах, обумовлених комплексним впливом підвищених температур і нестачі продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту [5].

Чину посівну широко використовують як продукт харчування, поживний корм для тварин, сировину для технічної переробки під час виробництва казеїну і пластмас, у фармацевтичній промисловості як інгібітори росту клітин деяких видів злоякісних пухлин і стимуляторів фагоцитарної активності клітин людини [6].

Широке впровадження цієї культури у виробництво стримується наявністю у її зерні нейротокси-

ну β-N-оксалил-1-α, β-диамінопропіонової кислоти (β-ODAP), що спричиняє неврологічне захворювання в людей і домашніх тварин – нейролатиризм. Генетичне удосконалення сучасних сортів чини дало можливість знизити вміст небілкової амінокислоти β-ODAP із 0,5–2,5 % до рівня менше, ніж 0,10 % [7, 8]. Основними біологічними властивостями даної культури є її холодостійкість, жаро- і посухостійкість, стійкість до засолення і нетривалого затоплення [9, 10]. Порівняно з іншими зернобобовими культурами рослини чини посівної мають вищу стійкість до шкодочинної дії горохової зернівки, попелиці, трипсів, ураження борошнистою росою, несправжньою борошнистою росою, іржею.

Чина посівна, як і інші зернобобові культури має унікальну здатність вступати у симбіотичні взаємовідносини із бульбочковими бактеріями роду Rhizobium і накопичувати в надземній і кореневій біомасі молекулярний азот у формі білка та інших азотовмісних органічних сполук. Зважаючи на процес азотфіксації, рослини здатні забезпечити свою потребу в цьому елементі на 90−95 % та фіксувати впродовж вегетаційного періоду від 70 до 140 кг д. р. азоту на 1 га [11, 12].

Важливим агротехнологічним прийомом підвищення рівня біологічної фіксації молекулярного азоту повітря є інтродукція в кореневу зону специфічних вірулентних, активних штамів бульбочкових бактерій, що під час встановлення симбіотичних взаємовідносин індукують модуляційних процес, тісно пов’язаний із цитодиференціюванням, органогенезом, азотним і вуглецевим обміном організму макросимбіонта [13, 14].

Установлення взаємовідносин між рослинами зернобобових культур і мікроорганізмами-азотфіксаторами визначається комплементарністю генів макро- і мікросимбіонту видовим складом, вірулентністю й активністю бактерій, повітряним, водним, температурним та поживним режимами ґрунту, що обумовлюють життєдіяльність обох компонентів симбіотичної системи.

Зважаючи на це, актуальним є питання оптимізації поживного режиму рослин, що сприяє активізації процесів симбіотичної азотфіксації та відповідного покращання продукційного процесу чини посівної.

Мета *досліджень* – з’ясувати вплив різних норм мінеральних добрив, допосівної обробки насіння мікробіопрепаратами та підживлення посівів мікродобривами на формування симбіотичного апарату та продуктивність чини посівної.

Завдання дослідження: визначити найбільш раціональні дози внесення мінеральних добрив та їхні поєднання із позакореневим підживленням рослин та допосівною інокуляцією рослин у агротехнологічному процесі вирощування чини посівної; дослідити вплив елементів технології на урожайність зерна чини.

Матеріали і методи досліджень

Поставлене завдання було виконано в результаті проведення польових досліджень в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» Полтавського району Полтавської області впродовж 2018–2020 рр.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем типовий важкосуглинковий з умістом гумусу в шарі 0–20 см 4,5 %, азоту, що гідролізується – 5,44–8,10 мг (за Тюріним і Кононовою), рухомого фосфору – 10,0–15,0 мг (за Чириковим), калію – 16–20 мг на 100 г ґрунту (за Масловою). Реакція ґрунтового розчину слабкокисла, pH сольової витяжки 6,1. Гідролітична кислотність становить 2,1–2,3 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Роки проведення досліджень були неоднорідними за проявом погодних умов у період вегетації чини посівної, що дало змогу всебічно оцінити ефективність агротехнологічних прийомів, що вивчалися.

Складниками варіантів досліджень були: контроль (обробка насіння водою); внесення мінеральних добрив дозами діючої речовини $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{40}K_{40}$; допосівна обробка насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектора Різосейв (1,0 л/т); поєднання допосівної обробки насіння і позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування мікродобривом Авангард Р Бобові (2 л/га) та проведення зазначених агротехнологічних прийомів на фонах мінерального удобрення.

Облікова площа ділянки становила 40 м^2. Повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів послідовне. Агротехнологічні прийоми процесу вирощування чини посівної були загальноприйнятими для зони Лівобережного Лісостепу за винятком прийомів, що вивчали.

Вплив умов вирощування на розвиток симбіотичного апарату рослин чини посівної визначали шляхом відбору ґрунтових монолітів [15, 16]. Величину площі листкової поверхні визначали методом висічок, а масу рослин та вміст сухої речовини досліджували у пробах, взятих з двох несуміжних по-

вторень шляхом зважування та висушування паралельних наважок до постійної маси за температури 105 °С [17].

Аналіз елементів продуктивності рослин чини посівної проводили відповідно до «Методики Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [18]. Облік урожаю зерна із ділянок здійснювали за допомогою селекційного комбайна «Sampo-500».

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень свідчать, що внесення мінеральних добрив із половиною дози азоту значно покращувало умови проходження початкових етапів росту і розвитку рослин чини та відповідного формування їх симбіотичного апарату. Підвищення рівня азотного удобрення мало негативний вплив на бобово-ризобіальний симбіоз, про що свідчить зменшення кількості і маси нодуляційних одиниць кореневої системи рослин чини посівної (табл. 1).

1. Вплив інокуляції насіння, мінерального удобрення та позакореневого підживлення рослин на формування симбіотичного апарату чини, 2018–2020 р. (фаза цвітіння)

Варіанти досліду	Кількість бульбочок, шт. / росл.	Маса бульбочок, г / 100 росл.
Контроль	12,4	14,2
$N_{20}P_{40}K_{40}$	12,0	14,7
$N_{40}P_{40}K_{40}$	10,3	13,4
Різолайн + Ризосейв	21,2	18,3
Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	24,3	22,8
$N_{20}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	22,7	21,0
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	20,8	20,5

Проведення позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування забезпечило покращання умов симбіотичної взаємодії рослин і бульбочкових бактерій через збільшення кількості синтезованих асимілятів, що є джерелом енергії та субстратом живлення мікросимбіонту, спрямованих у зону кореневої системи [19].

Біологічно зв'язаний молекулярний азот атмосфери використовується для формування біомаси рослин та створення потужного асиміляційного апарату. Його основною складовою частиною є листкові пластинки, на долю яких приходиться близько 80 % поглиненої рослинами енергії сонячної радіації. Її величина значною обумовлюється наявністю мінеральних елементів у поживному середовищі.

Поєднання внесення мінеральних добрив дозою $N_{40}P_{40}K_{40}$ та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Авангард Р Бобові в разі сівби інокульованого насіння забезпечило формування потужного асиміляційного апарату. У цьому варіанті значення площі листкової поверхні агроценозів чини посівної у фазі цвітіння були найвищими (36,8 тис. м^2/га).

Погіршення умов забезпеченості рослин упродовж вегетаційного періоду елементами мінерального живлення призводило до уповільнення процесу наростання надземної частини і відповідного зменшення величини асиміляційного апарату (табл. 2).

Матеріальною і енергетичною основою росту і розвитку рослин є продукти азотфіксації та первинні органічні сполуки, утворені у процесі фотосинтезу. Їхня кількість збільшувалася за умов достатньої забезпеченості рослин елементами мінерального живлення. Інтенсивність накопичення органічної біомаси рослинами чини посівної була найвищою в разі поєднання допосівної інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин на фоні мінерального удобрення $N_{40}P_{40}K_{40}$. У цьому варіанті значення показників фітомаси та абсолютно сухої маси рослин становили відповідно 20,8 г і 5,78 г. На фоні внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ у разі використання мікробіологічних препаратів та мікродобрив наростання надземної частини рослин було дещо повільнішим. У варіантах, де позакореневе підживлення рослин не проводили, маса рослин зменшувалася до 15,2 і 4,78 г за умови внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$, до 19,2 і 5,63 г – у дозі добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Фіксовані бульбочковими бактеріями азотні сполуки та фотоасиміляти до фази цвітіння використовуються на формування асиміляційної поверхні рослин. У генеративний період розвитку головними аттрагуючими центрами, до яких надходить максимальна кількість продуктів фотосинтезу, елементів мінерального живлення та реутилізованих органічних сполук, акумульованих у вегетативних органах, є боби і насіння [20, 21, 22].

2. Вплив забезпеченості посівів чини посівної елементами мінерального живлення на величину фітометричних показників рослин (фаза цвітіння), 2018–2020 рр.

Варіант досліду	Площа листкової поверхні, тис. м^2/га	Фітомаса 1 рослини, г	Маса 1 рослини в абсолютно сухому стані, г	Маса 1000 зерен, г
Контроль	25,8	13,8	3,86	144,2
$N_{20}P_{40}K_{40}$	30,7	15,2	4,78	163,4
$N_{40}P_{40}K_{40}$	34,4	19,2	5,63	172,1
Різолайн + Різосейв	26,8	14,2	4,12	152,7
Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	28,2	17,4	4,56	158,4
$N_{20}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	32,3	18,3	5,37	176,2
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	36,8	20,8	5,78	176,7

Одним із показників, що може свідчити про інтенсивність проходження в рослинах цих фізіолого-біохімічних процесів, є маса 1000 насінин. Під час досліджень відмічена ефективність застосування кожного із факторів, що вивчали, на формування бобів і зерна та їх налив. Порівняно з контрольним варіантом внесення мінеральних добрив у дозах $N_{20}P_{40}K_{40}$ і $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяло збільшенню маси 1000 зерен на 19,2 і 27,9 г відповідно.

Умови наливу зерна були найкращими в разі поєднання допосівної інокуляції насіння комплексом Ризолайв + Ризосейв і позакореневого підживлення рослин мікродобривом Авангард Р Бобові на фонах внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ і $N_{40}P_{40}K_{40}$. Маса 1000 зерен у цих варіантах збільшувалася до 176,2 і 176,7 г відповідно.

Урожайність є інтегральним показником, що свідчить про ефективність застосування агротехнологічних прийомів, як одного із екзогенних факторів впливу на продукційний процес. У цьому відношенні найбільш доцільним виявилося комплексне застосування мікробіологічного препарату, мінеральних добрив і мікродобрив. Загальний рівень продуктивності агроценозів чини становив 3,07 т/га (табл. 3).

Внесення мінеральних добрив надало можливість отримати 2,80 і 2,93 т зерна з 1 га. За умови проведення допосівної інокуляції насіння та поєднання її із позакореневим підживленням рослин урожайність зерна чини посівної збільшувалася порівняно із варіантом без застосування цих агротехнологічних приймів на 0,21 і 0,34 т/га.

3. Урожайність зерна чини посівної залежно від забезпеченості рослин елементами мінерального живлення, 2018–2020 рр.

Варіант досліду	Урожайність за роками, т/га			Середнє
	2018	2019	2020	
Контроль	2,44	2,08	2,18	2,23
$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,21	2,56	2,63	2,80
$N_{40}P_{40}K_{40}$	3,34	2,74	2,81	2,93
Різолайн+ Різосейв	2,56	2,32	2,43	2,44
Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	2,75	2,41	2,54	2,57
$N_{20}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	3,27	2,63	2,68	2,86
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	3,34	2,89	2,97	3,07
$НІР_{0,95}$	0,12	0,15	0,14	–

Питання щодо впливу елементів мінерального живлення на характер прояву взаємозв’язку бобово-ризобіального симбіозу і фотосинтетичної діяльності та вплив їхньої взаємодії на формування продуктивності рослин чини посівної у агроценозах вивчали J. Liu, Г. Г. Гатуліна. Вони з’ясували, що застосування мікробіологічних препаратів на фоні фосфорно-калійного удобрення покращує умови

розвитку кореневої системи та формування симбіотичного апарату рослин [23, 24].

Експериментальні дані В. Л. Кретовича, С. М. Алісової підтверджують позитивний вплив оптимізації поживного режиму на бобово-ризобіальний симбіоз та фотосинтетичну діяльність зернобобових рослин [25, 26].

Висновки

1. Проведення допосівної обробки насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектору Різосейв (1,0 л/т) на фоні внесення $N_{20}P_{40}K_{40}$ має стимулюючий ефект на формування симбіотичного апарату чини посівної. Підвищення рівня внесення мінерального азоту негативно впливає на бобово-ризобіальний симбіоз, що виражається у зменшенні кількості бульбочок та їхньої маси.

2. У агротехнологічному процесі вирощування чини посівної найбільш ефективним є поєднання допосівної інокуляції насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектора Різосейв (1,0 л/т) та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Авангард Р Бобові (2,0 л/га) на фоні внесення мінеральних добрив, де доза діючої речовини $N_{40}P_{40}K_{40}$. Застосування цих елементів технології вирощування забезпечує збільшення зернової продуктивності культури до 3,07 т/га.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспектива подальшої роботи в цьому напрямі полягає у створенні оптимальної оптико-біологічної структури посівів за умови найбільш раціонального поживного режиму, що дасть можливість підвищити рівень продуктивності чини посівної.

References

1. Yeremko, L. S., Hanhur, V. V., Kyrychok, O. O., & Sokyrko, D. P. (2019). Mineralne zhyvlennia yak faktor pidvyshchennia fotosyntetychnoi produktyvnosti i urozhainosti posiviv horokhu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 50−56. doi: 10.31210/visnyk2019.03.06 [In Ukrainian].

2. Kouris-Blazos, A., & Belski, R. (2016). Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 21 (1), 1−17. doi: 10.6133/apjcn.2016.25.1.23

3. Mlyneková, Z., Chrenková, M., & Formelová, Z. (2014). Cereals and legumes in nutrition of people with celiac disease. *International Journal of Celiac Disease*, 2 (3), 105−109. doi: 10.12691/ijcd-2-3-3

4. Messina, M. J. (2016). Legumes and soybeans: Overview of their nutritional profiles and health effects. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 25 (1), 1−17. doi: 10.1.1.847.8636

5. Sylenko, C. I., Yeremko, L. S., Sylenko, O. S., Rohovyi, O. Yu., Andrushchenko, O. V., & Hanhur, V. V. (2020). Dobir vykhidnoho materialu chyny posivnoi (*Lathirus sativus L.*) dlia stvorennia posukhostiikykh sortiv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 99–108. doi: 10.31210/visnyk2020.03.1 [In Ukrainian].

6. Almeida, N. F., Rubiales, D., & Vaz Patto, M. C. (2015). *Grass Pea*. Handbook of Plant Breeding, doi: 10.1007/978-1-4939-2797-5_8

7. Jiao, C.-J., Jiang, J.-L., Ke, L.-M., Cheng, W., Li, F.-M., Li, Z.-X., & Wang, C.-Y. (2011). Factors affecting β-ODAP content in Lathyrus sativus and their possible physiological mechanisms. *Food and Chemical Toxicology*, 49 (3), 543–549. doi: 10.1016/j.fct.2010.04.050

8. Khandare, A. L., Kumar, R. H., Meshram, I. I., Arlappa, N., Laxmaiah, A., Venkaiah, K., Rao, P. A., Validandi, V., & Toteja, G. S. (2018). Current scenario of consumption of Lathyrus sativus and lathyrism in three districts of Chhattisgarh State, India. *Toxicon*, 150, 228–234. doi: 10.1016/j.toxicon.2018.06.069

9. Considine, M. J., Siddique, K. H. M., & Foyer, C. H. (2017). Nature's pulse power: legumes, food security and climate change. *Journal of Experimental Botany*, 68, 1815–1818. doi: 10.1093/jxb/erx099

10. Vaz Patto, M. C., Fernández-Aparicio, M., Moral, A., & Rubiales, D. (2006). Characterization of resistance to powdery mildew (Erysiphe pisi) in a germplasm collection of Lathyrus sativus. *Plant Breeding*, 125, 308–310. doi: 10.1111/j.1439-0523.2006.01220.x

11. Silvestre, S., de Sousa Araújo, S., Vaz Patto, M. C., & Marques da Silva, J. (2014). Performance index: an expeditious tool to screen for improved drought resistance in the Lathyrus genus. *Journal of Integrative Plant Biology*, 56, 610–621. doi: 10.1111/jipb.12186

12. Tokarz, K., Piwowarczyk, B., Wysock, A., Wójtowicz, T., Makowski, W., & Golemiec, E. (2019). Response of grass pea (Lathyrus sativus L.) photosynthetic apparatus to short-term intensive UV–A: red ra-

diation. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41, 168–174. doi: 10.1007/s11738-019-2962-2

13. Nadkernychna, O. V. (2005). Azotfiksuvalni mikrobno-roslynni symbiozy. *Silskohospodarska Mikrobiolohiia*, 1–2, 105–127 [In Ukrainian].

14. Patyka, V. P. (2001). *Stan i perspektyvy doslidzhennia mikrobnoi azotfiksatsii. Ontohenez roslyn, biolohichna fiksatsiia molekuliarnoho azotu ta azotnyi metabolizm.* Ternopil [In Ukrainian].

15. Posypanov, H. S. (1985). *Byolohycheskyi y myneralnyi azot v pytanyy zernovykh bobovykh kultur. Selektsyia, semenovodstvo y tekhnolohyia vozdelyvanyia zernobobovykh kultur*. Orel [In Russian].

16. Prianyshnykov, D. N. (1963). *Yzbrannye sochynenyia: Tom 1: Ahrokhymyia*. Moskva: Selkhozyzdat [In Russian].

17. Nychyporovych, A. A. (1972). *Fotosyntetycheskaia deiatelnost rastenyi y puty povyshenyia ykh produktyvnosty. Teoretycheskye osnovy fotosyntetycheskoi produktyvnosty*. Moskva: Nauka [In Russian].

18. Volkodava, V. V. (Red.). (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi kultury)*. Kyiv [In Ukrainian].

19. Hunt, S., & Layzell, D. B. (1993). Gas Exchange of Legume Nodules and the Regulation of Nitrogenase Activity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 44 (1), 483–511. doi: 10.1146/annurev.pp.44.060193.002411

20. Kretovych, V. A. (1994). *Byokhymyia usvoenyia azota vozdukha rastenyiamy*. Moskva: Nauka [In Russian].

21. Ustenko, H. P. (1963). *Fotosyntetycheskaia deiatelnost rastenyi v posevakh kak osnova formyrovanyia vysokykh urozhaev. Fotosyntez y voprosy produktyvnosty rastenyi*. Moskva: AN SSSR [In Russian].

22. Nychyporovych, A. A. (1963). *O putiakh povyshenyia produktyvnosty fotosynteza rastenyi v posevakh. Fotosyntez y voprosy produktyvnosty rastenyi*. Moskva: AN SSSR [In Russian].

23. Liu, J. (2014). Yang Symbiotic promiscuity in Parasponia rugose. *11 th Europian Nitrogen Fixation Conference*. (7–10 September 2014.). Costa Adeje, Tenerife, Spain

24. Hatulyna, H. H., & Nykytyna, S. S. (2016). *Zernobobovye kultury: systemnyi podkhod k analyzu rosta, razvytyia y formyrovanyia: monohrafyia*. Moskva [In Russian].

25. Alysova, S. M., & Tykhonovych, Y. A. (1983). Yspolzovanye khlorofylnykh mutantov horokha v kachestve modely dlia yzuchenyia vzaymosviazy mezhdu fotosyntezom y azotfyksatsyei. *Henetyka*, 19, 1512–1517 [In Russian].

26. Kretovych, V. L. (1987). *Usvoenye y metabolyzm azota u rastenyi*. Moskva: Nauka [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 23.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Єремко Л. С., Швець А. Ю., Кобилинський І. В., Саєнко В. О. Оптимізація поживного режиму – фактор підвищення продуктивності посівів чини посівної (*Lathirus sativus* L.). *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 149–155.

© Єремко Людмила Сергіївна, Швець Анатолій Юрійович, Кобилинський Іван Валентинович, Саєнко Віталій Олександрович, 2021

Agriculture. Plant growing
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.8+581.48+58.036.5 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.19**

SOWING QUALITIES OF MEDICINAL PLANTS' SEEDS DEPENDING ON THEIR STRATIFICATION

S. V. Pospielov* ORCID 0000-0003-0433-2996
M. M. Opara ORCID 0000-0003-2050-5754
K. S. Panchenko ORCID 0000-0002-2545-2439
V. M. Zdor ORCID 0000-0003-4200-4619
V. Ya. Solop

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Correspondent author*
E-mail: sergii.pospielov@pdaa.edu.ua

How to Cite *Pospielov, S. V., Opara, M. M., Panchenko, K. S., Zdor, V. M., & Solop, V. Ya. (2021). Sowing qualities of medicinal plants' seeds depending on their stratification. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 156–162. doi: 10.31210/visnyk2021.01.19*

The sowing qualities of seeds of medicinal plants: forest mallows (Malva sylvestris L.), coneflower (Echinacea purpurea (L.) Moench.), pale coneflower (Echinacea pallida (Nutt.) Nutt.), St. John's wort (Hypericum perforatum L.) cornflower (Centaurea cyanus L.) depending on the effect of stratification at a temperature of + 3 ^{0}C for 15, 30 and 45 days, were studied. The control was seeds, which were stored for the same period at a temperature of + 20 ^{0}C. In the seeds of forest mallows after stratification lasting 15 days, the germination energy increased significantly, by 65.6 %, and laboratory germination – by 46 % relative to the control; longer holding of the seeds was ineffective. In Echinacea purpurea the stratification significantly increased these indicators. Germination energy increased by 9–20 % and amounted to 78–82 %, and laboratory germination – by 10.2–13.4 % and reached 93 % after 45 days of stratification. As a result of stratification of pale coneflower seeds, germination energy after 15 days increased 1.3 times (up to 72 %), after 30 days – 1.36 times (up to 79 %), and after 1.5 months – 1.26 times (up to 82 %) relative to the control. Similar patterns were observed in determining laboratory germination. Our studies of cornflower seeds show that stratification for 15 days did not lead to a significant increase in both germination energy and laboratory germination. Longer duration of reduced temperatures led to a significant increase in germination energy by 7.5–10.0 %, and did not significantly affect laboratory germination (+3.4 % – + 5.7 % relative to the control). The study of the stratification effect on St. John's wort seeds shows that after 15–30 days of stratification, germination energy increased by 2–3 % in comparison with the control, and after 45 days – by 13 %. Laboratory germination increased by 1.05; 1.09; 1.18 times, respectively, which indicates the effectiveness of keeping the seeds of St. John's wort for 1.5 months at low temperatures. The conclusion about the efficacy of applying stratification of seeds of medicinal crops has been made.

***Key words**: medicinal plants, stratification, Echinacea purpurea, Echinacea pallida, Malva sylvestris, Centaurea cyanus, Hypericum perforatum*

ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ СТРАТИФІКАЦІЇ

С. В. Поспєлов, М. М. Опара, К. С. Панченко, В. М. Здор, В. Я. Солоп
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Досліджено посівні якості насіння лікарських рослин: калачиків лісових (Malva sylvestris L.), ехінацеї пурпурової (Echinacea purpurea (L. Moench.), ехінацеї блідої (Echinacea pallida (Nutt.) Nutt.), звіро-

бою звичайного (Hypericum perforatum L.) та волошки синьої (Centaurea cyanus L.) залежно від дії стратифікації при температурі +3 ^{0}С протягом 15, 30 та 45 діб. Контролем слугувало насіння, яке зберігалося такий же термін за температури +20 ^{0}С. У насіння калачиків лісових після стратифікації тривалістю 15 діб енергія проростання суттєво зростала на 65,6 %, а лабораторна схожість – на 46 % відносно контролю; більш тривале витримування насіння було малоефективним. У ехінацеї пурпурової стратифікація суттєво збільшила вказані показники. Енергія проростання зросла на 9–20 % і становила 78–82 %, а енергія проростання – на 10,2–13,4 % і досягла 93 % після 45 діб стратифікації. Внаслідок стратифікації насіння ехінацеї блідої енергія проростання через 15 діб зросла в 1,3 раза (до 72 %), через 30 діб – в 1,36 раза (до 79 %), а через 1,5 місяця – в 1,26 раза (до 82 %) відносно контролю. Такі закономірності простежувалися і при визначенні лабораторної схожості. Наші дослідження насіння волошки синьої свідчать, що стратифікація протягом 15 діб не призвела до суттєвого збільшення як енергії проростання, так і лабораторної схожості. Більш тривалий термін дії понижених температур призвів до суттєвого збільшення енергії проростання на 7,5–10,0 %, і недостовірно вплинув на лабораторну схожість (+3,4 % – +5,7 % до контролю). Вивчення впливу стратифікації на насіння звіробою свідчить, що після 15–30 діб стратифікації енергія проростання збільшилась на 2–3 % до контролю, а через 45 діб – на 13 %. Лабораторна схожість зросла в 1,05; 1,09; 1,18 раза відповідно, що свідчить про ефективність витримування насіння звіробою 1,5 місяця при понижених температурах. Зроблено висновок про ефективність застосування стратифікації насіння лікарських культур.

***Ключові слова**: лікарські рослини, стратифікація, ехінацея пурпурова, ехінацея бліда, калачики лісові, волошка синя, звіробій звичайний.*

Вступ

Для лікарського рослинництва високі посівні якості насіння є важливою передумовою створення продуктивної плантації. Від цього залежить урожайність і якість сировини, комерційна успішність проекту [1]. Через те, що більшість з них інтродуковано відносно недавно, однією з характерних особливостей насіння є здатність перебувати у стані спокою [2]. Поряд із певними перевагами, спокій насіння у лікарських культур часто стає причиною зріджених сходів. Для багатьох культур спокій обумовлений біологічними особливостями і відноситься до органічного спокою [2]. За М. Г. Ніколаєвою, органічний спокій поділяється на екзогенний, ендогенний та комбінований [1]. Для його подолання застосовують різні методи, які впливають на морфологічні, анатомічні чи фізіологічні особливості насіння.

Варто зазначити, що питання регуляції посівних якостей лікарських рослин наведені в літературі фрагментарно і стосуються тих видів, які мають комерційний інтерес. Прагнення до поліпшення проростання насіння ехінацеї, особливо ехінацеї вузьколистої (*Echinacea angustifolia* DC.), у якої природний рівень схожості становить 3–15 %, призвело до різнопланових досліджень методів подолання спокою у представників вказаного роду. Було вивчено дію на насіння неорганічних солей [3], регуляторів росту [4–6], стратифікації [4, 5, 7, 8], механічної скарифікації [4, 9], світла [4, 10], поєднання світла і стратифікації [8]. Є відомості, що насіння звіробою звичайного і волошки синьої майже не мають фізіологічного періоду спокою [1].

Метою наших досліджень було вивчення посівних якостей насіння лікарських рослин залежно від дії стратифікації.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на кафедрі землеробства і агрохімії імені В. І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії протягом 2014–2020 років. Насіння калачиків лісових (*Malva sylvestris* L.) (2019–2020 рр.), ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L. Moench.) (2015–2017 рр.), ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) (2015–2017 рр.), звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) (2016–2018 рр.) та волошки синьої (*Centaurea cyanus* L.) (2014–2016 рр.) через два місяці після збирання, витримували при температурі +3 ^{0}С протягом 15, 30 та 45 діб, після чого пророщували їх у чашках Петрі у чотириразовій повторності, визначали енергію проростання та лабораторну схожість. Паралельно закладали на пророщування насіння, яке зберігалося за температури 20 ^{0}С як контроль. Порівняння даних слугувало оцінкою ефективності стратифікації. Визначення посівних якостей проводили згідно з ДСТУ 2240-93, ДСТУ 3657-97, ДСТУ 7666-2014 [11–13].

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що насіння калачиків не має вираженого періоду спокою після збирання [14]. Водночас є актуальним вивчення і застосування певних заходів для поліпшення їх посівних якостей [15]. Як свідчать результати, наведені на рисунку 1, у наших дослідах стратифікація позитивно впливала як на енергію проростання, так і на лабораторну схожість насіння.

Варто відзначити, що без стратифікації посівні якості поступово зростали: через 15 діб енергія проростання становила 21 %, 30 діб – 42 %, 45 діб – 50 %. Лабораторна схожість, відповідно, становила 25 %, 44 %, 56 %, що свідчить про фізіологічне достигання насіння під час проведення досліду. Після стратифікації при температурі +3 ^{0}C через 15 діб енергія проростання суттєво зростала на 65,6 %, а лабораторна схожість – на 46 % до контролю. Більш тривале витримування насіння було малоефективним: після 30 діб енергія проростання збільшувалась на 9,5 %, лабораторна схожість – на 7,6 %, а через 45 діб – на 6,6 % та 2,3 %, що не підтверджувалося статистично. Отже, наші попередні дослідження дають змогу зробити висновок, що посівні властивості насіння калачиків лісових зростають після стратифікації. До того ж тривалість витримування потребує подальшого уточнення для оптимізації умов зберігання.

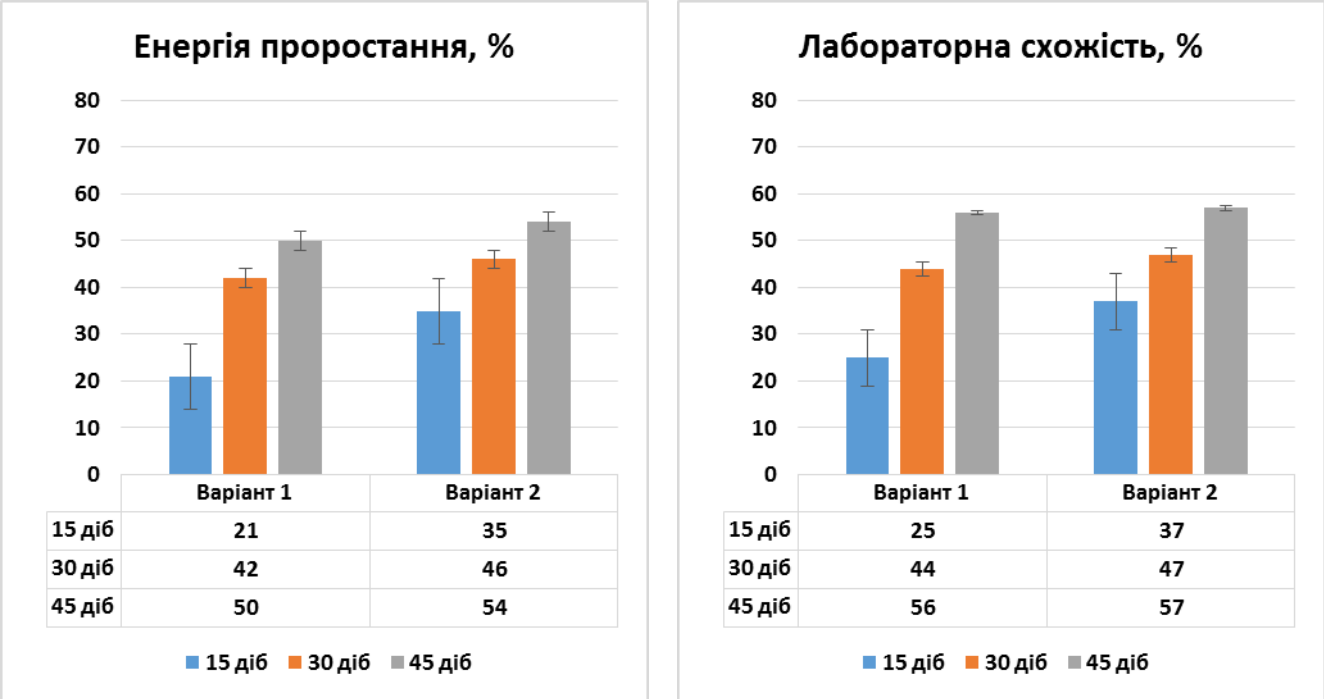
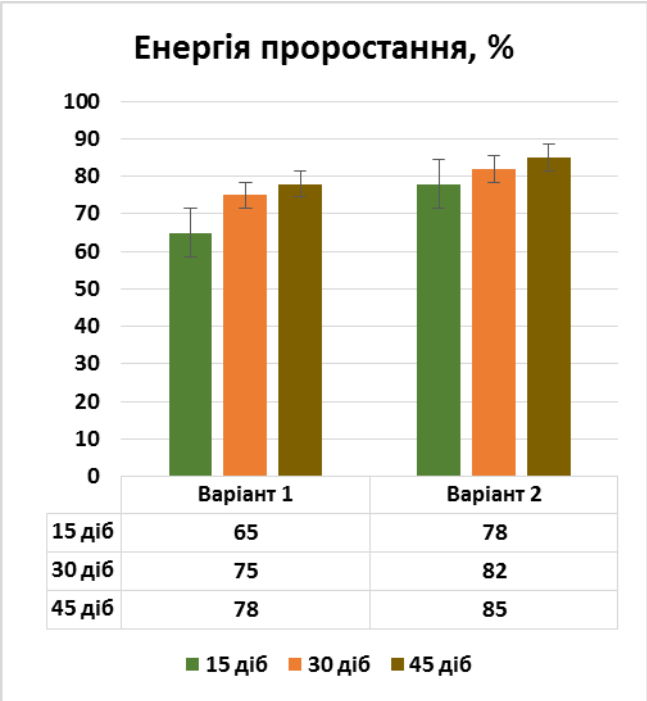


Рис. 1. Посівні якості насіння калачиків лісових залежно від терміну стратифікації
Варіант 1 – +20 ^{0}C (контроль), варіант 2 – стратифікація при +3 ^{0}C.

У ехінацеї посівні якості насіння можуть варіювати досить суттєво. За даними [16], енергія проростання у ехінацеї пурпурової становила в середньому 40,32 %, а у ехінацеї блідої 8,16 %. Лабораторна схожість коливалась у межах 36,7 % до 94,0 % та від 3,3 % до 66,0 % відповідно. Значно нижчими були значення польової схожості: у ехінацеї пурпурової – 28,47 %, а ехінацеї блідої – 14,46 %. Автори відзначають, що у обох видів ехінацеї процент проростання свіжозібраного насіння був низьким: від 3,0 % до 15,3 %. Отже, виникає необхідність пошуку прийомів підвищення посівних якостей насіння. В наших дослідженнях насіння ехінацеї пурпурової без стратифікації найбільш суттєво зростала енергія проростання через 30–45 діб з початку досліду (на 10–13 %). Схожість при цьому становила на рівні 78–82 %. Стратифікація суттєво збільшила вказані показники. Енергія проростання залежно від терміну зросла на 7 % і становила 78–82 %, а енергія проростання – на 10–11 % і досягла 93 % після 45 діб стратифікації (рис. 2).



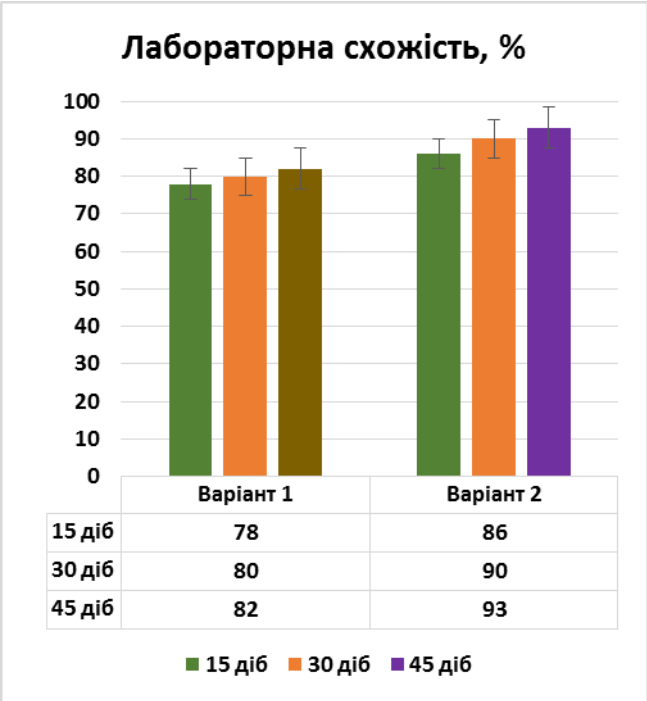
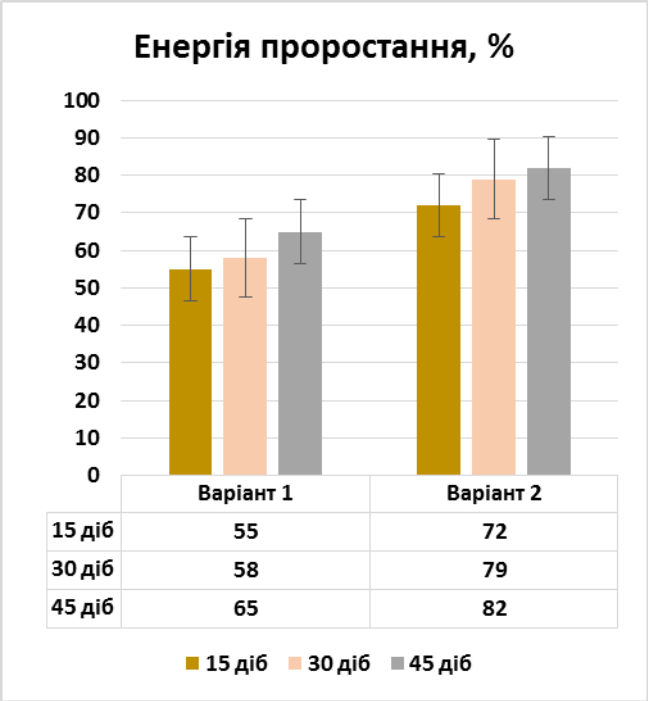


Рис. 2. Посівні якості насіння ехінацеї пурпурової залежно від терміну стратифікації
Варіант 1 – +20 ^{0}C (контроль), варіант 2 – стратифікація при +3 ^{0}C.

У ехінацеї блідої в контролі енергія проростання та лабораторна схожість протягом досліду збільшувалась несуттєво: з 55 % до 65 % та з 68 % та 76 % відповідно (рис. 3). Внаслідок стратифікації енергія проростання вже через 15 діб зросла в 1,3 раза (до 72 %), через 30 діб – в 1,36 раза (до 79 %), а через 1,5 місяця – в 1,26 раза (до 82 %) відносно контролю. Такі ж закономірності простежувалися і при визначенні лабораторної схожості. Через 15 діб вона зросла з 68 % до 82 % (в 1,2 раза), через місяць – з 70 % до 85 % (в 1,21 раза), а через 1,5 місяця – з 76 % до 88 % (в 1,16 раза). Загалом для ехінацеї стратифікація позитивно вплинула на посівні якості насіння.



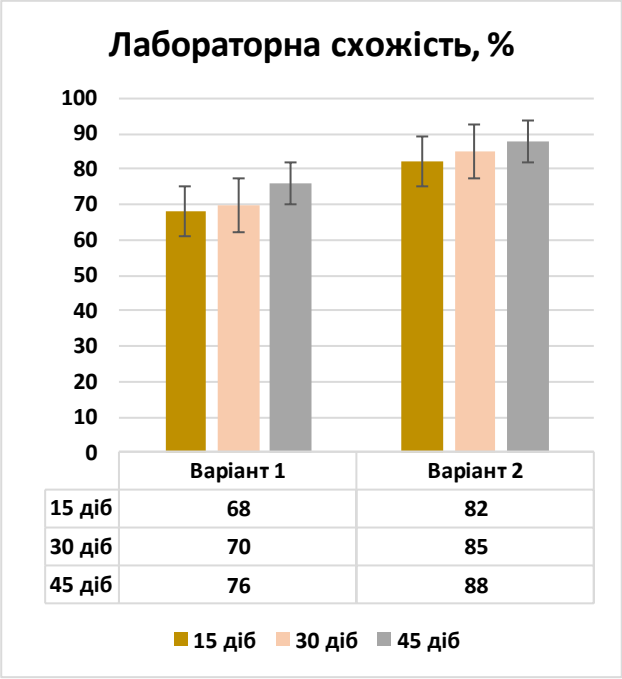


Рис. 3. Посівні якості насіння ехінацеї блідої залежно від терміну стратифікації
Варіант 1 – +20 ^{0}C (контроль), варіант 2 – стратифікація при +3 ^{0}C.

Волошка синя – перспективна культура, вирощується як лікарська, декоративна рослина. Насіння здатне проростати вже при температурі +2 ^{0}С, її можна сіяти восени (як озиму чи підзимню культуру) або рано навесні [17]. Відомо, що при температурі +2 ^{0}С насіння починає проростати на 12 добу, +5 ^{0}С – на 7 добу, а при +15 ^{0}С – на другу добу. Схожість при цьому становила 70–78 %. Насінню волошки притаманні високі посівні якості та відсутність післязбирального періоду спокою [17]. Водночас нам не відомі результати дії стратифікації на її насіння. Наші дослідження свідчать, що в контролі через 15 діб енергія проростання становила 75 %, а подальшому не перевищувала 80 % (рис. 4). Лабораторна схожість зростала із 82 % (через 15 діб) до 88 (через 1,5 місяці). Стратифікація 15 діб не призвела до суттєвого збільшення як енергії проростання, так і лабораторної схожості. Більш тривалий термін дії понижених температур призвів до суттєвого збільшення енергії проростання на 7,5– 10,0 %, і не достовірно вплинув на лабораторну схожість (+3,4 % – +5,7 % до контролю).

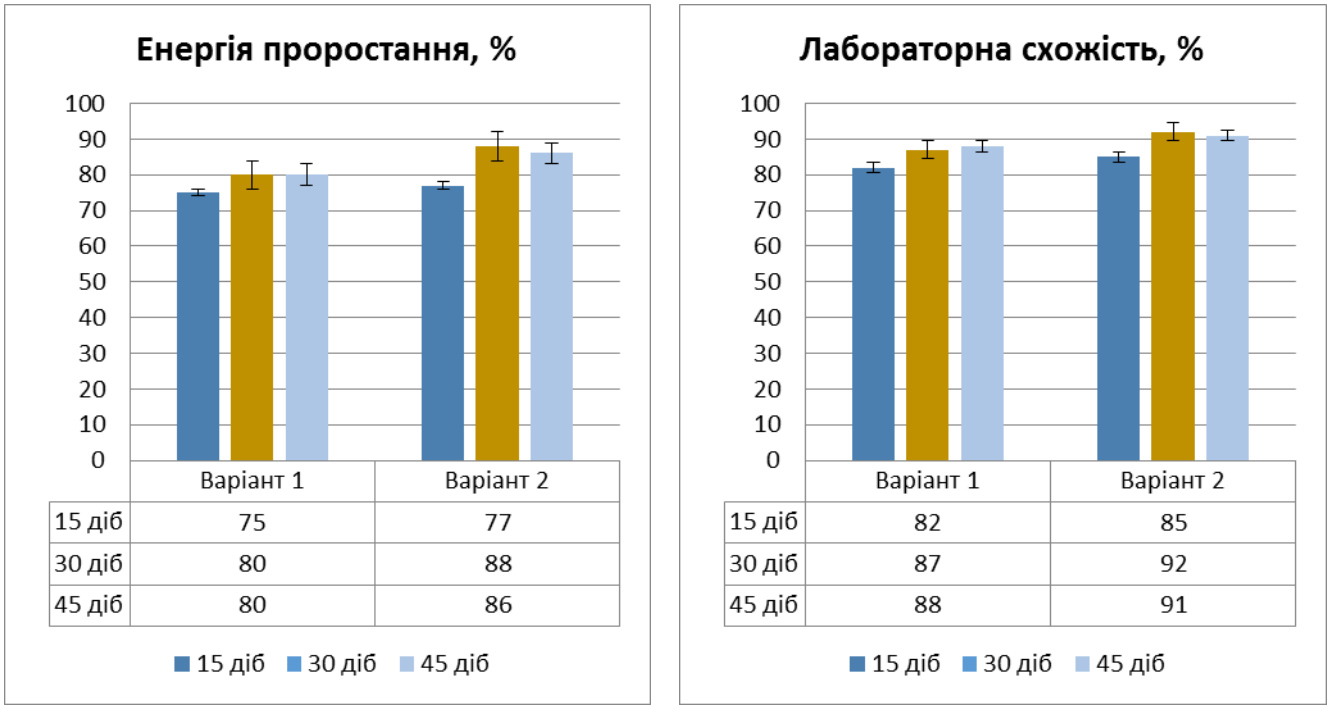


Рис. 4. Посівні якості насіння волошки синьої залежно від терміну стратифікації
Варіант 1 – +20 ^{0} С (контроль), варіант 2 – стратифікація при +3 ^{0}С.

Перспективною та важливою лікарською рослиною є звіробій звичайний. Через уведення його в культуру дослідження посівних якостей насіння представляє виробничий інтерес. Згідно з даними О. Ю. Маковецької, насіння природних популяцій не потребувало стратифікації і схожість досягала 100 % [18]. До того ж відомо, що насіння звіробою після сівби часто не сходить на перший рік створення плантації [19, 20]. У контролі без стратифікації посівні якості насіння майже не змінювалися: енергія проростання було на рівні 70–72 %, а схожість – 76–78 %. Після 15 діб стратифікації енергія проростання збільшилася на 2 % до контролю, через 30 діб – на 3 %, а через 45 діб – на 13 %. Лабораторна схожість внаслідок стратифікації зросла в 1,05; 1,09; 1,18 раза відповідно, що свідчить про ефективність витримування насіння звіробою 1,5 місяця при понижених температурах.

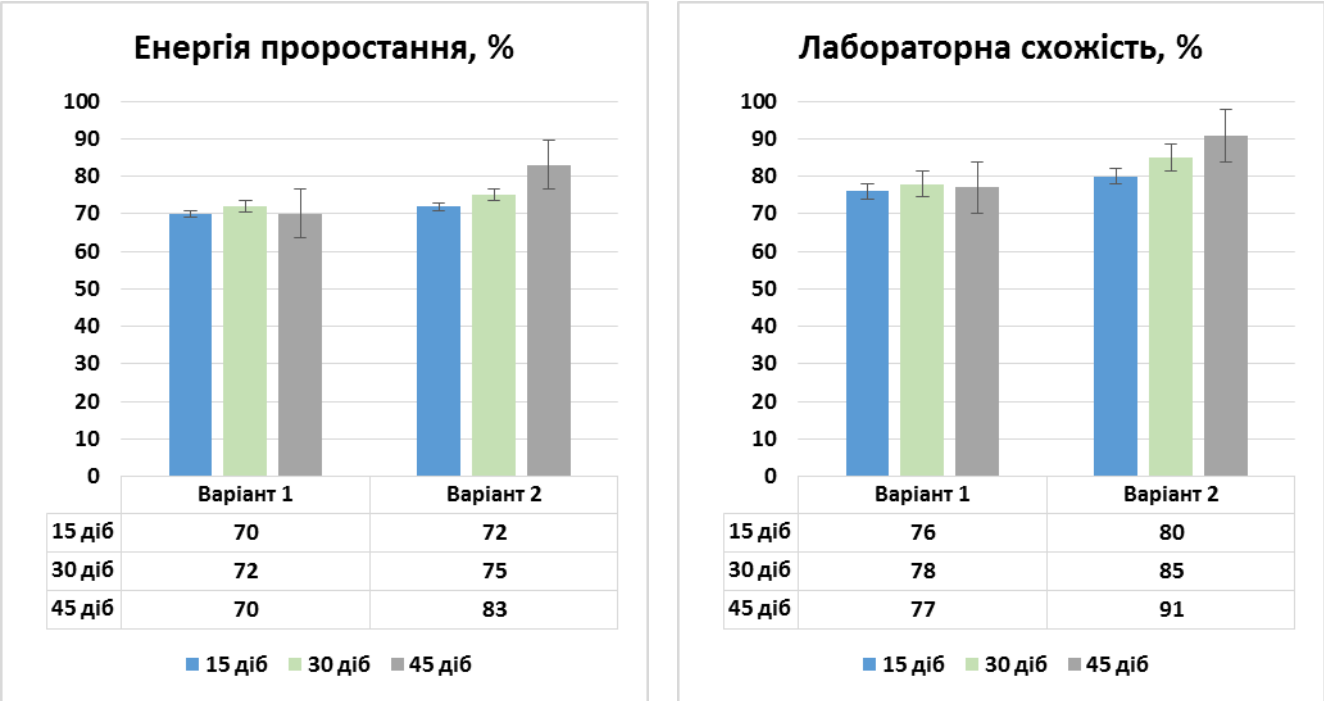


Рис. 5. Посівні якості насіння звіробою звичайного залежно від терміну стратифікації
Варіант 1 – +20 ^{0}C (контроль), варіант 2 – стратифікація при +3 ^{0}C.

Висновки

Проведені досліди дають змогу зробити висновок, що стратифікація при температурі +3 ^{0}C є ефективним методом подолання післязбирального спокою насіння лікарських культур. Для калачиків лісових 15 діб стратифікації насіння було достатньо для підвищення енергії проростання на 65,6 %, а схожості – на 46 % відносно контролю. У ехінацеї пурпурової більш ефективним виявилося витримування насіння при понижених температурах протягом 30–45 діб. При цьому енергія проростання зростала на 7 %, а схожість – на 10–11 %. У ехінацеї блідої стратифікація протягом усіх термінів позитивно впливала на посівні якості насіння: енергія проростання була більшою, ніж контроль на 17–21 %, схожість – на 12–15 %. Насіння волошки майже не змінювали свої посівні якості після витримування при температурі +3 ^{0}C. Для насіння звіробою найбільш ефективним варіантом була стратифікація протягом 1,5 місяці: енергія проростання та схожість збільшувалася на 13–14 % відносно контролю. Метод стратифікації насіння для лікарських рослин має перспективу, потребує подальшого вивчення та уточнення, її терміни протребують індивідуального видового підходу.

References

1. Gorban, A. T., Gorlacheva, S. S., & Krivunenko, V. P. (2004). *Lekarstvennye rastenija: vekovoj opyt izuchenija i vozdelyvanija*. Poltava: Verstka [In Russian].

2. Kalens'kva, S. M. (Red.). (2011). *Nasinnjeznavstvo ta metody vyznachennja jakosti nasinnja sil's'kogospodars'kyh kul'tur: Navchal'nyj posibnyk*. Vinnycja: FOP Danyljuk [In Ukrainan].

3. Gao, Y. P., Zheng, G. H., & Gusta, L. V. (1998). Potassium hydroxide improves seed germination and emergence in five native plant species. *HortScience*, 33 (2), 274–276.

4. Bishnoi, U., Willis, J., & Mentreddy, S. (2010). Methods to improve seed germination of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1 (3), 185–188. doi: 10.5251/abjna.2010.1.3.185.188

5. Qu, L., Wang, X., Yang, J., Hood, E., & Scalzo, R. (2004). Ethephon Promotes Germination of *Echinacea angustifolia* and *E. pallida* in Darkness. *HortScience*, 39 (5), 1101–1103. doi: 10.21273/hortsci.39.5.1101

6. Pospelov, S. V., & Samorodov, V. N. (1996). Poiski i svoistva lektinov ehinacei purpurnoi. *Problemy likars'kogo roslinnictva: tezi dopovidej mizhnarodnoii naukovo-praktichnoii konferencii z nagodi 80-richchja Institutu likars'kih roslin UAAN*. (3–5 lipnja 1996 p., m. Lubni). Poltava [In Russian].

7. Parmenter, G. A., Burton, L. C., & Littlejohn, R. P. (1996). Chilling requirement of commercialEchinaceaseed. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24 (1), 109–114. doi: 10.1080/01140671.1996.9513942

8. Romero, F. R., Delate, K., & Hannapel, D. J. (2005). Effect of Seed Source, Light during Germination, and Cold-moist Stratification on Seed Germination in Three Species of Echinacea. *HortScience*, 40 (4), 1062E–1062. doi: 10.21273/hortsci.40.4.1062e

9. Feghahati, S. M. J., & Reese, R. N. (1994). Ethylene-, light-, and prechill-enhanced germination of *Echinacea angustifolia* seeds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119 (4), 853–858. doi: 10.21273/jashs.119.4.853

10. Smith-Jochum, C. C., & Albrecht, M. L. (1987). Field establishment of three *Echinacea* species for commercial production. *Acta Horticulturae*, (208), 115–120. doi: 10.17660/actahortic.1987.208.13

11. *DSTU 2240-93. Nasinnja sil's'kogospodars'kyh kul'tur. Sortovi ta posivni jakosti. Tehnichni umovy*. Chynnyi vid 1993-09-09. (1994). Kyiv [In Ukrainan].

12. *DSTU 3657-97. Nasinnja efiroolijnyh kul'tur. Metody vyznachennja shozhosti*. Chynnyi vid 1999-07-01. (1997). Kyiv [In Ukrainan].

13. *DSTU 7666-2014. Nasinnja likars'kyh roslyn (ehinaceja purpurova, roztoropsha pljamysta). Sortovi ta posivni jakosti. Tehnichni umovy*. Chynnyi vid 2015-07-01. (2014). Kyiv [In Ukrainan].

14. L'vov, N. A., & Jakovleva, S. V. (1930). Yssledovanyja semjan lekarstvennyh y dushystyh rastenyj. *Trudy po Prykladnoj Botanyke, Genetyke y Selekcii*, XXIII, 543–659 [In Russian].

15. Rahmetov, D. B. (1999). Introdukcija i selekcija kormovyh rastenij semejstva Mal'vovyh (Malvacea) v Lesostepi Ukrainy. *Introdukcija Roslin*, 2, 25–31. Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_1999_2_7 [In Russian].

16. Samorodov, V. N., Pospelov, S. V., & Pis'mak, I. G. (1996). Osobennosti latentnogo perioda nekotoryh vidov roda *Echinacea* Moench. *Problemi likars'kogo roslinnictva: tezi dopovidej mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii z nagodi 80-richchja Institutu likars'kih roslin UAAN*. (3–5 lipnja 1996 r., m. Lubni). Poltava [In Russian]

17. Pospelov, S. V., Zagorul'ko, S. P., Klimenko, O. V., & Nikolaenko, V. V. (2012). Prorostannja nasinnja voloshki sin'oi (*Centaurea cyanus* L.) zalezhno vid temperaturi. *Aktual'ni ekologichni ta agrobiologichni problemi Seredn'ogo Pridniprov'ja v konteksti stalogo rozvitku: Materiali regional'noi naukovo-praktichnoi konferencii*. Cherkasi: FOP Belins'ka O. B. [In Ukrainan].

18. Makoveckaja, E. Ju. (1990). Biologicheskie osobennosti prorastanija semjan nekotoryh vidov zveroboja. *Sostojanija i perspektivy nauchnyh issledovanij po introdukcii lekarstvennyh rastenij*: *tezisy dokladov i soobshhenij Vsesojuznoj konferencii* (28 oktjabrja 1990). Moskva [In Russian].

19. Zharinov, V. I., & Ostapenko, A. I. (1994). *Vyrashhivanie lekarstvennyh efiromaslichnyh prjanov-kusovyh rastenij*. Kiev: Vysshaja shkola [In Russian].

20. Hardman, R. (2003). *Hypericum*. doi:10.1201/9781420023305

Стаття надійшла до редакції 24.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспєлов С. В., Опара М. М., Панченко К. С., Здор В. М., Солоп В. Я. Посівні якості насіння лікарських рослин залежно від їх стратифікації. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 156–162.

© Поспєлов Сергій Вікторович, Опара Микола Миколайович, Панченко Катерина Степанівна, Здор Вячеслав Миколайович, Солоп Володимир Ярославович, 2021

Agriculture. Ecology
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

review article | UDC 330.15:330.341 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.20**

DOMINANTS AND MECHANISMS OF OVERCOMING ENVIRONMENTAL RISKS TO ENSURE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

O. V. Garashchuk[1]* ORCID 0000-0001-5572-5357
V. I. Kutsenko[2] ORCID 0000-0003-3102-0744

[1] State service of education quality of Ukraine, 18, Isaakiana St., Kyiv, 01135, Ukraine
[2] State Institution "Institute of Environmental Economics and Sustainable Development of the National Academy of Sciences of Ukraine", 60, Shevchenko Ave., Kyiv, 01032, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: mon7@ukr.net

How to Cite *Garashchuk, O. V., & Kutsenko, V. I. (2021). Dominants and mechanisms of overcoming environmental risks to ensure sustainable development. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 163–171. doi: 10.31210/visnyk2021.01.20*

Sustainable development is the leading conceptual idea, which, according to the generally accepted opinion of the world scientific community, has to determine the direction of modern civilization. Its essence is to meet social needs for material benefits without threatening the ability of future generations to satisfy their own needs. Sustainable development includes environmental, economic and social components. Moreover, it is especially important to ensure environmental security, identify factors affecting the overcoming of environmental risks. Therefore, the purpose of our study is to identify mechanisms, the successful implementation of which would contribute to improving the environmental situation and ensuring sustainable development. Environmental security, as a part of national security, occupies an important place among its components. Environmental problems are aggravated in the process of transition to market relations. Sustainable development requires an optimal combination of market mechanisms and measures of state regulation of social and economic development, aimed at creating ecologically safe environment for human living. Such environment significantly increases the role of the social sphere and, in particular, housing and communal services, the functioning of which negatively affects the environment as a result of depreciated sewer systems and insufficient capacity of purification facilities. The article provides a list of measures aimed at overcoming this negative situation. The role of education, which can have a significant impact on the ecological state in the country, is also emphasized. Education can be called a dominant factor in achieving sustainable development. A number of measures aimed at enhancing the role of environmental education in the life of the society are proposed, in particular to achieving environmental security, overcoming environmental risks, and increasing production efficiency based on sustainable development. The idea is substantiated as to introducing an innovative mechanism aimed at improving the natural environment, which will contribute to successful overcoming of environmental problems and dynamic movement to sustainable development.

Key words: *social sphere, sustainable development, production efficiency, social and ecological situation, globalization processes.*

ДОМІНАНТИ ТА МЕХАНІЗМИ ПОДОЛАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

***О. В. Гаращук*[1], *В. І. Куценко*[2]**
[1] Державна служба якості освіти України, м. Київ, Україна
[2] Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», м. Київ, Україна

Провідною концептуальною ідеєю, яка за загальновизнаною світовим науковим співтовариством думкою має визначати напрям сучасної цивілізації, є сталий розвиток. Його сутність полягає в тому, щоб задовольняти суспільні потреби в матеріальних благах, не загрожуючи здатності наступних поколінь задовольняти власні потреби. Сталий розвиток включає екологічний, економічний та соціальний складники. При цьому особливо актуальним є забезпечення екологічної безпеки, виявлення чинників, що впливають на подолання екологічних ризиків. Тому метою нашого дослідження є виявлення механізмів, успішна реалізація яких сприяла би покращенню екологічної ситуації та забезпеченню сталого розвитку. Екологічна безпека як частина національної безпеки посідає важливе місце серед її складників. Екологічні проблеми загострюються під час переходу до ринкових відносин. Сталий розвиток потребує оптимального поєднання ринкових механізмів і заходів державного регулювання соціально-економічного розвитку, спрямованих на створення екологічно безпечного середовища для проживання людини. Останнє значно підвищує роль соціальної сфери і, зокрема житлово-комунального господарства, функціонування якого негативно впливає на довкілля, що обумовлено зношеністю каналізаційних систем та недостатньою потужністю очисних споруд. У статті наводиться перелік заходів, спрямованих на подолання зазначеної негативної ситуації. Також підкреслюється роль освіти, здатної здійснювати суттєвий вплив на екологічний стан у країні. Освіту можна назвати домінантою в досягненні сталого розвитку. Пропонується перелік заходів, спрямованих на підвищення ролі екологічної освіти в житті суспільства, зокрема у досягненні екологічної безпеки, подоланні екологічних ризиків, у підвищенні ефективності виробництва на засадах сталого розвитку. Обґрунтовується думка про те, що успішному подоланню екологічних проблем, динамічному рухові в напрямі сталого розвитку сприятиме впровадження інноваційного механізму, що має на меті оздоровлення природного середовища.

Ключові слова: *соціальна сфера, сталий розвиток, ефективність виробництва, соціально-екологічна ситуація, глобалізаційні процеси.*

«Будь-яка перешкода долається наполегливістю.»
Леонардо да Вінчі [1]

Останнім часом усе частіше можна натрапити на поняття «екологічна безпека», ризики її формування та розвитку. Безпека – це насамперед відсутність небезпеки; це надійність. Екологічна безпека є важливою проблемою. Її існування пов’язане із забезпеченням необхідних, безпечних умов для зайнятості населення. Екологічна безпека передбачає необхідність подолання екологічних ризиків. Особливо це є важливим в умовах забезпечення сталого розвитку. До речі, Конференція ООН з навколишнього середовища і розвитку (1992 р.) сталий розвиток визначає як розвиток суспільства, що задовольняє потреби сучасності, не загрожуючи здатності наступних поколінь задовольняти свої потреби. Сталий розвиток включає екологічний, економічний та соціальний складники [2].

Концепція сталого розвитку країни передбачає необхідність урахування різноманітних аспектів діяльності. Адже саме остання в багатьох випадках зумовлює екологічну небезпеку. У розробці напрямів подолання останньої значний доробок мають Бистряков І., Василенко В., Гриценко С., Долішній М., Друкер П., Дубницький В., Згуровський М., Іванюк Д., Кравців В., Кросбі А., Лернер Ю., Мазур А., Найдюк В., Патон Б., Плугіна Ю., Портер М., Пустовой С., Румельт Р., Станкевич І., Степаненко А., Толстоухов А., Федулова С., Харазішвілі Ю., Хвесик М., Хилько М., Шапіро С., Шульга І. та ін. [3–23].

Значна частина робіт зазначених авторів має фундаментальне значення для еволюції теорії розвитку економічних систем. Проте, незважаючи на наявність значних досліджень, визначення проблем у екологічній сфері, виявлення чинників, що впливають на подолання екологічних ризиків, розроблення та обґрунтування комплексу заходів щодо їхнього усунення, різні аспекти, управління процесами

досягнення сталого розвитку в аспекті екологічної безпеки, залишаються поза увагою дослідників.

Екологічна безпека як складник національної безпеки в контексті сталого розвитку

Безпека, згідно з авторитетною думкою академіка Легасова В., – це стан захищеності кожної окремої людини, суспільства, навколишнього середовища від небезпек, обумовлених усіма можливими причинами, зокрема екологічного характеру [24].

Екологічна безпека – це проблема, що досліджують фахівці різних сфер діяльності. Адже вона є складником національної безпеки. Важливим нормативно-правовим документом щодо забезпечення екологічної безпеки слугує стратегія національної безпеки, що передбачає створення нової системи забезпечення національної безпеки України як протидії актуальним загрозам – захищеності життєво важливих інтересів людини і громадськості, суспільства і держави загалом, що передбачає забезпечення сталого соціо-еколого-економічного розвитку, своєчасне виявлення, запобігання та нейтралізацію реальних потенційних загроз національним інтересам [25] (рис.).

Рис. Основні складники потенційних загроз національним інтересам

Джерело: складено авторами.

Інтереси національної безпеки зумовлюють особливу увагу до проблем екологічної безпеки в сучасний період, коли екологічні ризики набули глобального характеру і посилення відповідних загроз відчувається на всіх локальних рівнях.

Екологічні ризики щодо забезпечення соціально-економічних умов для сталого розвитку

Екологічні ризики загрожують не лише екологічному складнику сталого розвитку, але також і його економічному та соціальному складникам. Найбільш наочно та безпосередньо це виявляється в тому, що від погіршення екологічної ситуації значною мірою залежать рівень захворюваності населення, показники тимчасової непрацездатності населення та тривалості його життя, а отже і втрати робочого часу через тимчасову непрацездатність тощо.

Причинами виникнення вищезазначених ризиків насамперед є невідповідність:

- наявних техніко-технологічних параметрів реальним потребам;
- сучасної екологічної ситуації чинним нормативам і стандартам;
- мотиваційного механізму використання наявного потенціалу в забезпеченні нормальної екологічної ситуації;
- можливостей бізнесу в покращенні екологічної ситуації тощо.

Екологічна безпека тісно пов'язана з безпекою людини. Остання є поняттям, що відображає сутність людського життя, її ментальні, соціальні та духовні надбання; це невід'ємний складник характеристики стратегічного розвитку людства, що визначена ООН як сталий людський розвиток (Sustainable Human Development), тобто такий розвиток, що сприяє гуманізації національного менталітету та забезпеченню інтелектуального потенціалу країни.

У контексті сталого розвитку вирішальним є питання постійного узгодження та гармонізації взаємовідносин людини та навколишнього природного середовища за такими векторами:

- часу – використання природних ресурсів у межах відновлювального процесу або оптимізації цих процесів;
- простору – задоволенню потреб населення щодо вирішення екологічних проблем, поліпшення екологічних умов розвитку місцевих громад;
- підвищення рівня екологічної свідомості організаторів виробництва тощо.

Як свідчить офіційна статистика, в епоху урбанізації людині часто не вистачає свіжого повітря та чистої води. Особливо відчутно останнім часом це має місце в Україні, де стан довкілля є не лише незадовільним, але і, на жаль, погіршується. Наразі в нашій країні лише 15 % території вважається чистою чи умовно чистою, а 70 % – визначається як забруднена територія [26].

Відбувається деградація довкілля, що не лише негативно впливає на фізичний, але і на духовний стан людей [15], тобто на середовище, у якому перебуває людина чи група людей. У цьому контексті, на наш погляд, варто нагадати, що, наприклад, Хилько М. зазначає, що екологічна безпека – це сукупність певних властивостей навколишнього природного середовища і створених цілеспрямованою діяльністю людини умов, за яких з огляду на економічні, соціальні чинники і науково обґрунтовані допустимі навантаження на об'єкти біосфери утримується на мінімально можливому рівні ризик антропогенного впливу на навколишнє середовище і негативні зміни, що відбуваються в ньому, забезпечуються віддалені наслідки цього впливу для попереднього і наступних поколінь [27].

Екологічні проблеми загострюються у процесі переходу до ринкових відносин. Сталий розвиток потребує оптимального поєднання ринкових механізмів і заходів державного регулювання соціально-економічного розвитку спрямованих на створення економічно безпечного середовища. Це, своєю чергою, потребує виявлення ризиків для безпечних умов проживання людини.

Серед останніх перебуває і соціальна сфера. Як відомо, серед чинників при будівництві житла враховується й екологічний. З'явилось більше житлових кварталів і суспільних центрів, які мають виразні архітектурні рішення і поліпшені показники екологічної безпеки.

Останні, на думку Шевчук О., характеризуються сукупністю дій, станів і процесів, які прямо чи побічно не призводять до суттєвих збитків (або загроз таких збитків), які завдають шкоди природному середовищу, окремим людям чи групі людей [28].

Світова практика свідчить, що на стан довкілля впливає житлово-комунальне господарство, зокрема:

- комплекс станів, явищ та дій, що забезпечують екологічний баланс на територіях, де здійснюється житлове будівництво;
- матеріал стін житлових новобудов, оснащеність нового житлового фонду, що сприяє збереженню здоров'я кожної людини чи групи людей, які проживають у цьому житловому фонді [28].

Урахування цих чинників у розвитку житлово-комунального господарства, на думку фахівців, має сприяти ліквідації загроз здоров'ю нації, спричинених низькою якістю стану житлового середовища.

Особливо значний вплив на екологічну безпеку має комунальна складова частина житлово-комунального комплексу. Адже в Україні кожна четверта частина очисних споруд, кожна п'ята – насосних станцій, половина насосних агрегатів відпрацювали свій нормативний термін. В аварійному стані перебуває 37,2 тис. кілометрів труб водогонів, 13,85 тис. кілометрів каналізаційних мереж (30 % їх сукупної довжини) тощо.

Відсутність же каналізаційних систем призводить до скидання неочищених вод у природні водні об'єкти, а споживання такої води – до захворювань населення. Це означає, що в регіонах, де низька питома вага загальної площі в житловому фонді, необладнаної каналізацією, висока ймовірність захворювання населення через споживання ним забрудненої води [29]. Окрім того, натепер наша держава є лідером за втратами води під час її постачання, а також забруднення інших природних ресурсів, що ще більше загострює проблему щодо забезпечення населення якісною питною водою.

Механізми подолання загроз екологічних ризиків та забезпечення сталого розвитку

Подальше забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку перебуває у площині створення відповідного організаційно-економічного механізму, функціонування якого має бути спрямовано на подолання екологічних ризиків та реалізації завдань сталого розвитку [3, 30, 31]. Так, покращення екологічної обстановки в системі водного господарства, як показали результати наших досліджень, можна досягти насамперед за умов:

- заборони будівництва у водоохоронних зонах;
- виведення з водоохоронних зон об'єктів, які є потенційними джерелами забруднення (гаражі, автомобільні стоянки, пункти прийому металу, паперу, автомобільні мийки, автозаправні станції тощо);
- озеленення та облаштування водоохоронних зон;
- ліквідація різних сміттєзвалищ;
- посилення контролю з боку екологічних організацій за санітарним станом водоохоронних зон тощо.

Не втратили актуальності в цьому контексті такі дії з гігієни довкілля як:

- гармонізація нормативно-правових актів і методології оцінки якості внутрішнього середовища житла з вимогами Європейського Союзу;
- удосконалення санітарних правил і норм щодо житлових умов населення;
- гігієнічне обслуговування об'ємно-планувальних і конструкторських рішень житлових будівель з урахуванням впливу на житлові будівлі зовнішніх і внутрішніх джерел забруднення;
- оздоровлення довкілля та його санітарно-гігієнічні аспекти;
- розроблення програми оснащення житлового фонду сучасним санітарно-гігієнічним обладнанням;
- розроблення гігієнічних показників і критеріїв для оцінки заходів забезпечення сталого соціально-еколого-економічного розвитку населених пунктів;
- успішне розв'язання питань, пов'язаних із проживанням населення в межах санітарно-захищених зон екологічно небезпечних підприємств;
- упровадження заходів щодо реалізації завдань сталого розвитку населених пунктів, зокрема впорядкування руху транзитного транспорту через населені пункти, створення в містах зон, вільних від автотранспорту. (Адже погіршення стану довкілля в Україні значною мірою зумовлено зростанням викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від автотранспорту. Особливо це стосується великих міст і передовсім столиці – міста Києва. В числі шкідливих викидів – сірчистий ангідрид, окиси азоту, вуглецю, викиди метану, що вкрай негативно впливають на стан здоров'я населення. Водночас показники знешкодження та утилізація зазначених речовин суттєво зменшились);
- удосконалення санітарної класифікації промислових підприємств і нормативів санітарно-захищених зон, зважаючи на реформування економіки [32].

Домінантне значення освіти для подолання екологічних загроз сталому розвитку

Поряд із тим варто відмітити важливе домінантне значення освіти, що, як свідчить світовий досвід, має суттєвий вплив не лише на соціально-економічну ситуацію у країні, а й на екологічний стан. Цьому сприяє насамперед екологічна освіта. До речі, термін «екологічна освіта» вперше введений на Конференції, організованій міжнародним союзом охорони природи 1970 року [33]. Цей термін означав «цілеспрямований неперервний і комплексний процес навчання і виховання громадян з метою формування в них:

- екологічної культури;
- вміння взаємодії в системі «людина – суспільство – природа»;
- ціннісних орієнтирів і норм поведінки (соціального досвіду) у сфері культурного природокористування та охорони навколишнього середовища. Процес і результат засвоєння систематичних знань, умінь і навиків у сфері впливу на навколишнє середовище, а також наслідки його змін» [34, 35].

На конференції міністрів Європейської економічної комісії ООН «Навколишнє середовище для Європи» (Київ 2003) підкреслювалось, що одним із головних інструментів, які сприяють поліпшенню довкілля, забезпечують охорону навколишнього середовища та сталий соціально-економічний розвиток, є освіта. З огляду на це міністри схвалили заяву про освіту на користь останнього. В ній було за-

пропоновано всім країнам включити Концепцію сталого розвитку до своїх систем освіти всіх рівнів від дошкільної – до вищої, щоб сприяти освіті як вирішальному чиннику перетворень. Тобто міжнародне співробітництво освіту визначило фундаментальним інструментом захисту навколишнього середовища [36].

Освіта, як відомо, залишається агентом майбутнього екологічної безпеки. І це має залишитись прерогативою:

- освітніх закладів;
- всіх освітян (учителів, викладачів, вихователів);
- колективів, які реалізують освітній процес, адже саме від них залежить спосіб передачі знань;
- якість розробки навчально-методичних матеріалів;
- організація ефективної комунікації, що забезпечує виховання дітей, підлітків, молоді в напрямі збереження та оздоровлення природного середовища та спрямована на створення для здійснення цього належних умов тощо.

Практичний досвід свідчить, що від вищезазначеного значною мірою залежать темпи виявлення та подолання екологічних загроз, а також якість надання в цьому контексті відповідних послуг та досягнення цілей, які ставлять суспільство і держава перед системою освіти. Наразі, як свідчить світовий досвід, для забезпечення ефективної екологічної освіти в основу її розвитку мають бути покладені такі принципи: внутрішньої єдності та цілісності; взаємної урівноваженості, пропорційності та гармонічності елементів змісту; єдність елементів і цілого; достатність основи, що забезпечує досягнення поставленої цілі; спадковість та послідовність тощо.

Система екологічної освіти реалізується через досвід пізнавальної діяльності, фіксованої у формі її результатів знань, а також через досвід продуктивної діяльності у формі способів її здійснення (вміння та навички).

Наразі екологічна освіта не відображає всіх наявних глобальних проблем екологічного циклу: не існує єдиної концепції, яка б визначала соціально-екологічні орієнтири майбутнього фахівця в залежності від його спеціалізації. Для її розробки необхідно передовсім увести критерії якості екологічної підготовки у вищих закладах освіти студентів, які можуть бути визначальними у формуванні готовності до успішного розв'язання екологічних завдань у процесі професійної діяльності (знання, відношення, діяльність), а також у формуванні екологічної свідомості (що має бути цілісною системою, об'єднуючою знання про місце людини у природі та значення природних факторів і систем у соціально-економічному розвитку та особистісному добробуті кожної людини). Важливими також є змістовний погляд на світ та науково обґрунтовані переконання відносно законів розвитку природи і суспільства, соціально-економічного способу життя, систем суспільно-політичних відносин, обумовлюючих активну природоохоронну життєву позицію людини.

Результатом екологічної освіти мають бути: знання особистості (когнітивний компонент); уміння та навички (операційний компонент); досвід творчої діяльності (креативний компонент); особистісно змістовний (мотиваційно-орієнтований компонент).

Роль держави у забезпеченні національних інтересів шляхом досягнення екологічної безпеки та сталого розвитку

У забезпеченні екологічної безпеки, подоланні екологічних ризиків важлива роль відводиться державним заходам, які мають базуватися на принципах:

- сталості та прийняття запобіжних заходів;
- поділу відповідальності, оскільки кінцеві результати сталості можуть бути досягнуті лише шляхом погоджених дій усіх відповідальних груп суспільства й усіх країн;
- розвиток економіки, в рамках якого біосфера розглядається не як один із ресурсів, а як фундамент життя; при цьому різниця між відновлювальними і невідновлювальнми ресурсами після переходу порогу господарської місткості зникає.

Дії держави мають бути направлені на:

- ліквідацію шкоди здоров'ю людей, що спричинена низькою якістю стану довкілля;
- зменшення виробничих втрат, обумовлених пошкодженням чи порушенням об'єктів природних ресурсів;
- реалізацію стратегічних цілей сталого розвитку.

Основними складниками зазначених цілей є:

- структурна перебудова економіки та соціальної сфери, зважаючи на вимоги екологічної безпеки при її здійсненні;
- сприяння формуванню якісної структури споживання, в основі якої полягають принципи раціональності та безвідходності;
- інституційні перетворення з метою формування нового соціально-економічного механізму регулювання взаємодії державних органів різних рівнів, включення екологічних вимог у процедуру оцінки соціально-економічної ефективності управлінських рішень тощо.

Усе це є важливою умовою переходу до сталого розвитку, зокрема до стабілізації економіки, відновлення економічного росту; підвищення ефективності виробництва, до розвитку економіки, яка має стати засобом досягнення соціальної мети суспільства при дотриманні екологічних обмежень. Водночас це сприятиме зменшенню ресурсоємності продукції, що виробляється в Україні, а також послуг, які надаються населенню. (Зауважимо, що вона у нас суттєво перевищує світовий рівень). Водночас має забезпечуватися здійснення структурної перебудови економіки, що сприятиме зниженню техногенного навантаження на природне середовище, яке в Україні, за оцінками експертів, у 4–5 разів перевищує показник розвинених країн світу [37].

Успішному подоланню зазначених проблем сприятиме впровадження інноваційного механізму, що має визначати ключові напрями соціально-економічного розвитку та систему зв'язків між ними; впровадження нових прогресивних технологій оздоровлення природного середовища.

До речі, натепер практично всі цивілізовані країни світу перебудовують екологічний складник сталого розвитку, намагаючись покращити стан довкілля. Водночас варто зазначити, що міжнародні експерти не можуть визначити одну бездоганну модель, яка забезпечить подолання екологічних ризиків на шляху розбудови сталого розвитку. Це підтверджує і нинішня ситуація, що склалася в Україні. При цьому домінантні позиції мають зайняти екологічні показники щодо забезпечення у країні безпекової ситуації з урахуванням принципу пріоритетності.

Висновки

Отже, урахування максимально значної кількості чинників, які впливають на виявлення екологічних ризиків щодо забезпечення сталого розвитку, дасть змогу створити ефективний механізм управління цим процесом. Екологічне (як зовнішнє, так і внутрішнє) середовище зазнає впливу від змін, що зумовлює виникнення ризикових ситуацій. Узагальнюючи результати аналізу, зазначимо, що варто погодитись із тими науковцями, які вважають, що при цьому важливо також дотримуватись таких принципів:

- науковості та об'єктивності, що передбачає необхідність врахування особливостей екологічної ситуації, стану довкілля;
- цілісності підходу, що полягає в необхідності дослідження, програмування і прогнозування тенденцій розвитку екологічного стану та чинників, які впливають на нього; коригування та прогнозування тенденцій, взаємоузгодження індикаторів коротко-, середньо- і довгострокових розробок;
- нормативності, що передбачає обов'язковість врахування й дотримання нині чинних у сфері екології та природокористування стандартів, норм і нормативів при оцінці практики, розробці та реалізації підходів до відтворення та вдосконалення сутності екологічної безпеки;
- збалансованості сукупності елементів екологічної безпеки, що передбачає його відповідну оцінку в загальнодержавному та регіональному вимірах;
- системності, що означає дослідження всієї сукупності складників екологічної безпеки як системи в їх взаємозв'язку. Дотримання цього принципу передбачає розширений, багатоаспектний аналіз оптимального структурування екологічної безпеки в контексті нагальності консолідації загальнонаціональних завдань сталого розвитку;
- оптимальності й ефективності, який передбачає урахування обмеженості ресурсів, необхідних для забезпечення екологічної безпеки, що потребує їх ефективного використання. Успішна реалізація останнього принципу пов'язана з обґрунтуванням організаційно-екологічного механізму забезпечення подолання екологічних ризиків на шляху сталого розвитку.

Також гарантування екологічної безпеки передбачає, щоб чинне законодавство, зокрема у сфері екологічної безпеки, було цілісною системою, яка забезпечувала би ефективний захист населення від різних екологічних загроз. У цьому контексті важливо подолати екологічні ризики забезпечення сталого розвитку, тому необхідно забезпечити протидію тенденціям погіршення екологічної ситуації в

Україні та досягти мінімізації забруднень природних ресурсів, а також підвищення використання останніх.

Перспективи подальших досліджень полягають в обґрунтуванні конкретних шляхів щодо покращення екологічної ситуації у країні, підвищенні якості параметрів екологічної безпеки, забезпеченні сталого розвитку на інноваційній основі.

References

1. Podolyak, O. S. (2019). *Prytchi*. Kyiv: Vydavnychyy dim «Pershe veresnya» [In Ukrainian].

2. Official site of the United Nations in Ukraine. Retrieved from: https://ukraine.un.org/uk

3. Bystryakov, I. K. (2004). Ekologicheskaya bezopasnost': otsenka i upravleniye prostranstvom razvitiya khozyaystvennykh sistem. *Ekonomika Pryrodokorystuvannya i Okhorony Dovkillya: Zbirnyk Naukovykh Prats*, 6–16 [In Ukrainian In Russian].

4. Vasilenko, V. A. (2005). *Diagnostika ustoychivogo razvitiya predpriyatiya: monografiya*. Kyiv: TsUL [In Russian].

5. Hrytsenko, S. I. (2017). Mozhlyvosti marketynhu ta lohistyky v stalomu rozvytku rehioniv Ukrayiny. *Visnyk Ekonomichnoyi Nauky Ukrayiny*, 1 (32), 36–39 [In Ukrainian].

6. Dolishniy, M. I., & Kravtsiv, V. S. (Eds.) (1999). *Stratehiya ekolohichnoyi bezpeky (rehional'nyy kontekst)*. L′viv [In Ukrainian].

7. Drucker, P. F. (2004). *Zadachi menedzhmenta v XXI veke*. Moscow: Izdatel'skiy dom «Vil'yams» [In Russian].

8. Dubnyts′kyy, V. I., & Fedulova, S. O. (2016). Paradyhma funktsionuvannya rynkovykh protsesiv v umovakh transformatsiyi rehioniv. *Visnyk Ekonomichnoyi Nauky Ukrayiny*, 1 (30), 45–49 [In Ukrainian].

9. Zgurovs'kyy, M. Z. (2009). *Stalyy rozvytok Ukrayiny*. Kyiv: NTUU «KPI» [In Ukrainian].

10. Ivanyuk, D. P., & Shul′ha, I. V. (2007). *Upravlinnya pryrodookhoronnoyu diyal'nistyu*. Kyiv: Alerta [In Ukrainian].

11. Crosby, A. (2004). *Ecological Imperialism*. NY: Cambridge UP [In English].

12. Lerner, Yu. I. (2008). *Ekonomicheskiye instrumenty proizvodstvennoy deyatel'nosti v usloviyakh neopredelennosti i riskov*. Kharkiv: NTU "KhPI" [In Russian].

13. Mazur, A. A., & Pustovoy, S. V. (2013). Tekhnolohichni parky Ukrayiny: tsyfry, fakty, problemy. *Nauka ta Innovatsiyi*, 9 (3), 59–72 [In Ukrainian].

14. Naydyuk, V.S. (2013). Sutnist′ ta peredumovy innovatsiynoho rozvytku pidpryyemstv. *Marketynh i Menedzhment Innovatsiy*, 3, 251–263 [In Ukrainian].

15. Paton, B. Ye. (Eds.) (2012). *Natsional'na paradyhma staloho rozvytku Ukrayiny*. Kyiv [in Ukrainian].

16. Pluhina, Yu. A. (2011). Intelektual′nyy rozvytok: sutnist′ ponyattya. *Visnyk Ekonomiky Transportu i Promyslovosti*, 36, 193–196 [in Ukrainian].

17. Porter, M. E. (1997). *Stratehiya konkurentsiyi: metodyka analizu haluzey i diyal'nosti konkurentiv*. Kyiv: Osnovy [in Ukrainian].

18. Rumelt, R. P. (2014). *Khoroshaya strategiya, plokhaya strategiya. V chem otlichiye i pochemu eto vazhno*. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber [In Russian].

19. Stankevych, I. V. (2015). Sutnist′ ponyattya «yakist′ vyshchoyi osvity» u suchasnykh umovakh rozvytku. *Economic Annals-XXI*, 9–10, 60–63 [In Ukrainian].

20. Khvesyk, M. A., & Stepanenko, A. V. (2014). Ekolohichna kryza v Ukrayini: sotsial′no-ekonomichni naslidky ta shlyakhy yikh podolannya. *Ekonomika Ukrayiny*, 1, 74–86 [In Ukrainian].

21. Tolstoukhov, A. V., & Khyl'ko, M. I. (2007). *Ekobezpechnyy rozvytok: poshuky stratehem*. Kyiv: Znannya Ukrayiny [In Ukrainian].

22. Kharazishvili, Yu. M. (2017). Svitlo i tin′ ekonomiky Ukrayiny: rezervy zrostannya ta modernizatsiyi. *Ekonomika Ukrayiny*, 4, 22–45 [In Ukrainian].

23. Shapiro, S.A. (2011). *Innovatsionnyye podkhody k protsessu upravleniya personalom organizatsii: monografiya*. Moscow: D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia [In Russian].

24. Hoshovs′kyy, S. V., Rud′ko, H. I., & Presner, B. M. (2002*). Ekolohichna bezpeka tekhnopryrodnykh heosystem u zv"yazku z katastrofichnym rozvytkom heolohichnykh protsesiv*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].

25. Verkhovna Rada of Ukraine (2020). Zakon Ukrayiny “Pro natsional′nu bezpeku” № 2469-VIII redaktsiya vid 24.10.2020. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#n355 [In Ukrainian].

26. Kutsenko, I. M., & Udovychenko, V. P. (2011). *Sotsial'na bezpeka v konteksti staloho rozvytku*.

Chernihiv: Vydavets' Lozovyy V.M. [In Ukrainian].

27. Khyl'ko, M. I. (1999). *Ekolohichna polityka*. Kyiv: Abris [In Ukrainian].

28. Shevchuk, O. I. (2009). *Ekolohichna bezpeka zhytlovoho budivnytstva rehionu*. Uzhhorod: Liha-Pres [In Ukrainian].

29. Strokan, T. M. (2001). *Rehional'nyy rozvytok zhytlovo-komunal'noho hospodarstva Ukrayiny*. Cherkasy: ChDTU [In Ukrainian].

30. Bandur, S. I. (Eds.) (2010). *Sotsial'nyy kapital Ukrayiny: teoretyko-metodolohichni osnovy formuvannya: monohrafiya*. Kyiv [In Ukrainian].

31 Tikhomirov, N. P., & Tikhomirova, T. M. (2001). Ecologo-economicheskie riski: metody opredeleniay i analiza. *Economika Prirodopolzovaniay*, 6, 2–108 [In Russian].

32. Cabinet of Ministers of Ukraine (2000). Postanova "Pro Natsional′nyy plan diy z hihiyeny dovkillya na 2000–2005 roky" № 1556-2000-п vid 13.10.2000. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-00#Text [In Ukrainian].

33. Nikityuk, M. O., & Kireytseva, H. V. (2017). *Ekolohichna osvita v konteksti staloho rozvytku Ukrayiny*. Retrieved from: https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/05/6.pdf [In Ukrainian].

34. Danylyshyn, B. M., Kutsenko, V. I., & Ostafiychuk, Ya. V. (2005). *Sfera ta rynok posluh u konteksti sotsial'noyi modyfikatsiyi suspil'stva: monohrafiya*. Kyiv: Nichlava [In Ukrainian].

35. Kutsenko, V. I. (Eds.) (2013). *Sotsial'nyy resurs formuvannya innovatsiynoyi ekonomiky v konteksti staloho rozvytku: monohrafiya*. Kyiv [In Ukrainian].

36. Protses «Dovkillya dlya Yevropy»: 25 rokiv (2016). *Osvita v interesakh staloho rozvytku v Ukrayini*. Retrieved from: http://ecoosvita.org.ua/storinka-knygy/zagalna-informaciya [In Ukrainian].

37. Vilenchuk, O. M. (2005). Osoblyvosti zastosuvannya ekoloho-ekonomichnoho instrumentariyu pry upravlinni ekolohichnymy ryzykamy v sferi pryrodokorystuvannya. *Produktyvni Syly i Rehional'na Ekonomik: Zbirnyk Naukovykh Prats*, II, 4–12 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 15.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гаращук О. В., Куценко В. І. Домінанти та механізми подолання екологічних ризиків щодо забезпечення сталого розвитку. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 163–171.

© Гаращук Олена Василівна, Куценко Віра Іванівна, 2021

Agriculture. Ecology
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 581.522.4:581.522.68 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.21**

BIODIVERSITY OF WILD PLANT SPECIES OF POLTAVA REGION AS SOURCES OF VALUABLE GENETIC MATERIAL FOR SELECTION

O. M. Bilyk[1]* ORCID 0000-0001-9780-2517
L. M. Holovash[1] ORCID 0000-0002-5486-8302
V. Ya. Kocherga[1] ORCID 0000-0002-0596-0567
L. Ya. Kharchenko[1] ORCID 0000-0002-3962-1416
G. D. Pospielova[2] ORCID 0000-0002-8030-1166

[1] Ustymivka Experimental Station of Plant Production of Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuriev of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine Ustymivka, Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine
[2] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: helena.ost@ukr.net

How to Cite

Bilyk, O. M., Holovash, L. M., Kocherga, V. Ya., Kharchenko, L. Ya., & Pospielova, G. D. (2021). Biodiversity of wild plant species of Poltava region as sources of valuable genetic material for selection. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 172–179. doi: 10.31210/visnyk2021.01.21

The biodiversity of wild plant species in Poltava region has been studied in the article. It has been determined that at present in Poltava region, as a center of agro-industrial development, changes are taking place in species composition and distribution of plants. Groups of agricultural vegetation and field weeds, ruderal vegetation, and artificial tree plantations became dominant. Taking into account these facts, the aim of the article was to identify places of growing and collect samples to preserve the genetic diversity of wild flora of Poltava region. The research methodology included examination of coenoses, seed collection of fodder medicinal, industrial, vegetable and ornamental crops during expeditions in mid-August. The locations of Red Data Book and regionally rare plants were registered separately. The studies began in 2016 as part of a search program – "Involvement in the National Gene Bank of plant forms of folk selection and wild related species of cultivated plants, adapted to the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine" and are continuing now. During this period, 254 plant samples have been collected, and the total length of the route made 580 km. A complex of work was organized and carried out to perform the task of expedition surveying the territories of the natural reserve fund, natural-historical sacred places (mounds, etc.) and monuments of garden and park art in Poltava region. The study of the vegetation of historical monuments: mounds, squares and cemeteries indicates that preserved and scientifically valuable vegetation and flora are presented on a vast majority of these monuments in their natural state. While summarizing the collected data, it has been found that steppe vegetation has been preserved on the tops or protection embankment elevations of historical monuments, mainly those on which there are (or were) geodetic signs. The involved seed and planting material is characterized by the indicators of adaptability to environmental stress factors and resistance to biotic factors. Samples of wild fodder legumes and grasses, wild relatives of oil plants, wild relatives of industrial crops, etc. are valuable. The collected samples were transferred to the resource subdivisions of the institutions of STE "Plant Gene Fund" specializing in relevant crops, for in-depth studying economic and biological characteristics and properties, and further including the best of them in the National Gene Bank of Plants of Ukraine and using in breeding, scientific and other programs by

institutions of Ukraine. The value of the material is explained by the fact that it is autochthonous Ukrainian, so it is adapted to the conditions of Ukraine. The results of the expedition indicate the expediency of further survey, covering other settlements of Ukraine and involving a wider diversity of species.

Key words: *wild flora, genetic diversity, natural reserve fund, typical vegetation, adaptability.*

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ДИКИХ ВИДІВ РОСЛИН ПОЛТАВЩИНИ ЯК ДЖЕРЕЛО ЦІННОГО ГЕНЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ

***О. М. Білик*[1], *Л. М. Головач*[1], *В. Я. Кочерга*[1], *Л. Я. Харченко*[1], *Г. Д. Поспєлова*[2]**
[1] Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, с. Устимівка, Глобинський р-н., Україна
[2] Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті проведено дослідження біорізноманіття диких видів рослин Полтавської області. Визначено, що нині в Полтавській області як центрі аграрно-промислового розвитку відбуваються зміни видового складу та поширення рослин. Домінуючими стали угруповання агрокультурної рослинності та польових бур'янів, рудеральної рослинності, штучних деревних насаджень. Зважаючи на це, метою статті стало виявлення місць зростання та збір зразків для збереження генетичного різноманіття дикорослої флори Полтавської області. Методика дослідження включала обстеження ценозів, збір насіння кормових, лікарських, технічних, овочевих і декоративних культур під час експедицій у середині серпня. Окремо відмічали осередки червонокнижних та регіонально рідкісних рослин. Дослідження розпочалися 2016 року в межах пошукової програми – «Залучення до Національного генбанку рослинних форм народної селекції та диких споріднених видів культурних рослин, адаптованих до умов центрального Лісостепу України» та тривають дотепер. За цей період було зібрано 254 зразки культур, а загальна довжина маршруту склала 580 км. На виконання цього завдання було організовано та проведено комплекс робіт із експедиційного обстеження територій природно-заповідного фонду, природно-історичних святинь (курганів та ін.) та пам'яток садово-паркового мистецтва в межах Полтавської області. Вивчення рослинного покриву історичних пам'яток: курганів, майданів та могильників свідчить про те, що переважно представлена збережена у природному стані та цінна в науковому відношенні рослинність та флора. При узагальненні зібраних даних встановлено, що власне степова рослинність збереглася на верхівках або валоподібних підвищеннях історичних пам'яток, насамперед, тих, на яких знаходяться (або знаходилися) геодезичні знаки. Залучений насіннєвий і посадковий матеріал характеризується показниками адаптивності до стресових факторів середовища, стійкості до біотичних чинників. Цінними є зразки дикорослих кормових бобових і злакових трав, диких родичів олійних культур, диких родичів технічних культур та ін. Зібрані зразки передано в ресурсні підрозділи установ-виконавців НТП «Генофонд рослин», що спеціалізуються на відповідних культурах, для поглибленого вивчення за господарськими і біологічними ознаками та властивостями, подальшого включення кращих із них до Національного генбанку рослин України та використання в селекційних, наукових та інших програмах установами України. Цінність матеріалу полягає в тому, що він є ендемічним українським, отже адаптований до умов України. Результати експедиції свідчать про доцільність подальшого обстеження, охоплюючи інші населені пункти України та залучаючи більш широке різноманіття видів.

Ключові слова: *дикоросла флора, генетичне різноманіття, природно-заповідний фонд, типова рослинність, адаптивність.*

Вступ

Флора Полтавської області нараховує близько 2 тисяч видів різних систематичних груп рослин. Понад 300 видів вищих рослин на Полтавщині мають обмежений ареал або зменшуються чисельно внаслідок зміни умов навколишнього середовища чи безпосереднього знищення їх місцезростань [2–4]. Інтродукція рідкісних і зникаючих видів дає змогу хоча б частково розв'язувати проблему збереження видів як потенційних джерел цінних спадково обумовлених ознак [5–7]. Теоретичні передумови мобілізації світових ресурсів базуються на необхідності всебічної оцінки їх потенційних можливостей і, відповідно, вивчення флористичних зв'язків, впливу біолого-екологічних факторів, культурно-історичних та техногенних умов, цілеспрямованого використання гено(фено) фонда різних ви-

дів на популяційному та формовому рівнях у певних екотопах [8, 9].

Основними природними рослинними угрупованнями на території Полтавщини є ліси, луки і болота, степи, а також водна рослинність [1]. Сучасний рослинний покрив області значно відрізняється від природного і є наслідком інтенсивної господарської діяльності. Цим обумовлені зміни видового складу та поширення рослин. Домінуючими стали угруповання агрокультурної рослинності та польових бур'янів, рудеральної рослинності, штучних деревних насаджень.

Полтавська область – центр аграрно-промислового розвитку, на території якого представлені також підприємства машинобудування, хімічної та нафтогазової промисловості, що призвело до надзвичайної трансформації її рослинного покриву [10–12]. Природна фракція флори збереглася фрагментарно, головно по долинах річок Ворскла, Псел, Сула, Хорол, Удай та інших, в балках, рідше на плакорі та представлена лучними, лучно-степовими, степовими, лісовими, болотними ценозами. Навіть у заплавах річок та балках проводиться випасання худоби та заготівля сіна. Знищення прибережної рослинності та надмірне випасання худоби призводить не тільки до збіднення біорізноманіття захисних прибережних смуг, але й до порушення живлення водойм. При цьому часто сіножаті та пасовища знаходяться в межах об'єктів природно-заповідного фонду (заповідників, заказників, урочищ).

Останніми роками спостерігається активне проникнення видів з високою інвазійною спроможністю, зокрема *Xanthium* L. (нетреба), *Setaria glauca* Beauv. (мишій сизий) – у лучні ценози, *Acer negundo* L. (клен ясенолистий, кленок) – у заплавні ліси, *Erigeron canadensis* L. (злинка канадська) – у піщані. Відмічається активне здичавіння лікарських рослин, зокрема *Althaea officinalis* L. (алтея лікарська), *Centaurea cyanus* L. (волошка синя), *Saponaria officinalis* L. (мильнянка). До розряду бур'янів віднесені такі лікарські рослини-адвенти, як *Artemisia absintium* L. (полин гіркий), *Datura stramonium* L. (дурман звичайний), *Hyoscyamus niger* L. (блекота чорна), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. (грицики звичайні) та ін.

Метою дослідження є виявлення місць зростання та збір зразків для збереження генетичного різноманіття дикорослої флори, підтримання безпеки функціонування природних екосистем та залучення до Національного банку генетичних ресурсів високоадаптивних форм рослин для забезпечення розвитку фундаментальної та прикладної науки, освіти, сільськогосподарського виробництва в Україні.

Завдання дослідження: провести експедиційні обстеження ценозів територій природно-заповідного фонду, природно-історичних святинь (курганів та ін.) та пам'яток садово-паркового мистецтва в межах Полтавської області; зібрати насіння кормових, лікарських, технічних, овочевих і декоративних культур; позначити осередки червонокнижних та регіонально рідкісних рослин.

Матеріали і методи досліджень

Одним зі способів розв'язання проблеми втрати генетичного різноманіття диких форм рослин є збереження в умовах *ex situ*. Для цього щорічно в середині серпня (в період масового достигання насіння) Національний центр генетичних ресурсів рослин України проводить експедиції. До складу експедиції входять науковці Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. Малі (2–3-денні) експедиції обмежуються детальним вивченням території Полтавської області. При обстеженні ценозів основна увага приділяється зборам насіння кормових культур. Як супутні збираються лікарські, технічні, овочеві та декоративні культури. Окремо відмічаються осередки червонокнижних та регіонально рідкісних рослин.

Результати досліджень та їх обговорення

Одним зі способів розв'язання проблеми втрати генетичного різноманіття диких форм рослин є збереження в умовах *ex situ*. Для цього щорічно Національний центр генетичних ресурсів рослин України проводить експедиції. Розпочалися вони 2016 року в межах пошукової програми – «Залучення до Національного генбанку рослинних форм народної селекції та диких споріднених видів культурних рослин, адаптованих до умов центрального Лісостепу України» та тривають дотепер. На виконання цього завдання було організовано та проведено комплекс робіт з експедиційного обстеження територій природно-заповідного фонду, природно-історичних святинь (курганів та ін.) та пам'яток садово-паркового мистецтва в межах Полтавської області.

За чотири роки співробітники Устимівської дослідної станції рослинництва дослідили території Великобагачанського, Гадяцького, Глобинського, Диканського, Кобеляцького, Котелевського, Кременчуцького, Лохвицького, Лубенського, Новосанжарського, Оржицького, Полтавського, Семенівсь-

кого, Хорольського, Чорнухинського та Шишацького районів Полтавської області. 2016 року територіями Семенівського та Хорольського районів Полтавської області, подолавши відстань у 240 км, було зібрано 196 зразків (52 ботанічних види), 2018 року в Полтавському та Диканському районах було зібрано лише 37 зразків (26 ботанічних видів) на маршруті у 320 км [23]. 2019 року були досліджені частини території Великобагачанського, Шишацького, Котелевського, Гадяцького, Лохвицького, Чорнухинського, Лубенського та Оржицького районів. Було зібрано 254 зразки. Загальна довжина маршруту склала 580 км.

Різноманіття зібраних за три роки зразків представлене такими групами культур: кормові – 211 зразків, лікарські – 40 зразків, зернобобові – 23 зразки, декоративні – 21 зразок, технічні – 17 зразків, овочеві – 5 зразків, плодово-ягідні – 5 зразків, зернові – 1 зразок.

Регіон, що досліджувався в межах експедиції має досить широке ландшафтне та видове різноманіття та заслуговує на більш детальне обстеження окремих територій, що мають науковий інтерес [20–22].

На сьогодні окремі історичні пам'ятки, об'єкти і їхні комплекси (кургани, могильники, городища) можна розглядати як своєрідні рефугіуми природної рослинності регіону. Рефугіум (*Refugium* – притулок) частина території чи акваторії, де певний вид рослинності чи тваринного світу, чи навіть група видів пережили чи переживають несприятливі умови існування: антропогенний пресинг, зміни клімату чи середовища існування в несприятливий для них період (історичний, геологічний). Тому по маршруту експедиційного пошуку особлива увага приділялася видовому різноманіттю рослинності курганів. Досліджено, що загалом видове різноманіття обстежених історико-культурних об'єктів варіює в широких межах від 50 до 200 видів залежно від ступеня порушення рослинності та величини самого об'єкту. Згідно з археологічними довідками найбільша кількість курганів (на експедиційному маршруті) нараховувалася в с. Сем'янівка (Кротенки) Полтавського району – 17 курганів. Значна частина курганів пошкоджена грабіжниками та селітроварами ще в доісторичні часи. На сьогодні вони переважно розорані, а інші – забудовані.

Окремо скажемо про результати обстеження 2018 року курганів Глобинського району. Всього було обстежено 15 курганів. Їхня форма і структура частково чи повністю порушена через забір ґрунту, розорювання, підорювання основи, а рослинність – частим випалюванням, випасом, заростанням чагарником тощо. За видовим різноманіттям особливо вирізнявся курган «Роблена могила» на межі сіл Устимівка та Бабачівка (Глобинський район). Основу ценозу становить різнотрав'я з незначними вкрапленнями *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv. (житняк гребінчастий) та *Stipa* L. (ковила). Відмічений *Astragalus dasyanthus* Pall. (астрагал шерстистоквітковий), що занесений до Червоної книги України [23]. Результати експедицій свідчать про доцільність подальшого обстеження, охоплюючи інші населені пункти Полтавщини та залучаючи більш широке різноманіття видів. Цінність матеріалу полягає в тому, що він є ендемічний, отже, адаптований до умов України.

Під час експедицій основна увага приділяється обстеженню територій об'єктів природно-заповідного фонду різних рівнів підпорядкування. 2016 року збори проводилися на території заказнику «Лубкове» околиці с. Крива Руда; дендрологічного парку «Криворудський»; пам'ятки природи «Заїчинські схили» с. Заїчинці; заказнику «Єньки» с. Єньки; урочища «Драчки» с. Горошине; Хорольського ботанічного саду (Хорольський та Семенівський райони Полтавської області).

Особливістю території південно-західної частини Семенівського району є значні площі рослинності, яка сформувалась на ґрунтах різного ступеня засолення: мулувато-глеєві, дерново-глеєві, солонцюваті та солончакуваті. Це визначає формування суцільного лучно-болотного масиву, який формується в умовах значного засолення. Часто на таких ділянках спостерігаються вицвіти солей. Небагато рослин можуть зростати в таких умовах. Розподіл різних видів залежить від типу (солонці, солончаки, карбонатне засолення) та ступеня засолення. На території району знаходиться 3 гідрологічні заказники загальнодержавного значення «Солоне озеро», «Гракове» та «Рогозів куток» [1]. На момент створення заказники характеризувалися високими показниками флористичної та ценотичної репрезентативності й унікальності. Зараз через надмірне випасання біорізноманіття збіднене. Превалюють стійкі до випасання види злаків *Carex* L. (осока), *Elytrigia* Desv. (пирій), *Triglochin* L. (тризубець) [20].

Одним із новостворених (2010 року) об'єктів природно-заповідного фонду є Хорольський ботанічний сад (м. Хорол). До складу ботанічного саду було віднесено полігон Хорольського аграрного коледжу. Біорізноманіття представлене типовим лучно-степовим різнотрав'ям, де переважають рослини з родин Lamiaceae, Fabaceae, Rosaceae, Asteraceae [10, 13–15]. На території полігону було зібрано 10

зразків кормових культур.

Найефективніший шлях збережений рідкісних рослин та їхніх угруповань – створення об'єктів природно-заповідного фонду на територіях їх зростання [16, 17]. Тому під час експедицій точки зборів обстежуються на наявність рідкісних та зникаючих видів. Під час обстеження території в околицях с. Очеретувате (Семенівський район) було виявлено осередки *Gladiolus tenuis* Bieb. (косарики тонкі) – виду, занесеного до Червоної книги України у статусі «Вразливий».

2019 року було обстежено частини територій заповідників: «Географічний центр Полтавщини» (по р. Псел між селами Красногорівка, Балаклія Великобагачанського району),«Байраківський» (лівий берег р. Псел, між селами Затін і Байрак Великобагачанського району), «Короленкова дача» (с. Малий Перевіз Шишацького району), «Скоробір» (с. Більськ Котелевського району) та геологічної пам'ятки природи «Бутова гора» (між селищем Шишаки і с. Яреськи Шишацького району).

Заказники «Географічний центр Полтавщини» (Великобагачанський р-н) та «Короленкова дача» (Шишацький р-н) детально обстежені та описані спеціалістами з Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. За результатами обстежень було видано низку публікацій та монографій. За даними Стецюк Н. О., Остапенко Т. М., Слюсар М. В. [21], територія ландшафтного заказника «Географічний центр Полтавщини» репрезентує типові для Лівобережного Лісостепу угруповання дібров (місцями із *Carpinus betulus* L. (граб), який на території Полтавщини має південно-східну межу поширення) та лучних степів на правобережних схилах Псла. Формат експедиції співробітників станції 2019 року передбачав збір лише кормових, технічних та окремих зразків лікарських культур. Тому поза увагою залишилася значна кількість видів, що також можуть представляти інтерес для науковців (регіонально рідкісні, червонокнижні, малопоширені овочеві, декоративні, лікарські). На цьому сайті було зібрано 9 зразків.

Заказник «Короленкова дача» створено з метою охорони та збереження флори і фауни водно-болотних комплексів річки Псел. Тут у незайманому стані збереглися природні ландшафти нагірних дібров та степових ділянок у комплексі з луками, озерами та обводненими болотами заплави Псла. Луки заказника інтенсивно використовуються як сінокоси з подальшим випасанням. Фактів перевипасу не виявлено. У рамках експедиції була обстежена невелика ділянка цього заказника в околицях хутора Хатки (будівля дачі В. Г. Короленка) та пагорб зі встановленим пам'ятником письменнику (49°59'22.9"N; 34°02'19.6"E). Тут було зібрано 8 зразків, серед яких переважають кормові бобові культури. При цьому варто враховувати дещо запізні строки проведення експедиційних зборів та те, що основна увага була зосереджена на зборі дикорослих видів кормових культур.

У ботанічному заказнику «Скоробір» на зовнішніх схилах горбів сформувалася типова степова рослинність з домінуванням злаків та різнотрав'я. На момент проведення експедиції рослинність «вигоріла» через посуху, а в окремих місцях через інтенсивні археологічні розкопки – знищена. У рослинному покриві переважають *Elytrigia repens* (L.) Nevski (пирій повзучий) та *Stipa capillata* L. (ковила волосиста), занесена до Червоної книги України. До 10 % площ ценозу займає інвазійний вид *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal (гринделія розчепірена), батьківщиною якого є Північна Америка. Цей вид зростає як бур'ян, найчастіше уздовж доріг на сухих місцях.

На особливу увагу та більш детальне обстеження біорізноманіття заслуговує перехрестя доріг Т1705 (Гадяч-Лохвиця) та 01702030 (Петровка-Роменська – Сергіївка), Гадяцький район, (50°23'01.9"N, 33°45'00.7"E), де було зібрано 11 зразків. Аналіз систематичної структури флори підтвердив проміжне положення її між типовими лісостеповими та степовими флорами. Рослинність з правого боку траси Т1705 репрезентує типову лучну рослинність з переважанням *Agrimonia eupatoria* L. (парило звичайне), *Helichrysum arenarium* (L.) DG (цмин пісковий), різних видів роду *Astragalus* L. (астрагал), *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. (відкасник Біберштейна) та ін.

З лівого боку траси понад берегом р. Хорол рослинний покрив представлений переважно високотравними луками з переважанням видів роду *Equisetum* (хвощ) та *Carex* (осока). Плакорні ділянки займають сільськогосподарські угіддя з фрагментами лучних степів на орнонепридатних схилах балок. У межах досліджуваного сайту на схилових ділянках у рослинному покриві переважала *Centaurea jacea* L. (волошка лучна). Рослинний покрив цієї території значною мірою трансформований і представлений сукупністю штучних, різною мірою порушених та умовно корінних ценозів.

У балці за селом Красне Чорнухинського району по трасі Р60 в бік Чорнух, (50°16'15.4"N,33°05'59.9"E) зібрано 12 зразків. Низ балки є пересохлим струмком, русло якого повністю заросло *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud. (очерет звичайний). У ценозі переважають

Agrimonia eupatoria L. (парило звичайне), *Thalictrum aquilegifolium* L. (рутвиця орликолиста), *Galium verum* L. (підмаренник справжній), *Dianthus armeria* L. (гвоздика армерійовидна). Знайдено локалітети *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin (костриця валіська), *Trifolium montanum* L. (конюшина гірська), *Anthyllis polyphylla* L. (заяча конюшина багатолиста), *Helichrysum arenarium* (L.) DG (цмин пісковий), поодинокі особини *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. (відкасник Біберштейна).

На луках понад берегом р. Удай у районі с. Городище Чорнухинського району через дорогу від знаку «1100 років Городищу» (50°10’56.7"N, 33°03’24.6"E) було виявлено місцезростання *Gladiolus* sp. (косарики). Всі види роду занесені або до Червоної книги України, або є регіонально рідкісними. На цій території було виявлено до 50 рослин, що зростали невеликою куртиною.

2018 року під час обстеження територій об’єкту природно-заповідного фонду області «Вовчі гори» – пам’ятка природи ботанічна місцевого значення (с. Лелюхівка, Новосанжарського район), – що розташовані вздовж траси М22 (Е584, відрізок Кременчук-Полтава) був зафіксований єдиний осередок зростання такого суто степового злаку, як *A. pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv. (житняк гребінчастий) – на пагорбі, ймовірно розораний курган (49.355713, 34.285968). Серед степових трав *A. pectinatum* трапляється досить часто. Займає переважно степові південні та південно-західні схили, де росте разом з ковилою, типчаком та іншими злаками. Поширений у Степу і Лісостепу, особливо часто в південно-східних районах [18, 19].

Особливу увагу варто привернути до детального обстеження двох сайтів (формат експедиції це не дав змоги зробити). Перший – закинуті відвали Гірничо-збагачувального комбінату в межах сіл Солониця, Солонці, Базалуки та Еристівка Кременчуцького району. На час проведення експедиції насіння переважної більшості рослин, що утворюють ценози відвалів, вже осипалося. Тому було зібрано лише 7 зразків кормових та лікарських культур (с. Солонці, 49.112901, 33.651539). Другий сайт – стариця р. Кобелячка в межах с. Бутенки Кобеляцького району (49.260000, 34.136121). Біорізноманіття представлене типовою рослинністю заливних вологих луків. Переважно рослини на момент проведення експедиції перебували у фазі початку або масового квітування. Насіння сформували лише поодинокі рослини, що зростали на підвищеннях мікрорельєфу. У рослинних угрупованнях значний відсоток бобових видів. Це – *Medicago falcata* L (люцерна серпата) та *M. sativa* L. (л. посівна), по декілька видів *Trifolium* L. (конюшина), *Lathyrus* L. (чина), *Vicia* L. (вика), *Astragalus* L. (астрагал). У прибережній зоні відмічені зарості *Althaea officinalis* L (алтея лікарська).

Під час обстеження стариці р. Кобелячка в межах с. Бутенки Кобеляцького району було відмічено засмічення прилеглих сільськогосподарських полів *Hibiscus trionum* L (гібіск трійчастий) – однорічним бур’яном з ярим типом розвитку. Насіння цієї рослини зберігає життєздатність у ґрунті до 57 років, а схожість насіння в посушливі роки вища, ніж у вологі. Також спостерігали значне засмічення полів на межі Решетилівського та Диканського районів Полтавської області *Abutilon theophrasti* Medik. (абутилон Теофраста, канатник). Подекуди він утворює суцільні зарості, тоді як економічний поріг шкодо чинності рослини – 1 шт./м^2. Навіть недостигле насіння канатнику дає сходи.

Висновки

Сучасний рослинний покрив значно відрізняється від природного і є наслідком інтенсивної господарської діяльності. Цим обумовлені зміни видового складу та поширення рослин. Домінуючими стали угруповання агрокультурної рослинності та польових бур’янів, рудеральної рослинності, штучних деревних насаджень. Через значний вплив антропогенних факторів (різні види господарської діяльності людини) залишилося досить небагато ділянок з природною рослинністю. Навіть у заплавах річок та балках проводиться випасання худоби та заготівля сіна. Вивчення рослинного покриву історичних пам’яток: курганів, майданів та могильників вказує на те, що вони переважно збереглися у природному стані, та є цінними в науковому відношенні їхня рослинність та флора. При узагальненні зібраних даних встановлено, що власне степова рослинність збереглася на верхівках або валоподібних підвищеннях історичних пам’яток, переважно тих, на яких знаходяться (або знаходилися) геодезичні знаки. Залучений насіннєвий і посадковий матеріал характеризується показниками адаптивності до стресових факторів середовища, стійкості до біотичних чинників. Цінними є зразки дикорослих кормових бобових і злакових трав, диких родичів олійних культур, диких родичів технічних культур та ін. Зібрані зразки передано в ресурсні підрозділи установ-виконавців НТП «Генофонд рослин», що спеціалізуються на відповідних культурах, для поглибленого вивчення за господарськими і біологічними ознаками та властивостями, подальшого включення кращих з них до Національного генбанку рослин

України та використання в селекційних, наукових та інших програмах установами України. Цінність матеріалу полягає в тому, що він є ендемічним українським, отже, адаптований до умов України.

Перспективи подальших досліджень. Результати експедиції свідчать про доцільність подальшого обстеження території України, досліджуючи інші населені пункти України та залучаючи більш широке різноманіття видів.

References

1. Andriienko, T. L., Bairakm, O. M., & Zaludiak, M. I. (1996). *Zapovidna krasa Poltavshchyny*. Poltava: IVA «Astreia» [In Ukrainian].

2. Bairak, O. M., Buidin, V. V., & Hanzha, R. V. (1993). *Ridkisni roslyny Poltavshchyny, zaneseni do Chervonoi knyhy Ukrainy. Makarenkivski chytannia*. Poltava [In Ukrainian].

3. Bairak, O. M., & Stetsiuk, N. O. (2005). *Atlas ridkisnykh i znykaiuchykh roslyn Poltavshchyny*. Poltava: Verstka [In Ukrainian].

4. Bairak, O. M., Stetsiuk, N. O., & Sliusar, M. V. (2002). Kharakterystyka kliuchovykh terytorii Psilskoho ekokorydoru rehionalnoi ekomerezhi (Poltavska oblast). *Zbirnyk Naukovykh Prats Poltavskoho Derzhavnoho Pedahohichnoho Universytetu imeni V. H. Korolenka. Seriia «Ekolohiia. Biolohichni Nauky»*, 5 (52), 159–167 [In Ukrainian].

5. Bilyk, O. M., Holovash, L. M., Kirian, V. M., Kocherha, V. Ya., Tryhub, O. V., & Kharchenko, L. Ya. (2018). Introduktsiia do NTsHRRU dykykh sporidnenykh vydiv kulturnykh roslyn adaptovanykh do umov tsentralnoho lisostepu Ukrainy. *Visnyk Stepu*, 15, 57–60 [In Ukrainian].

6. Bilyk, O. M., Holovash, L. M., Kocherhy, V. Ya., Kocherhy, D. M., Kharchenko, L. Ya. (2018). Zbir dykykh sporidnenykh vydiv kulturnykh roslyn dlia Natsionalnoho tsentru henetychnykh resursiv roslyn Ukrainy. *Zernovi Kultury*, 2 (2), 337–341 [In Ukrainian].

7. Chaika, T. O. (2011). Zemelno-resursnyi potentsial orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriia Ekonomichni Nauky*, 12, 323–330. [In Ukrainian].

8. Chaika, T. O. (2013). Ekolohichni naslidky tradytsiinoho silskoho hospodarstva. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 95–99. doi: 10.31210/visnyk2013.03 [In Ukrainian].

9. Cherevchenko, T. M., Rakhmetov, D. B., & Haponenko, M. B. (2012). *Zberezhennia ta zbahachennia roslynnykh resursiv shliakhom introduktsii, selektsii ta biotekhnolohii: monohrafiia*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [In Ukrainian].

10. Didukh, Ya. P., Tkachenko, V. S., Pliuta, P. H., Korotchenko, I. A., & Fitsailo, T. V. (1998). *Porivnialna otsinka fitoriznomanitnosti zapovidnykh stepovykh ekosystem Ukrainy z metoiu optymizatsii rezhymiv yikh okhorony*. Kyiv [In Ukrainian].

11. Kudrytskyi, A. V. (1992). *Poltavshchyna: entsyklopedychnyi slovnyk. Dovidkove vydannia.* Kyiv: Ukrainska entsyklopediia [In Ukrainian].

12. Maevskij, P. F. (1964). *Flora srednej polosy` evropejskoj chasti SSSR*. Leningrad: Kolos [In Russian].

13. Minekobezpeky Ukrainy (1998). *Konventsiia pro okhoronu dykoi flory i fauny ta pryrodnykh seredovyshch isnuvannia v Yevropi (Bern, 1979 rik)*. Kyiv [In Ukrainian].

14. Orlova, L. D. (2011). *Bioekolohichni osoblyvosti luchnykh fitotsenoziv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy (produktyvnist ta ratsionalne vykorystannia).* Poltava: PNPU im. V. H. Korolenka [In Ukrainian].

15. Prokudyn, Yu. N., Dobrochaeva, D. N., Zaverukha, B. V., & Chopyk, V. Y. (Reds.). (1999). *Opredelitel` vy`sshikh rastenij Ukrainy` AN USSR; Instytut botaniki imeni N. P. Kholodnogo*. Kiev: Fitosoczioczentr [In Russian].

16. Rakhmetov, D. B. (2017). Naukovo-innovatsiinyi potentsial mobilizatsii ta vykorystannia novykh roslynnykh resursiv (za materialy naukovoi dopovidi na zasidanni Prezydii NAN Ukrainy 23 lystopada 2016 roku). *Visnyk NAN Ukrainy*, 1, 73–81 [In Ukrainian].

17. Ryabchun, V. K., Kuz`mishina, N. V., & Boguslavskij, R. L. (2012). Naczional`ny`j bank geneticheskikh resursov rastenij Ukrainy` kak voploshhenie idej N. I. Vavilova. *Vavilovskij Zhurnal Genetiki i Selekczii*, 16 (3), 627–635 [In Russian].

18. Sheleheda, O. R. (2011). *Metody botanichnykh ta heobotanichnykh doslidzhen : navch.-metodychn. posibn.* Zaporizhzhia: KZ «ZOTsTKUM» ZOR [In Ukrainian].

19. Smoliar, O. M. (2000). Fitoriznomanitnist Livoberezhnoho Prydniprovia. *Extended abstract of doctor`s thesis.* Instytut botaniky imeni M. H. Kholodnoho NAN Ukrainy, Kyiv [In Ukrainian].

20. Solomakha, V. A., Maliienko, A. M., Movchan, Ya. I., Skuriatin, Yu. M., Vorobiov, Ye. O., Shmorhun, O. V., Shevchenko, I. P., Balashov, L. S., Solomakha, T. D., Minarchenko, V. A., Ivanenko, I. B., Korsun, S. H., Fedak, V. S., & Kolmaz, Yu. T. (2005). *Zberezhennia bioriznomanittia u zviazku iz silskohospodarskoiu diialnistiu*: *metodychni rekomendatsii shchodo zberezhennia bioriznomanittia ta okhorony zemel, poviazanykh iz silskohospodarskoiu diialnistiu*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [In Ukrainian].

21. Stetsiuk, N. O., Sliusar, M. V., Ostapenko, T. M., & Ostapenko, S. O. (2011). Landshaftnyi zakaznyk «Heohrafichnyi tsentr Poltavshchyny» – oseredok bioriznomanitnosti Psilskoho ekokorydoru rehionalnoi ekomerezhi. *Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Poltava: Astraia [In Ukrainian].

22. Yakubenko, B. Ye. (2007). Pryrodni kormovi uhiddia lisostepu Ukrainy: flora, roslynnist, dynamika, optymizatsiia. *Extended abstract of doctor`s thesis.* Natsionalnyi botanichnyi sad imeni M. M. Hryshka NAN Ukrainy, Kyiv [In Ukrainian].

23. Zaluchennia do Natsionalnoho henbanku roslynnykh form narodnoi selektsii ta dykykh sporidnenykh vydiv kulturnykh roslyn, adaptovanykh do umov tsentralnoho Lisostepu Ukrainy: korotkyi zvit pro naukovo-doslidnu robotu (2016). Ustymivka [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Білик О. М., Головач Л. М., Кочерга В. Я., Харченко Л. Я., Поспєлова Г. Д. Біорізноманіття диких видів рослин Полтавщини як джерело цінного генетичного матеріалу для селекції. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 172–179.

© Білик Олена Миколаївна, Головач Людмила Михайлівна, Кочерга Валентина Яківна, Харченко Любов Яківна, Поспєлова Ганна Дмитрівна, 2021

Agriculture. Ecology
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 633.85: 551.58 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.22**

THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON SUNFLOWER YIELD IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE: ANALYSIS AND FORECAST

O. L. Zhygailo ORCID 0000-0002-3552-327X
O. V. Volvach ORCID 0000-0002-6650-758X
A. V.Tolmachova* ORCID 0000-0002-9340-5028
T. K. Kostiukievych ORCID 0000-0002-1952-8839

Odessa State Environmental University, 15, Lvivska str., Odesa, 65016, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: alla.tolmach@ukr.net

How to Cite

Zhygailo, O. L., Volvach, O. V., Tolmachova, A. V., & Kostiukievych, T. K. (2021). The influence of climate change on sunflower yield in the Northern Steppe of Ukraine: analysis and forecast. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 180–186. doi: 10.31210/visnyk2021.01.22

Global climate changes are creating new conditions for all sectors of the world and Ukrainian economy, including agriculture. Their influence is associated with agro-climatic conditions for growing crops, including sunflower. The assessment of these conditions is relevant because they must be taken into account in the potential adaptation of sunflower to climate change and the profitability of its cultivation in certain natural climatic zones of Ukraine. The aim of this study was to identify the degree of climate change influence on sunflower yield. Modern RCP2.6 and RCP4.5 scenarios (moderate and medium greenhouse gas emissions) were used to assess the impact of climate change on sunflower yields. According to these scenarios, the climatic period from 2021 to 2050 was studied. For the comparative analysis of scenario meteorological values with the previous data, the period from 1980 to 2010 was taken. The study of sunflower yield formation was carried out using a mathematical model for estimating agro-climatic resources of crop productivity formation, adapted for sunflower cultivation. According to the calculations, an increase in PAR (by 8 and 21 %) in both scenarios will lead to an increase in the potential sunflower yield (up to 1.63 t/ha and 1.83 t/ha against 1.51 t/ha). According to the RCP2.6 scenario, agro-climatic conditions (increased temperature (by 0.7 ºC) and sufficient precipitation for drought-resistant sunflower, 223 mm) will increase the photosynthetic potential, and a slight increase in MPU (0.83 t/ha vs. 0.81 t/ha). Some increase in seed yield (by 4 %) is expected. Agro-climatic conditions under the RCP4.5 scenario will be drier during the flowering-ripening period. But sunflower yield will not be significantly affected by these conditions. Seed yield is expected to be the same as under the actual average long-term conditions (2.3 t/ha). Under the implementation of both scenarios due to the positive impact of expected climatic conditions on all categories of sunflower yields in the next three decades, sunflower will be one of the most popular and profitable crops in the Northern Steppe of Ukraine.

Key words: *sunflower, climate change, agro-climatic conditions, modeling, RCP2.6 and RCP4.5 scenarios.*

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ: АНАЛІЗ І ПРОГНОЗ

О. Л. Жигайло, О. В. Вольвач, А. В. Толмачова, Т. К. Костюкєвич
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

Глобальні зміни клімату формують нові умови для всіх галузей світової та української економіки, включаючи сільське господарство. З їх впливом пов'язані агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику. Необхідність оцінити ці умови є актуальною, тому що вони вкрай важливі при врахуванні потенційної адаптації соняшнику до кліматичних змін і рентабельності вирощування в окремих природо-кліматичних зонах України. Метою цього дослідження було виявити ступінь впливу кліматичних змін на врожайність культури соняшнику. Для оцінки впливу змін клімату на врожайність соняшнику використовуються сучасні сценарії RCP2.6 і RCP4.5 (помірного та середнього рівня викидів парникових газів). За сценаріями RCP2.6 і RCP4.5 досліджений кліматичний період з 2021 по 2050 рр. Для порівняльного аналізу сценарних метеорологічних значень з минулими даними взятий період з 1980 по 2010 роки. Дослідження формування урожайності соняшнику проводили з використанням математичної моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур, адаптованої для культури соняшнику. Згідно з розрахунками збільшення ФАР (на 8 і 21 %) за обома сценаріями призведе до збільшення потенційного урожаю соняшнику (до 163 ц/га і 183 ц/га проти 151 ц/га). За сценарієм RCP2.6 агрокліматичні умови (підвищений температурний режим (на 0,7 ºС) і достатня за вегетацію для посухостійкого соняшнику сума опадів, 223 мм) сприятимуть збільшенню фотосинтетичного потенціалу незначного, але зростання ММУ (83 ц/га проти 81 ц/га). Очікуватиметься деяке збільшення врожаю насіння (на 4 %). Агрокліматичні умови за сценарієм RCP4.5 будуть більш посушливими в період цвітіння–достигання. Але на урожайність соняшнику ці умови суттєво не вплинуть. Урожай насіння очікується такий, як при фактичних середніх багаторічних умовах (2,3 т/га). У разі реалізації обох сценаріїв унаслідок позитивного впливу очікуваних кліматичних умов на всі категорії урожайності соняшнику найближчі три десятиліття він буде однією з найбільш затребуваних і рентабельних сільськогосподарських культур у Північному Степу України.

Ключові слова: *соняшник, зміни клімату, агрокліматичні умови, моделювання, сценарії RCP2.6 і RCP4.5.*

Вступ

Глобальні зміни клімату є значущим випробуванням як для людства загалом, так і для окремо взятих країн. Вони пов'язані, насамперед, зі зміною середньорічних температур (найбільше з їх ростом – «глобальним потеплінням»), кількістю опадів (збільшення в одних регіонах та зменшення в інших), а також супроводжуючими вищенаведене підвищення рівня Світового океану, таїння льодовиків тощо. Вищезазначені показники призводять до суттєвих соціально-економічних наслідків і створюють довгострокові ризики для сталого розвитку. Глобальні зміни клімату відчутно впливають на агропромисловий комплекс, що цілком природньо з урахуванням залежності врожаїв і реалізації базових сільськогосподарських практик від погодних умов, які є короткостроковим утіленням клімату і його динаміки [1–4].

І зарубіжні й вітчизняні вчені визнають, що глобальні зміни клімату створюють ризики для сільського господарства [4–9]. При цьому цілком очевидно, що сільське господарство і, зокрема, рослинництво кліматично найбільш залежні і вразливі, тобто на них дуже впливає кліматичний фактор. З одного боку, врожайність основних культур безпосередньо пов'язана з температурним режимом і зволоженням. З іншого боку, рослинництво «прив'язане» до визначеної території з конкретними земельними ресурсами, традиціями їхнього використання тощо. Адаптація його до мінливих умов можлива лише завдяки селекції і використанню нових сортів, докорінної корекції сільськогосподарських практик, нових технологій. Для визначення ефективності таких заходів має здійснюватися своєчасний моніторинг як триваючих кліматичних змін, так і впливу адаптаційних заходів на галузь рослинництва.

Сільське господарство в усьому світі має пристосуватися до нових умов глобальних змін клімату для забезпечення продовольчої безпеки людства, що є абсолютно неможливим без прогнозування майбутніх чинників. Тому як ніколи актуальним стає питання визначення впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валовий збір урожаю провідних

культур, зокрема соняшнику.

Наприклад, у країнах ЄС проведені дослідження впливу змін клімату на посіви і врожай соняшнику, який культивують у південних і східних регіонах Європи. В роботі використані кліматичні сценарії, засновані на чотирьох сценаріях викидів СДСВ МГЕЗК (A1, A2, B1 і B2), щоб передбачити потенційний розподіл біоенергетичних культур в Європі тепер і в умовах змін клімату. Дослідження показали, що в цих регіонах високі температури і зменшення кількості опадів призведуть до значних втрат урожаю, зменшення вмісту олії та зміни жирних кислот [10].

У Західній Азії (Іран) критерії врожайності і вирощування зрошуваного і богарного соняшнику були вивчені при моделюванні змін клімату для Тебріза. Середньомісячна температура і опади при подвоєнні CO_2 прогнозування з використанням моделей Інституту космічних досліджень Годдарда (GISS) і Лабораторії геофізичної гідродинаміки (GFDL). Вплив кліматичних змін на період зростання сільськогосподарських культур, компоненти врожайності і потреби у воді цих культур оцінювали за допомогою імітаційної моделі сільськогосподарських культур (OSBOL). Згідно з OSBOL за прогнозами GDFL, через підвищення середньої температури на 3,7 °С і збільшення середньої кількості опадів на 40 %, біомаса і потреба у воді для зрошуваного соняшнику також збільшувались. Біомаса богарного соняшнику зростає, а кількість днів до дозрівання і індекс урожаю скорочується [11].

У Туреччині вчені провели дослідження можливого впливу кліматичних змін на майбутню врожайність соняшнику за кліматичними прогнозами на основі Глобальної кліматичної моделі HadGEM2-ES і сценарію RCP8.5. Прогнозовані результати свідчать, що очікується зниження врожайності, особливо у другій половині цього століття. В областях Текірдаґ і Конья, де інтенсивно вирощується соняшник, очікується різке зниження врожайності в усі вивчені періоди [12].

У південній частині Азії (Пакистан) учені провели тематичне дослідження для оцінки потенційного впливу зміни клімату на врожайність насіння соняшнику у кліматичних умовах регіону Пенджаб. Дослідження було зосереджено на впливі поступової зміни температури на урожай соняшнику. Встановлено, що при середньому підвищенні температури на + 1 °С у 2020-х роках, урожайність насіння може знизитися до 15 % і до 25 % у 2050-х роках, якщо температура підвищиться на 2 °С [13]. Чисельні експерименти з моделлю «CSM-CROPGRO-Sunflower» показали, що через зміни клімату прискориться зростання і розвиток рослин соняшнику, настання фенологічних фаз розвитку характеризуватиметься більш ранніми термінами [14].

Мета дослідження в цій роботі: виявити ступінь впливу кліматичних змін на врожайність культури соняшнику за сценаріями RCP2.6 і RCP4.5 на основі моделі «Оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур».

Завдання дослідження: за сценаріями RCP2.6 і RCP4.5 змоделювати і провести аналіз впливу змін клімату на агрокліматичні умови й очікуваний урожай культури соняшнику на сільськогосподарських угіддях Північного Степу України.

Матеріали і методи досліджень

У цій роботі для моделювання й аналізу змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату було використано сучасні сценарії сімейства RCP (Representative Concentration Pathways/Репрезентативні траєкторії концентрацій) – RCP2.6 і RCP4.5, що належать до сценаріїв помірного та середнього рівнів викидів парникових газів [15, 16].

Дослідження формування урожайності соняшнику проводили за допомогою математичної моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [17], адаптованої для культури соняшнику. Модель заснована на концепції максимальної продуктивності рослин, результатах моделювання формування урожаю рослин і методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату в горбистому рельєфі. Вона має блокову структуру, що містить: вхідну інформацію, показники сонячної радіації і водно-температурного режиму з урахуванням експозиції схилів, функції впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продуційний процес рослин, родючість ґрунту і забезпеченість рослин мінеральним живленням, агроекологічні категорії урожайності та узагальнюючі оцінюючі характеристики.

З математичною моделлю було проведено чисельні експерименти за кліматичні періоди: 1980–2010 рр. [18], що є базовим; 2021–2050 рр. за сценаріями RCP2.6 і RCP4.5. Як кліматичні характеристики використані: середня температура повітря, інтенсивність сумарної радіації, сума опадів, відносна вологість та дефіцит вологості повітря. Показники погодних умов розраховувалися по декадах.

Розрахунки виконані для природно-кліматичної підзони України – Північний Степ.

Результати досліджень та їх обговорення

Сіяти соняшник за фактичними середніми багаторічними даними у Північному Степу починають на початку квітня, за сценаріями зміни клімату RCP2.6 (табл.) сіятимуть дещо раніше, за сценаріями RCP4.5 на 5–6 днів пізніше.

Агрокліматичні умови формування урожаю соняшника в Північному Степу України (за період сівба – збиральна стиглість)

Показники	Кліматичний період		
	1980–2010 рр. фактичний	2021–2050 рр. за сценарієм RCP2.6	2021–2050 рр. за сценарієм RCP4.5
Агрокліматичні показники			
Дата сівби	07.04	02.04	13.04
Середня температура повітря за період (Тср.),°С	18,3	18,9	17,6
Сума опадів за період (R), мм	221	223	200
Сумарне випаровування за період (Е), мм	287	319	238
Випаровуваність за період, (E_0), мм	565	671	630
Відносна вологозабезпеченість (E/E_0), відн. од.	0,51	0,47	0,38
Середній за період ГТК, відн. од.	0,9	0,9	0,8
Сума ФАР, кДж/см^2	132,8	143,7	161,5
Показники формування урожаю соняшника			
Потенційний урожай (ПУ), ц/га	151	163	183
Метеорологічно можливий урожай (ММУ), ц/га	81	83	80
Дійсно можливий урожай (ДМУ), ц/га	50	52	49
Фотосинтетичний потенціал (ФП), м^2/м^2, за період	342	369	432
Урожай соняшника: - суха надземна маса, т/га - маса насіння (при вологості 14 %), т/га	 3,5 2,3	 3,6 2,4	 3,4 2,3

Прихід ФАР за період сівба – збиральна стиглість за фактичними середніми багаторічними даними становить 132,8 кДж/см^2. За сценарієм RCP2.6 очікується деяке збільшення приходу ФАР (до 8 %). Це дещо збільшить потенційну урожайність порівняно з фактичною середньою багаторічною.

Середня за період сівба – збиральна стиглість температура повітря, яка натепер складає 18,2 °С, за сценарієм очікується на 0,7 °С вище.

Очікувана кількість опадів буде такою, як фактична (на 2 мм більше). Однак підвищений температурний режим впливатиме на дефіцит вологи (352 мм проти 278 мм). Але загалом вологозабезпеченість рослин становитиме 92 % від фактичної середньої багаторічної. ГТК очікується рівним середньому багаторічному.

Підвищений температурний режим і достатня за вегетацію для посухостійкого соняшнику сума опадів призведе до більшого наростання площі листя. Сценарна динаміка площі листя буде аналогічно фактичній, однак величина площі буде трохи вище. Якщо в період цвітіння при фактичних агрокліматичних умовах площа листя становить 5,9 м^2/м^2, то за сценарієм RCP2.6 вона збільшиться до 6,4 м^2/м^2 (рис.).

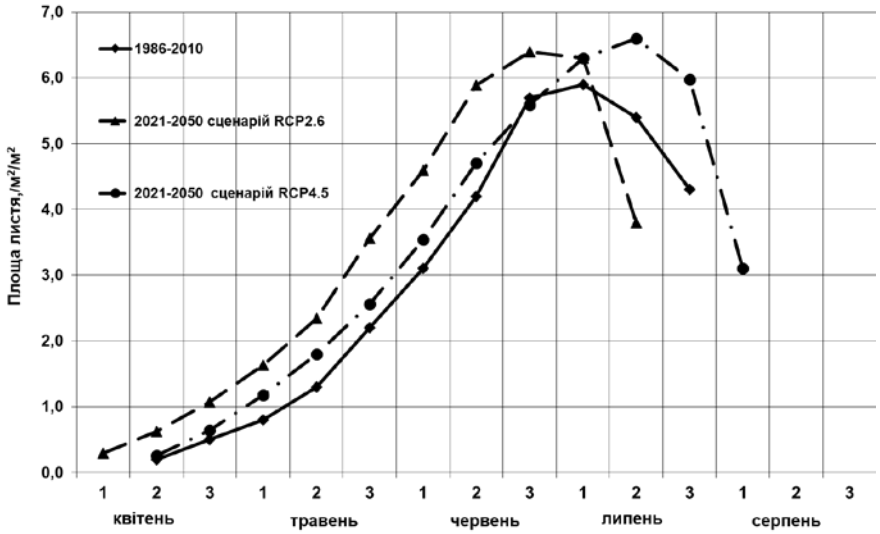


Рис. Динаміка площі листя в період сівба – збиральна стиглість порівняно з фактичними середніми багаторічними і сценарними розрахунковими даними для Північного Степу України

Це позначиться на фотосинтетичному потенціалі. Величина фотосинтетичного потенціалу при фактичних умовах становить 342 м^2/м^2 за період сівба – збиральна стиглість. За сценарієм він буде трохи вище (на 8 %).

Агрокліматичні умови за сценарієм RCP2.6 зумовлять дещо трохи вищу величину – рівень метеорологічно-можливої урожайності всієї сухої маси порівняно з фактичною середньою багаторічною. Рівень дійсно можливого врожаю становитиме 104 % від фактичного середнього багаторічного (табл.).

Урожай надземної маси становить при фактичних умовах 3,5 т/га, дещо більше він очікується за сценарієм RCP2.6 (на 3%). Очікується деяке збільшення врожаю насіння (на 4 %).

За кліматичним сценарієм RCP4.5 за період сівба – збиральна стиглість очікується ще збільшення приходу ФАР на посіви соняшнику (на 21 %). Це зумовить більш високий рівень потенційної урожайності всієї сухої маси посівів (на 32 ц/га від фактичної). Прихід ФАР за цим сценарієм буде на 12 % більше, ніж за сценарієм RCP2.6, тому величина потенційної врожайності буде на 20 ц/га вище (табл.).

Температурний режим періоду сівби – збиральна стиглість за другим сценарієм порівняно з фактичним знизиться на 0,6 °С, а порівняно з температурним режимом за сценарієм RCP2.6 на 1,3 °С.

Сценарна кількість опадів за вегетаційний період очікується дещо менше фактичної і становитиме 90 % від її величини. Зниження кількості опадів спричинить зменшення випаровування на 83 % від фактичного, однак високі температури (середня температура повітря становить 22,2 °С) в період цвітіння і наливу насіння сприятимуть зростанню випаровуваності, що збільшить дефіцит вологи до 392 мм. Тому вологозабезпеченість складатиме 0,38 від. од., що на 25 % нижче, ніж за фактичними середніми багаторічними умовами. Нижче буде і ГТК.

Порівняно з умовами вологозабезпеченості за сценарієм RCP2.6 умови сценарію RCP4.5 будуть також більш посушливими. Вологозабезпеченість становитиме 81 % від її величини. Однак слід зазначити, що водно-тепловий режим у період від посіву до цвітіння буде менш посушливим, що сприятиме наростанню рослинної маси.

Динаміка площі листя буде аналогічна динаміці площі листя за фактичними середніми багаторічними даними, але рівень буде трохи вище. У період цвітіння, коли спостерігається максимальне формування листкової поверхні, її рівень становитиме 6,6 м^2/м^2, що на 0,7 м^2/м^2 більше порівняно з фактичною величиною і на 0,2 м^2/м^2 порівняно з величиною за сценарієм RCP2. 6 (рис.).

Така динаміка площі листя і роботи фотосинтетичного апарату сформує досить високий фотосинтетичний потенціал посівів за період посів–дозрівання, який буде вище порівняно з фотосинтетичним потенціалом, який формується при фактичних умовах і умовах сценарію RCP2.6 (табл.).

У таких агрокліматичних умовах фотосинтетичної діяльності посівів рівень ММУ становитиме 99 % від фактичного середнього багаторічного і 96 % від метеорологічно-можливого урожаю за сценарієм RCP2.6. Рівень дійсно можливого врожаю, який залежить від родючості ґрунту, на якому ви-

рощують соняшник, за сценарієм RCP4.5 складатиме 49 ц/га всієї сухої рослинної маси (98 % від фактичних значень і 94 % від сценарних RCP2.6).

В агрокліматичних умовах за сценарієм RCP4.5 урожай надземної маси посіву буде дещо менше фактичного, порівняно із сценарною величиною RCP2.6 він становитиме 94 %. Урожай насіння очікується таким же, як при фактичних середніх багаторічних умовах і дещо менше урожаю за сценарієм RCP2.6 (табл.).

У раніше опублікованих роботах [19, 20] ми показали результати моделювання впливу змін клімату на продуктивність культури соняшнику за сценаріями A1B, RCP4.5 и RCP8.5 на основі моделі водно-теплового режиму та формування продуктивності. Згідно з розрахунками, отриманими за допомогою цієї моделі, за умов реалізації всіх трьох сценаріїв продуктивність посівів соняшника у Північному Степу знижується, однак ризики недобору урожаю насіння розцінюються як середні [20]. У результаті досліджень з використанням моделі оцінки агрокліматичних ресурсів встановлено, що урожайність насіння соняшника найближчі тридцять років у дослідженій ґрунтово-кліматичній зоні очікується близькою до фактичної (2,3 т/га). Треба відзначити, що вхідною кліматичною інформацією до розрахунків за цією моделлю є не тільки середньодекадна температура повітря та декадна сума опадів, але й інтенсивність сумарної радіації, відносна вологість та дефіцит вологості повітря.

Висновки

Отже, збільшення приходу ФАР за обома сценаріями (RCP2.6 і RCP4.5) збільшить потенційну врожайність соняшнику. Умови температурного режиму і умови зволоження за сценарієм RCP2.6 сприятимуть збільшенню метеорологічно можливого і дійсно можливого врожаю. За сценарієм RCP4.5 через підвищений температурний режим у період цвітіння соняшнику очікується незначне зниження ММУ і ДМУ. Розрахунки показали, що за обома сценаріями зниження врожаю насіння соняшнику не очікується. Тому при реалізації будь-якого із цих сценаріїв соняшник залишиться однією із затребуваних і рентабельних культур у Північному Степу України.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується за цією моделлю провести розрахунки й аналіз у Лісостеповій зоні України. Оцінити перспективи вирощування культури соняшнику за сценаріями RCP6.0 і RCP8.5.

References

1. Ivanyuta, S. P., Kolomiyec, O. O., Malinovska, O. A., & Yakushenko, L. M. (2020). *Zmina klimatu: naslidki ta zahodi adaptaciyi: analit. dopovid.* Kiyiv: NISD [In Ukrainian].

2. Pachauri, R. K., & Mejer, L. A. (2014). Izmenenie klimata. Obobshayushij doklad. *Vklad Rabochih grupp I, II i III v Pyatyj ocenochnyj doklad Mezhpravitelstvennoj gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata.* MGEIK, Zheneva, Shvejcariya [In Russian].

3. Houghton, J. (2009). *Global Warming: The Complete Briefing. 4-th Edition*. Cambridge, Cambridge University Press, 438.

4. Yashalova, N. N., & Ruban, D. A. (2018). Dolgovremennye riski rossijskogo rastenievodstva v usloviyah globalnyh izmenenij klimata v kontekste prodovolstvennoj bezopasnosti. *Regionalnaya Ekonomika: Teoriya i Praktika*, 16 (6), 1127–1140 [In Russian].

5. Brouziyne, Y., Abouabdillah, A., Hirich, A., Bouabid, R., Zaaboul, R., & Benaabidate, L. (2018). Modeling sustainable adaptation strategies toward a climate-smart agriculture in a Mediterranean watershed under projected climate change scenarios. *Agricultural Systems,* 162, 154–163. doi: 10.1016/j.agsy.2018.01.024

6. Stepanenko, S. M., & Pol'ovyj, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukrayini v umovah zmini*: *monografiya.* Odesa: TES, 549 [In Ukrainian].

7. Omarov, A.E. (2017). Suchasnij stan ekologichnoyi bezpeki v Ukrayini. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu Tsyvilnoho Zakhystu Ukrainy. Seriya "Derzhavne Upravlinnya"*, 2 (7), 156–164. doi: 10.5281/zenodo.1038892 [In Ukrainian].

8. Tarariko, O. G., Ilyenko, T. V., & Kuchma, T. L. (2016). Vpliv zmin klimatu na produktivnist ta valovi zbori zernovih kultur: analiz ta prognoz. *Ukrayinskij Geografichnij Zhurnal*, 1, 14–22. doi: 10.15407/ugz2016.01.014 [In Ukrainian].

9. Polovij, V. M., Lukashuk, L. Ya., & Luk'yanik, M. M. (2019). Vpliv zmin klimatu na rozvitok roslinnictva v umovah Zahidnogo regionu. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 9 (798), 29–34. doi: 10.31073/agrovisnyk201909-04 [In Ukrainian].

10. Debaeke, P., Casadebaig, P., Flenet, F., & Langlade, N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL*, 24 (1), D 102. doi: 10.1051/ocl/2016052

11. Koocheki, A., Nassiri, M., Soltani, A., Sharifi, H., & Ghorbani, R. (2006). Effects of climate change on growth criteria and yield of sunflower and chickpea crops in Iran. *Climate Research*, 30 (3), 247–253. doi: 10.3354/cr030247

12. Hudaverdi, G., Yasin, O., Nilgun, B., Huseyin, B., & Mustafa, Y. (2020). Possible Impacts of Climate Change on Sunflower Yield in Turkey. *Agronomy. Climate Change & Food Security*. doi: 10.5772/intechopen.91062

13. Wajid, N.J., Hatem, B., Ashfaq, A., Muhammad, H., Khawar, J., Kalim, U., Shah, F., Muhammad, Sh., & Gerrit, H. (2016). Modelling Climate Change Impacts and Adaptation Strategies for Sunflower in Pakistan. *Outlook on Agriculture*, 45 (1), 39–45. doi: 10.5367/oa.2015.0226

14. Muhammad, T., Shakeel, A., Shah, F., Ghulam, A., Sajjad, H., Zartash, F., Wajid, N., Muhammad, M., Muhammad, H., Muhammad, A.K., Muhammad, A., Carol, J.W., & Gerrit, H. (2018). The impact of climate warming and crop management on phenology of sunflower-based cropping systems in Punjab, Pakistan. *Agricultural and Forest Meteorology*. 256-257, 270–282. doi: 10.1016/j.agrformet.2018.03.015.

15. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., & Miller, H. L. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.

16. Mohov, I. I., & Eliseev, A. V. (2012). Modelirovanie globalnyh klimaticheskih izmenenij v XX–XXIII vekah pri novyh scenariyah antropogennyh vozdejstvij RCP. *Doklady Akademii Nauk*, 443 (6), 732–736 [In Russian].

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

18. Adamenko, T. I., Kulbida, M. I., & Prokopenko, A. L. (2011). *Agroklimatichnij dovidnik po teritoriyi Ukrayini*. Kam'yanec-Podilsk [In Ukrainian].

19. Zhigajlo, O. L., & Zhigajlo, T. S. (2016). Ocinka vplivu zmin klimatu na agroklimatichni umovi viroshuvannya sonyashniku v Ukrayini. *Ukrayinskij Gidrometeorologichnij Zhurnal*, 17, 86–92. doi: 10.31481/uhmj.17.2016.10 [In Ukrainian].

20. Zhigajlo, O. L., & Zhigajlo, T. S. (2017). Modelyuvannya produktivnosti sonyashniku v umovah majbutnih zmin klimatu v Ukrayini za scenariyami antropogennogo vplivu RCP. *Ukrayinskij Gidrometeorologichnij Zhurnal*, 19, 71–78. doi: 10.31481/uhmj.20.2017.08 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 04.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Жигайло О. Л., Вольвач О. В., Толмачова А. В., Костюкєвич Т. К. Вплив змін клімату на урожайність соняшника в Північному Степу України: аналіз і прогноз. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 180–186.

© Жигайло Олена Леонідівна, Вольвач Оксана Василівна, Толмачова Алла Вікторівна, Костюкєвич Тетяна Костянтинівна, 2021

Agriculture. Ecology
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.879.34 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.23**

MEDICAL, BIOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF USING BIO-PREPARATIONS IN ARABLE FARMING

P. V. Pysarenko ORCID 0000-0002-4915-265X
M. S. Samoilik* ORCID 0000-0003-2410-865X
O. Yu. Dychenko ORCID 0000-0003-0113-9998
M. S. Sereda
A. A. Poghosyan

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: kaf.ekol.pdaa@ukr.net

How to Cite

Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., Sereda, M. S., & Poghosyan, A. A. (2021). Medical, biological and toxicological assessment of using bio-preparations in arable farming. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 187–195. doi: 10.31210/visnyk2021.01.23

At present, the problem of utilizing a large amount of mineralized stratum water is rather important for Ukraine, on the whole, and Poltava region, in particular as getting much stratum water into the soil results in its considerable salinity, deterioration of structure and destruction of vegetation. An acute necessity arises in studying toxicological properties of mineralized stratum water, which will enable to determine the class of its danger and develop measures for safe using this preparation to eco-balance arable farming. That is why, for the first time, the assessment of eco-toxicological properties of mineralized stratum water as environmentally friendly substitute of agro-chemicals was conducted in our paper. According to the research results, it has been established that mineralized stratum water (MSW) is a low-toxic combination. LD_{50} *of white female rats at oral intake made more than 21,000 mg/kg, female mice – 31,000 mg/kg, male mice – more than 20,000 mg/kg; at putting it on rats' skin – more than 8,000 mg/kg.* LD_{50} *value at inhaling the substance made more than 5,000 mg/kg for female rats. It has been substantiated that in accordance with 12.1.007-76 State Standard, mineralized stratum water belongs to the IV*th *class of danger at oral taking and getting through the skin, and to the III*^{d} *class at inhaling.. It has also been determined that mineralized stratum water does not have irritating effect on the skin and eye mucosa. No sensitizing effect was detected on the organism of guinea pigs. The studies have shown that cumulative properties of mineralized stratum water are weakly expressed. Cumulative coefficient is more than 5. In the dose of 4,260 mg/kg, mineralized stratum water has cardio toxic effect, causes erothropoesis, increases kidneys' filtration and excretion functions. 2,130 mg/kg was inactive dose for rats in sub-chronic experiment. The obtained results of eco-toxicological analyzing mineralized stratum water enable to maintain that its using is safe enough in arable farming system, in particular, as environmentally safe organic and mineral fertilizer, herbicide and fungicide.*

Key words: *eco-toxicological assessment, mineralized stratum water, cumulative properties, toxicity, sensitizing effect.*

МЕДИКО-БІОЛОГІЧНА ТА ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ У ЗЕМЛЕРОБСТВІ

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, М. С. Середа, А. А. Погосян
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

На сьогодні проблема утилізації великої кількості мінералізованої пластової води є досить важливою як для України загалом, так і для Полтавської області зокрема, адже потрапляння великої кількості пластової води на землю призводить до значного засолення ґрунту, погіршення його структури та знищення рослинності. Постає гостра потреба в дослідженні токсикологічних властивостей мінералізованої пластової води, яка дасть змогу визначити її клас небезпеки та розробити заходи щодо безпечного застосування цього препарату для екологізації землеробства. Тому в нашій роботі вперше була проведена оцінка екотоксикологічних властивостей мінералізованої пластової води як екологічно безпечного замінника агрохімікатів. Проведені дослідження свідчать, що мінералізована пластова вода (МПВ) відноситься до малотоксичних сполук. ЛД$_{50}$ при пероральному надходженні в організм білих щурів самок становить понад 21000 мг/кг, мишей самок – 31000 мг/кг, мишей самців – понад 20000 мг/кг; при нанесенні її на шкіру щурів понад 8000 мг/кг. Величина ЛД$_{50}$ при інгаляційному шляху надходження для щурів самок становить понад 5000 мг/кг. Обґрунтовано, що відповідно до системи стандартів ГОСТ 12.1.007-76 при пероральному шляху надходження та при проникненні через шкіру мінералізована пластова вода відноситься до IV класу небезпеки, а при інгаляційному – до III класу. Також визначено, що мінералізована пластова вода не вчиняє подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки очей. Сенсибілізуючої дії на організм морських свинок не виявлено. Дослідження показали, що кумулятивні властивості мінералізованої пластової води слабо виражені. Коефіцієнт кумуляції понад 5. У дозі 4260 мг/кг мінералізована пластова вода вчиняє кардіотоксичну дію, подразнює процес еротропоезу, підвищує фільтраційну та видільну функції нирок. Недіюча доза для щурів у субхронічному експерименті 2130 мг/кг. Одержані результати екотоксикологічного дослідження мінералізованої пластової води дають можливість стверджувати, що її використання є досить безпечним у системі землеробства, зокрема як екологічно безпечного органо-мінерального добрива, гербіциду та фунгіциду.

Ключові слова: *екотоксикологічна оцінка, мінералізована пластова вода, кумулятивні властивості, токсичність, сенсибілізуюча дія.*

Вступ

Досвід розвинених країн світу свідчить, що попередити можливі негативні наслідки застосування засобів хімізації в сільському господарстві можна лише за умов здійснення фундаментальних досліджень альтернативних заходів і розробці на цій основі нових біологічних технологій [1–8]. На сучасному рівні розвитку аграрного виробництва основним має бути не спостереження і констатація фактів погіршення стану довкілля у результаті застосування агрохімікатів, а запобігання можливих негативних наслідків проведенням науково-обґрунтованої екологічної технології, в основі якої полягає система екологічної безпеки довкілля і здоров’я людей [9–12].

На сьогодні проблема утилізації великої кількості мінералізованої пластової води є досить важливою як для України загалом, так і для Полтавської області зокрема, адже потрапляння великої кількості пластової води на землю призводить до значного засолення ґрунту, погіршення його структури та знищення рослинності [13–17].

Як показали дослідження вчених, мінералізовані пластові води, які добуваються на Полтавщині, рекомендується використовувати для екологізації землеробства, зокрема для: заміни рекомендованих агрохімікатів на екологічно безпечні природні сполуки, які би дали змогу зменшити пестицидне навантаження на ґрунт, ефективно контролювати фітосанітарний стан посівів, забезпечити отримання екологічно безпечної продукції. При цьому необхідно зазначити, що досліджувана проблема є актуальна як для нафтогазової промисловості, так і для землеробства [18–21].

Водночас дотепер токсикологічні та медико-біологічні властивості мінералізованої пластової води не вивчені повністю. Тому *мета проведення цих досліджень* – провести оцінку медико-біологічних та токсикологічних властивостей мінералізованих пластових вод Полтавської області, зокрема Глинсько-Розбишівського родовища як екологічно безпечного замінника агрохімікатів.

Для визначення токсикологічних властивостей мінералізованої пластової води були поставлені такі *завдання*: визначити гостру токсичність мінералізованої пластової води при пероральному, дермальному та інгаляційному шляхах надходження в організм лабораторних тварин; дослідити подразливу дію цього препарату на шкіру та слизові оболонки очей тварин; вивчити сенсибілізуючу дію МПВ; дослідити кумулятивні властивості пластової води.

Матеріали і методи досліджень

У роботі об'єктом дослідження є мінералізована пластова вода Глинсько-Розбишівського родовища.

Згідно з Методичними вказівками з оцінки нових пестицидів [22], до початку державних випробувань нових хімічних засобів захисту рослин необхідно провести первинну екотоксикологічну оцінку, яка дасть змогу визначити клас небезпеки та розробити заходи щодо безпечного застосування цього препарату.

У токсикологічних дослідженнях використані білі щури, білі миші, морські свинки, кролі, які пройшли 14-денний карантин у віварію. Гостру токсичність МПВ вивчали на білих щурах лінії Вістар і нелінійних білих мишах. Піддослідним тваринам уводили МПВ за допомогою металевого зонду. Протягом 14 днів проводилиь клінічне обстеження і визначали динаміку маси тіла тварин. Основним критерієм токсичної дії була доза, яка призводила до загибелі 50 % тварин ($ЛД_{50}$). Середньо смертельну дозу МПВ визначали методом пробіт-аналізу кривих летальності [23]. У разі неможливості розрахувати $ЛД_{50}$ встановлювали введену кількість препарату, що не спричиняла загибелі тварин.

Дослідження гострої інгаляційної токсичності проводили в камері для динамічної затравки. Концентрація досягалась шляхом крапельної подачі препарату через форсунку та одночасної подачі повітря під тиском 2 атмосфери, що забезпечувало створення в камері мілко дисперсного аерозолю мінералізованої пластової води. Відбір проб здійснювали через спеціальний патрон зі швидкістю потоку повітря 10 л за хвилину протягом 10 хвилин. Концентрацію мінералізованої пластової води в камері визначали ваговим методом.

Резорбтивно-токсичну дію МПВ вивчали на білих щурах лінії Вістар [24]. Подразливу дію на шкіру досліджували на білих щурах та кролях шляхом крапельного нанесення препарату на шкіру тварин. Вивчення подразливої дії на слизові оболонки очей кролів проводили при закапуванні МПВ у кон'юктивіальний мішок у нативному вигляді.

Дослідження з вивчення сенсибілізуючих МПВ проводили на морських свинках білої масті масою тіла 350–380 г при нанесенні 0,2 мл речовини в нативному стані на вистрижені ділянки шкіри протягом 20 днів. Тестування тварин проводили на 21-й день експериментальним шляхом внутрішньошкірного введення 0,02 мл досліджуваної речовини в нативному вигляді у вухо дослідних та контрольних тварин. Спостереження за тваринами проводили через 1 годину 3, 6 та 24 години. Реакцію шкіри оцінювали візуально за 5-бальною уніфікованою шкалою [25]. Через 24 години після введення тестуючої дози проводили дослідження імунологічних показників, а саме: РСЛЛ (реакція сенсибілізації лізису лейкоцитів) та РДТК (реакція деструкції тучних клітин).

Для з'ясування кумулятивної дії МПВ експеримент проводили на білих щурах лінії Вістар. Тваринам протягом 2-х місяців щоденно вводили препарат у дозах, що відповідають 1/5 і 1/10 $ЛД_{50}$. Про ступінь кумуляції судили за коефіцієнтом кумуляції, розрахованим за методом Ю. С. Кагана [26].

Для встановлення характеру дії МПВ на систему крові проведено вивчення низки показників морфологічного складу периферійної крові, що виконано за допомогою уніфікованих клініко-лабораторних методів. Морфологічний склад периферичної крові досліджували в тих самих тварин через 2 місяці експерименту.

Результати досліджень та їх обговорення

Дорослим щурам самкам масою тіла 225–240 г вводили мінералізовану пластову воду із розрахунку 21300 мг/кг маси тіла. Препарат вводили у нативному стані. Введений об'єм рідини склав 5 мл на одного щура або ж 21,3 мл/кг.

Загибелі тварин в умовах цього експерименту не спостерігалось узагалі. В перші 2–3 години після введення МПВ лише у двох тварин спостерігали клінічні симптоми інтоксикації у вигляді пригніченого стану, малорухливості та прискореного дихання. Динаміка маси тіла дослідних тварин не відрізнялась від контрольних, що можна простежити за даними рис. 1. При розтині тварин на 14 добу експерименту видимих змін внутрішніх органів не відмічено. Отже, $ЛД_{50}$ МПВ для щурів при перораль-

ному введенні більша, ніж 21300 мг/кг.

Дорослим білим мишам самкам масою тіла 20–30 г МПВ із розрахунку 24000 мг/кг, 34000 та 36000 мг/кг. При введенні мінералізованої пластової води мишам в усіх указаних дозах спостерігали смертність тварин та клінічні симптоми інтоксикації. У групі дослідних тварин, яким мінералізовану пластову воду вводили із розрахунку 24000 мг/кг, загинуло 3 тварини, 34000 мг/кг – 5, а введення її у дозі 36000 мг/кг спричинило загибель понад 50 % досліджуваних тварин, а саме – 6 із 10. У перші ж 1–2 години після введення у мишей спостерігали симптоми інтоксикації у вигляді малорухливості, пригнічення, прискореного дихання, порушення координації руху. Загальний стан мишей, які вижили після введення препарату, був задовільним.

На 7-у добу спостерігали зменшення приросту маси тіла тварин на 10 % (рис. 2–3). При розтині мишок на 14-у добу експерименту видимих змін внутрішніх органів не спостерігали.

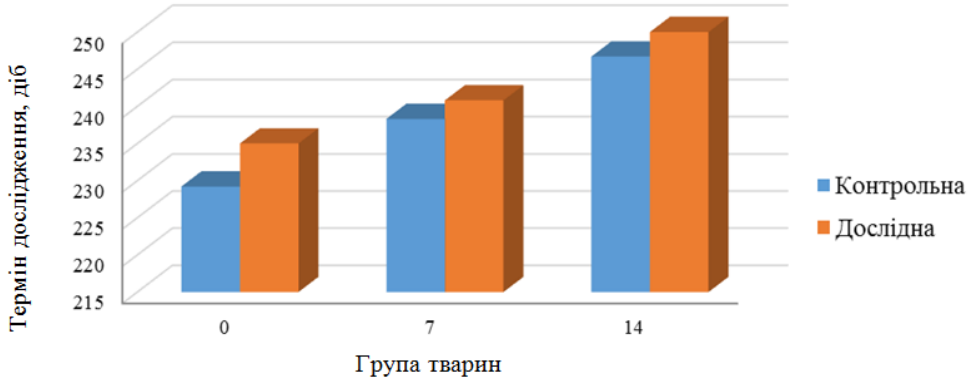


Рис. 1. Середня маса щурів при гострій пероральній дії МПВ

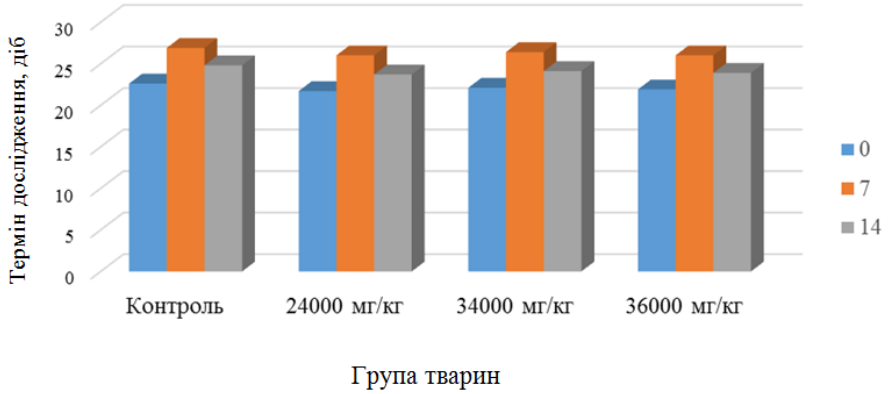


Рис. 2. Динаміка маси тіла мишей самок при гострій пероральній дії МПВ

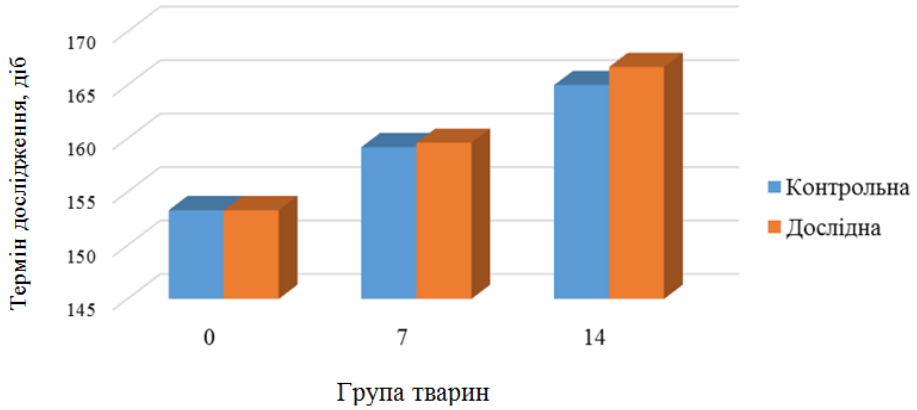


Рис. 3. Динаміка маси тіла щурів самок при гострій інгаляційній дії МПВ

$ЛД_{50}$ мінералізованої пластової води для мишей самок та самців уводили препарат у дозі 20000 мг/кг. При пероральній дії МПВ на організм мишей самців у дозі 20000 мг/кг загибелі тварин не спостерігали. Клінічні ознаки інтоксикації відмічали протягом 2–3-х годин після введення цього препарату. При розтині тіл дослідних тварин на 14-у добу спостереження макроскопічних змін внутрішніх органів не виявлено. $ЛД_{50}$ для мишей самців більше, ніж 20000 мг/кг маси тіла.

Отже, за параметрами гострої пероральної токсичності для щурів самок та мишей самців й самок мінералізовані пластові води відносяться до малотоксичних речовин згідно з ГОСТом 12.1.007–76. Варіабельність видової та статевої чутливості до цього препарату не виражена.

Гостру інгаляційну токсичність МПВ досліджували при одноразовому 4-и годинному впливові на організм білих щурів самок масою тіла 190,0–225,0 г. (середня концентрація склала 5000±84 мг/м^3). Після дії МПВ зовнішній вигляд і поведінка піддослідних тварин не відрізнялись від контрольних. Отримані результати про динаміку маси тіла тварин наведено на рис. 3. По закінченні двотижневого періоду спостереження макроскопічних змін внутрішніх органів дослідних тварин не виявлено.

Мінералізована пластова вода в максимально допустимій концентрації – 5000 мг/м^3 не вчиняла токсичного впливу на організм тварин. Згідно з ДГСТ 12.1.007-76 МПВ при інгаляційному надходженні в організм відноситься до ІІІ класу небезпеки, тобто помірно небезпечні сполуки.

Резорбтивно-токсичну дію мінералізованої пластової води вивчали на 6 щурах самках лінії Вістар масою тіла 250 г. Основним критерієм слугувала наявність або відсутність смертельних випадків, час та ступінь вираженості проявів інтоксикації. Препарат у нативному вигляді ретельно наносили на вистрижені ділянки шкіри щурів із розрахунку 8000 мг/кг.

Симптомів інтоксикації та загибелі дослідних тварин під час аплікації препарату та в період 14-денного спостереження відмічено не було. Загальний стан тварин, їх поведінка не відрізнялись від контрольних тварин. Подразливої дії на місці нанесення мінералізованої пластової води не спостерігали.

Отже, мінералізована пластова вода при нанесенні на шкіру не вчиняла резорбтивнотоксичної дії на організм тварин. $ЛД_{50}$ МПВ для щурів при аплікаціях на шкіру становить понад 8000 мг/кг маси тіла. Згідно зі стандартом ДГСТ 12.1. 007-76 МПВ відноситься до IV класу небезпеки – малонебезпечні сполуки.

Мінералізовану пластову воду в нативному стані ретельно наносили на вистрижені ділянки шкіри кролів в об’ємі 0,5 мл. При нанесенні цього препарату на шкіряні покриви в день експерименту та через 7 діб спостереження видимих змін, а саме: почервоніння шкіри, підвищення температури тіла, збільшення товщини складки шкіри та інших не спостерігали. Вистрижені ділянки шкіри рівномірно заростали шерстю. В іншому експерименті групі щурів масою тіла 180–200 г протягом 2-х тижнів наносили мінералізовані пластові води в нативному стані із розрахунку 0,2 мл. Протягом усього експерименту подразливої дії МПВ на шкіру щурів теж не спостерігалось.

Отже, в результаті проведених експериментів встановлено, що мінералізована пластова вода не вчиняє подразливої дії на шкіряні покриви кролів та щурів самок.

Мінералізована пластова вода в нативному стані в кількості 2 крапель (0,1 мл) вносили в кон’юктивіальний мішок ока трьох кролів породи шиншила. Спостереження за станом слизових оболонок очей проводили через 15 хвилин, 1 годину, 24, 48 і 72 години. Оцінку пошкоджуючої дії на слизові оболонки проводили згідно із загальноприйнятою методикою [27–30]. Визначено, що мінералізована пластова вода не вчиняє подразливої дії на слизові оболонки очей.

Дослідження кумулятивних властивостей мінералізованої пластової води в дозах 4260 мг/кг і 2130 мг/кг маси тіла проводили на білих щурах самках лінії Вістар вихідною масою тіла 100,0–120,0 г. Препарат щоденно протягом двох місяців уводили у нативному стані щурам перорально за допомогою зонду.

Під час експерименту загальний стан усіх досліджуваних тварин був задовільним. Зовнішніх симптомів інтоксикації та летальних випадків у піддослідних тварин не відмічено. Динаміка маси тіла не відрізнялася від динаміки в контрольній групі тварин, що можна простежити за даними рис. 4. По закінченню експерименту проведено визначення відносної маси внутрішніх органів тварин.

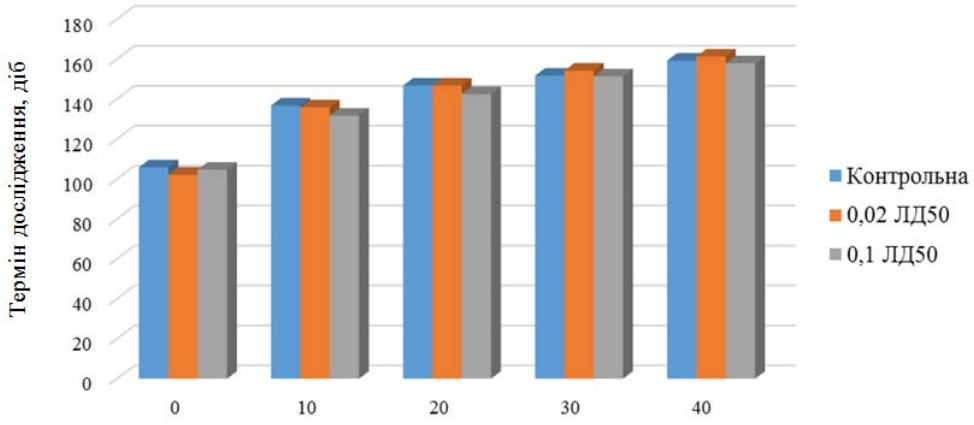


Рис. 4. Динаміка маси тіла щурів при субхронічній дії МПВ (2 місяці)

За даними рисунку 5 чітко спостерігали статистично вірогідне підвищення відносної маси серця тварин, яким надавали мінералізовану пластову воду в дозі 4260 мг/кг. Змін відносної маси інших органів виявлено не було. Білоксинтезуюча, детоксикуюча і ферентоутворююча функції печінки не порушувались. Про це свідчить той факт, що загальний вміст білка, рівень сечовини, азотсечовини, залишковий азот у сироватці крові, активність ферментів, лужної фосфатази і демитилази печінки піддослідних тварин не відрізнялись від контролю. Пероксидне окислення ліпідів (ПОЛ) у мітохондріальній фракції печінки було на рівні контролю. Це вказує на те, що МПВ не впливає на стан мембран гепатоцитів. Встановлено статистично вірогідне підвищення добового діурезу майже на 81 % та вмісту хлоридів у сечі у групі тварин, яким надавали МПВ у дозі 4260 мг/кг маси тіла. Вірогідних змін у кількісних показниках крові при дії мінералізованої пластової води не виявлено, за винятком нерізкого підвищення СВГ при дії дози 2130 мг/кг.

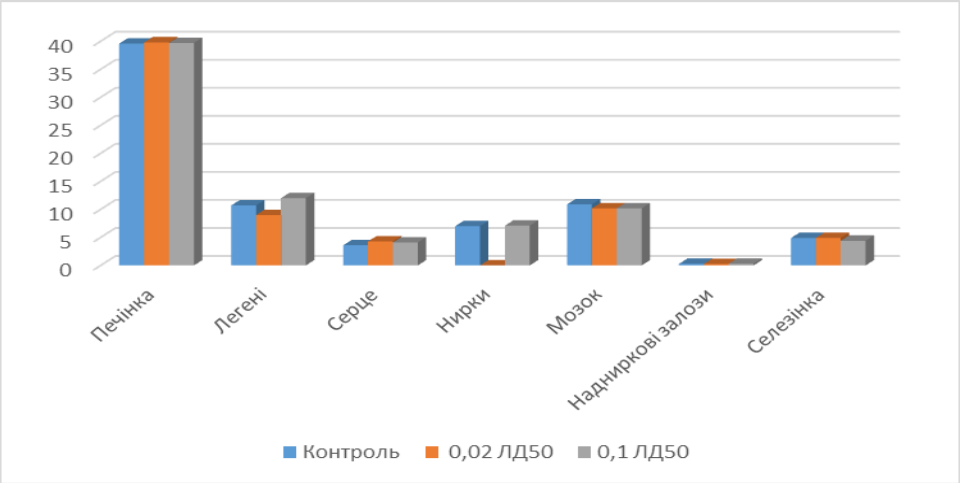


Рис. 5. Відносна маса органів тварин при субхронічній дії МПВ (2 місяці) – зміни статистично вірогідні при p< 0,05

Уведення дози 4260 мг/кг супроводжувалось нерізким анізоцитизом і виходом у периферійне русло поодиноких оксифільних еритрокаріоцитів. Окрім того у крові з'являлась невелика кількість молодих форм базофілів. Ці явища не були вірогідними, але свідчать про незначне подразнення відповідних ростків гемопоезу при дії мінералізованої пластової води в дозі 4260 мг/кг.

Отже, МПВ на рівні доз 4260 мг/кг та 2130 мг/кг маси тіла не спричинила загибелі тварин. Протягом усього експерименту клінічних ознак інтоксикації не спостерігали. Коефіцієнт кумуляції становив понад 5. При дії мінералізованої пластової води на організм щурів у дозі 4260 мг/кг препарат вчиняє токсичну дію на серце та подразливу на еритропоез, підвищує фільтраційну і видільну функції

нирок. Недіюча доза для щурів у субхронічному експерименті – 2130 мг/кг маси тіла.

При проведенні досліджень сенсибілізуючих властивостей МПВ шляхом 20 кратних нашкірних аплікацій встановлено, що протягом усього досліду шкіра була чистою й видимих змін не спостерігалось. Реакція шкіри на вплив препарату склала 0 балів в усіх піддослідних тварин. Результати РСЛЛ (реакція специфічного лізису лейкоцитів) та РДТК (реакція дегрануляції тучних клітин за Шварцем) наведені в таблиці 1. Одержані результати свідчать про те, що в умовах цього досліду мінералізована пластова вода не вчиняє сенсибілізуючої дії на організм морських свинок.

1. Стан імунологічних показників у морських свинок при сенсибілізації МПВ

№	Реакція шкіри на дію антигену, бали		РСЛЛ, %		РДТК, %	
	контроль	дослід	контроль	Дослід	контроль	дослід
1	0	0	7,0	7,0	4,0	0
2	0	0	8,0	0	0	0
3	0	0	3,0	9,0	4,0	4,0
4	0	0	7,0	9,0	0	8,0
5	0	0	7,0	9,0	8,0	4,0
6	0	0	7,0	9,0	4,0	8,0
7	-	0	–	9,0	–	8,0
8	-	0	–	2,0	–	4,0
9	-	0	–	3,0	–	8,0
10	-	0	–	2,0	–	4,0
M±m	0	0	5,7±1,0	5,2±1,2	3,3±1,2	4,8±1,0

Висновки

Отже, мінералізована пластова вода (МПВ) відноситься до малотоксичних сполук. $ЛД_{50}$ при пероральному надходженні в організм білих щурів самок становить понад 21000 мг/кг, мишей самок – 31000 мг/кг, мишей самців – понад 20000 мг/кг; при нанесенні на шкіру щурів понад 8000 мг/кг. Величина $ЛД_{50}$ для щурів самок становить понад 5000 мг/кг. Відповідно до системи стандартів ГОСТ 12.1.007-76 при пероральному шляху надходження та при проникненні через шкіру мінералізована пластова вода відноситься до IV класу небезпеки, а при інгаляційному – до III класу. Визначено, що МПВ не вчиняє подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки очей. Сенсибілізуючої дії на організм морських свинок не виявлено. Кумулятивні властивості мінералізованої пластової води слабо виражені. Коефіцієнт кумуляції становить понад 5. У дозі 4260 мг/кг мінералізована пластова вода вчиняє кардіотоксичну дію, подразнює процес еротропоезу, підвищує фільтраційну і видільну функції нирок. Недіюча доза для щурів у субхронічному експерименті становить 2130 мг/кг. Ці результати екотоксикологічного дослідження мінералізованої пластової води дають можливість стверджувати, що її використання є безпечним у системі землеробства, зокрема як екологічно безпечного органо-мінерального добрива, гербіциду та фунгіциду.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження є основою для розробки заходів щодо безпечного застосування мінералізованої пластової води для екологізації землеробства. Отримані результати екотоксикологічних властивостей мінералізованої пластової води дають змогу використовувати її як екологічно безпечний замінник агрохімікатів, зокрема як екологічно безпечне органо-мінеральне добриво, гербіцид та фунгіцид, що є досить актуальним питанням у наш час.

References

1. Ayad, A., Al-Haleem, & Hamed, H. A. (2010). Components and Treatments of Oilfield Produced Water. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 6 (1), 24–30.

2. Reva, M. V. (2016). Suputno-plastovi vodi v Shidnomu naftogazovomu regioni Ukrayini yak dzherelo nebezpeki abo cinnij resurs. *Visnik Kiyivskogo Nacionalnogo Universitetu imeni Tarasa Shevchenka*, 1 (72), 81–85 [In Ukrainian].

3. Chomko, D., Reva, M., & Dinyak, O. (2016). Suputno-plastova voda naftovih rodovish yak gidromineralna sirovina. *Visnik Kiyivskogo Nacionalnogo Universitetu imeni Tarasa Shevchenka*, 4 (75), 77–81 [In Ukrainian].

4. Abdel-Aziz, N. A., Salem, A. Z. M., El-Adawy, M. M., Camacho, L. M., Kholif, A. E., Elghandour, M. M. Y., & Borhami, B. E. (2015). Biological treatments as a mean to improve feed utilization in agriculture animals – An overview. *Journal of Integrative Agriculture*, 14 (3), 534–543. doi: 10.1016/s2095-3119(14)60829-7

5. Aipova, R., Abdykadyrova, A. B., & Kurmanbayev, A. A. (2020). Biological products in organic agriculture. *Plant Biotechnology and Breeding*, 2 (4), 36–41. doi: 10.30901/2658-6266-2019-4-o4

6. Yushkov, I. R., Hizhnyak, G. P., & Ilyushin, P. Yu. (2013). *Razrabotka i ekspluataciya neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij: uchebno-metodyheskoe posobie.* Perm: Permskij nacionalnyj issledovatilskij politehnicheskij universitet [In Russian].

7. Hunter, W. R., & Battin, T. J. (2016). Microbial metabolism mediates interactions between dissolved organic matter and clay minerals in streamwater. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: 10.1038/srep30971

8. Kazimov, F. K., & Rzaeva, S. J. (2019). New selective isolation method of water inflows into the well using biologically active supplements. Day 3 Fri, October 18, 2019. doi: 10.2118/198415-ms

9. Melnik, A. P., Nimec, N. M., & Podustov, M. O. (2017). Pro pidvishennya ekologichnoyi bezpeki povernennya suputno-plastovih vod naftogazokondensatnih rodovish. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskyi politekhnichnyi instytut»*, 18 (1240), 73–79 [In Ukrainian].

10. Melnik, A. P. Krivulya, S. V., & Nimec, N. M. (2013). Shodo vikoristannya suputno-plastovih vod gazokondensatnih rodovish. *Ekologiya. Ukrayinskij Naukovo-Doslidnij Institut Prirodnih Gaziv*, 4, 31−39 [In Ukrainian].

11. Magot, M., Ollivier, B., & Patel, B. K. (2000). Microbiology of petroleum reservoirs. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 77, 103–116. doi: 10.1023/A:1002434330514

12. Orphan, V. J., Taylor, L. T., Hafenbradl, D., & Delong, E. F. (2000). Culture-dependent and culture-independent characterization of microbial assemblages associated with high-temperature petroleum reservoirs. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (2), 700–711. doi: 10.1128/aem.66.2.700-711.2000

13. Rzayeva, S. J. (2019). New microbiological method of oil recovery increase containing highly mineralized water. *SOCAR Proceedings*, 2, 38–44. doi: 10.5510/ogp20190200387

14. Shimizu, S., Ueno, A., & Ishijima, Y. (2011). Microbial communities associated with acetate-rich gas-petroleum reservoir surface facilities. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 75 (9), 1835–1837. doi: 10.1271/bbb.110243

15. Sveistrup, M., van Mastrigt, F., Norrman, J., Picchioni, F., & Paso, K. (2015). Viability of biopolymers for enhanced oil recovery. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 37 (8), 1160–1169. doi: 10.1080/01932691.2015.1088450

16. Suyarko, V. G., Velichko, V. M., Gavrilyuk, O. V., & Suhov, V. V. (2019). *Inzhenerna geologiya (z osnovami geotehniki): pidruchnik.* Harkiv: Harkivskij nacionalnij universitet imeni V. N. Karazina [In Ukrainian].

17. Rudko, G. I., & Skatinskij, Yu. P. (2002). Ocinka vplivu na navkolishnye otochuyuche seredovishe ob'yektiv naftogazovogo kompleksu v skladnih ekologichnih umovah (na prikladi Bitkivskogo ta Pasichnyanskogo rodovish). *Visnik Ekonomichnoyi Nauki Ukrayini*, 7, 54–56 [In Ukrainian].

18. Pisarenko, P. V., Samojlik, M. S., & Plaksiyenko, I. L. (2018). Dinamika i diagnostika toksichnogo vplivu naftozabrudnenogo gruntu na stijkist prorostkiv. *Agrology*, 1 (3), 240–246 [In Ukrainian].

19. Abd-Elmabod, S. K., Jordán, A., Fleskens, L., Phillips, J. D., Muñoz-Rojas, M., van der Ploeg, M., & de la Rosa, D. (2017). Modeling Agricultural Suitability Along Soil Transects Under Current Conditions and Improved Scenario of Soil Factors. *Soil Mapping and Process Modeling for Sustainable Land Use Management*, 193–219. doi: 10.1016/b978-0-12-805200-6.00007-4

20. Demidov, A. A., Kobec, A. S., Grican, Yu. I., & Zhukov, A. V. (2013). *Prostranstvennaya agroekologiya i rekultivaciya zemel: monografiya*. Dnepropetrovsk: Svidler A. L. [In Russian].

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. Antonovich, E. A., Kagan, Yu. S., Spynu, E. I., Belonozhko, G.A., Bolotnyj, A. V., Buryj, V. S., Vojtenko, G. A., Vrochinskij, K. K., Zakordonec, V. A., Kaskevich, L. M., Kryzhanovskaya, M. V., Kuzmenko, N. M., Kuzminskaya, U. A., Kurinnyj, A. I., Kuchak, Yu. A., Marcon, L. V., Melnikova, E. A., Molozhanova, E. G., Panshina, T. N., Motuzinskij, N. F., Petrichenko, L. N., Pilinskaya, M. A., Rakitskij, V. N., Sasinovich, L. M., Svetlyj, S. S., Sova, R. E., & Shepelskaya, N. R. (1998). *Metodicheskie*

ukazaniya po gigienicheskoj ocenke novyh pesticidov. Kiev: Minzdorav SSSR [In Russian].

23. Prozorovskij, V. B. (1961). Ispolzovanie metoda naimenshih kvadratov dlya probit-analiza krivyh letalnosti. *Farmakologiya i Toksikilogiya*, 1, 115–120 [In Russian].

24. Kundiev, Yu. I. (1964). O metodah izucheniya proniknoveniya himicheskih veshestv cherez nepovrezhdennuyu kozhu. *Gigiena i Sanitariya*, 10, 71–78 [In Russian].

25. Dueva, L. A., Kogan, V. Yu., Suvorov, S. V., & Shterengarc, R. Ya. (1989). *Promyshlennye allergeny*. Moskva: Centr mezhdun. proektov Goskomprirody SSSR [In Russian].

26. Kagan, Yu. S. (1976). *Kumulyaciya, kriterii i metody eyo ocenki, prognozirovanie hronicheskih koncentracij*. Moskva [In Russian].

27. Menshikov, V. V. (Red.). (1987). *Laboratornye metody issledovanij v klinike*. Moskva: Medicina [In Russian].

28. Bodansky, V. (1953). Serum phosphogenase isomerase. *Journal of Biological Chemistry*, 205, 731–737

29. Nash, T. (1953). The colorimetric estimation of formaldehyde by means of the Hantzsch reaction. *Biochemical Journal*, 55 (3), 416–421. doi: 10.1042/bj0550416

30. Sanockim, I. V., Ivanovym, N. G., Ivanova, N. G., Germanovoj, A. L., Rodionovoj, R. P., & Suvorova, S. V. (1980). *Metodicheskie ukazaniya k postanovke issledovanij po izucheniyu razdrazhayushih svojstv i obosnovaniyu predelno dopustimyh koncentracij izbiratelno dejstvuyushih razdrazhayushih veshestv v vozduhe rabochej zony*. (1980). Moskva: Minzdorav SSSR [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 17.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Середа М. С., Погосян А. А. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 187–195.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Середа Максим Сергійович, Погосян Артем Акобович, 2021

Agriculture. Ecology
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.879.34 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.24**

STUDYING FUNGICIDAL PROPERTIES OF MINERALIZED STRATUM WATER ON MILLET AREAS

P. V. Pysarenko ORCID 0000-0002-4915-265X
M. S. Samoilik ORCID 0000-0003-2410-865X
O. Yu. Dychenko* ORCID 0000-0003-0113-9998
Yu. A. Ts'ova ORCID 0000-0002-4915-265X
V. A. Bezsonova
K. M. Liskonog

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: kaf.ekol.pdaa@ukr.net

How to Cite

Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Yu., Ts'ova, Yu. A., Bezsonova, V. A., & Liskonog, K. M. (2021). Studying fungicidal properties of mineralized stratum water on millet areas. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 196–202. doi: 10.31210/visnyk2021.01.24

It has been pointed out in the paper that scientific substantiation and development of measures of using mineralized stratum water for fungicidal plant protection are topical, which corresponds to the requirements of environmentally friendly resource saving technologies of crop cultivation. That is why the aim of this research was studying fungicidal properties of mineralized stratum water on millet areas. As a result of conducted experiments it has been established that mineralized stratum water in any of its concentrations effectively inhibits spore germination of millet loose smut causative agents. Practically in all solutions except 15 % (89.7 %), 20 % (70.5 %) and 25% (85.4 %) of mineralized stratum water, this indicator was not less than 90%. The concentrations of 100 % and 60% of mineralized stratum water turned out to be the most effective. On these variants, 98.3 % and 98.8 % inhibition of germinating the spores of millet loose smut pathogens was obtained. It has been established that applying the mixture of different mineralized stratum water (MSW) concentrations and Sumy-8 disinfectant increased plant germination to 19 and 28 %. The smallest number of millet plants was found on the plots where Sumy-8 disinfectant was used at the decreased rate of 1 kg/t – 19.6 pcs. While applying Sumy-8 preparation in the mixture of 50 % and 25 % MSW concentration, the number of millet plants on the plots was 4 and 5 pieces more, respectively. As a result of the experiments, it has been determined that millet seeds treatment with MSW somehow decreases plant infestation with loose smut. The most inhibition was observed in the variant of applying 25 % MSW and 25 % MSW + Sumy-8 (1 kg/t). The number of infected plants in these variants made 0.3, on the average. 50 % MSW concentration affected millet tillering capacity most of all, which increased productive tillering capacity to 1.5, and 25 % MSW concentration – to 1.4. Besides productive tillering capacity, the application of 50% MSW affected thousand-seed weight. As a result of conducting several series of laboratory experiments to study the impact of MSW on germination of fungi thelyo-spores, which are causative agents of wheat covered smut and millet loose smut, considerable fungus-toxic effect was found. Mineralized stratum water disturbed the process of spore germination in a large concentration range from 15 to 100 %. Moreover, inhibition percentage of thelyo-spore germination increased from 90 to 98 %. Thus, it can be maintained that MSW even being dissolved with water in 1:7 ratio has fungus-toxic properties at the same level or even higher than similar commercial fungicides.

Key words: *fungicidal properties, millet areas, biologization of arable farming, mineralized stratum water.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНГІЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІНЕРАЛІЗОВАНОЇ ПЛАСТОВОЇ ВОДИ НА ПОСІВАХ ПРОСА

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, Ю. А. Цьова, В. О. Безсонова, К. М. Лісконог
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У роботі визначено, що актуальними є дослідження в напрямі наукового обґрунтування і розробки заходів використання мінералізованої пластової води для фунгіцидного захисту рослин, що відповідає вимогам екологобезпечних ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Тому метою проведення цієї роботи стало дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса. У результаті проведених досліджень встановлено, що мінералізована пластова вода (МПВ) ефективно пригнічує проростання спор збудників пильної головні проса у будь-яких її концентраціях. Практично у всіх розчинів крім мінералізованої пластової води 15 % (89,7 %), 20 % (70,5 %) та 25 % (85,4 %) цей показник був не нижче, ніж 90 %. Найбільш ефективними виявилися концентрації МПВ 100 % та 60 %. На цих варіантах досліду було отримано пригнічення проростання спор збудників пильної головні проса 98,3 % та 98,8 % відповідно. З'ясовано, що використання суміші різних концентрацій МПВ і протруювача Сумі-8 підвищувало схожість рослин до 19 % та 28 %. Найменше число рослин проса було відмічено на ділянках з використанням протруювача Сумі-8 зі зниженою нормою використання 1 кг/т – 19,6 шт. При використанні препарату Сумі-8 у суміші з МПВ 50 % та 25 % концентрації кількість рослин проса на ділянках була більше в середньому на 4 і 5 рослин відповідно. У результаті досліджень визначено, що обробка МПВ насіння проса деякою мірою знижує ураженість рослин пильною головнею. Найбільше пригнічення спостерігалося у варіанті з використанням МПВ 25% і МПВ 25 % + Сумі-8 (1 кг/т). Кількість уражених рослин на цих варіантах у середньому становила 0,3. На продуктивну кущистість проса найбільше впливала МПВ 50 % (томлення), яка підвищила продуктивну кущистість до 1,5, а МПВ 25 % – 1,4. Крім продуктивної кущистості використання МПВ 50 % (томлення) вплинуло на масу 1000 насінин. У результаті проведення кількох серій лабораторних експериментів з вивчення впливу мінералізованої пластової води на проростання теліоспор грибів, що є збудниками твердої сажки пшениці та летючої сажки проса, виявлено значний фунгітоксичний ефект. МПВ порушували процес проростання спор у великому інтервалі концентрації від 15 % до 100 %. При цьому відсоток пригнічення проростання теліоспор зростав від 90 % до 98 %. Отже, можна стверджувати, що мінералізована пластова вода навіть при розведенні зі звичайною водою у співвідношенні 1:7 проявляє фунгітоксичні якості на рівні та навіть вище аналогічного показника комерційних фунгіцидів.

Ключові слова: *фунгіцидні властивості, посіви проса, біологізація землеробства, мінералізована пластова вода.*

Вступ

Біологізація сільськогосподарського виробництва (зокрема і землеробства) є досить складним, наукоємним завданням, розв'язання якого пов'язане із впровадженням надійної системи управління ландшафтом, зокрема регулюванням поверхневого стоку, ерозійних процесів, оптимізацією структури землекористування, охороною водних ресурсів, створенням умов для відродження дикої флори та фауни, застосуванням екологобезпечних систем землеробства й агротехнологій [1–13]. Вирішальним питанням біологізації землеробства є спосіб відтворення родючості ґрунту, точніше навіть вихід на розширене відтворення родючості ґрунтів. Без вирішення цього питання відмова від хімізації може призвести до різкого зниження врожайності сільськогосподарських культур [14–17].

Особливу увагу при складанні зональних систем землеробства приділяють використанню місцевих сировинних ресурсів з метою підвищення ефективної родючості ґрунту та біологізації землеробства, зокрема мінералізованої пластової води (МПВ). Як показали результати досліджень з вивчення природних розсолів і мінералів [18–21] МПВ є основою екологобезпечного та ресурсозберігаючого комплексу агрохімічних заходів щодо контролю фітосанітарного стану сільськогосподарських посівів та регулювання кореневого живлення рослин. Водночас постає необхідність у подальшому розширенні цього дослідження, зокрема вивчення фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води, а тому *головною метою* цієї роботи стало дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі *завдання*: дослідити та з'ясувати фунгі-

цидні властивості мінералізованої пластової води Глинсько-Розбишівського родовища; оцінити вплив різних концентрацій мінералізованої пластової води на проростання спор збудників пильної головні проса (*Sphacelotheca panici mileaceae (Pers)*).

Матеріали і методи досліджень

Полтавський нафтогазодобувний район включає 7 родовищ, що розташовані на території Полтавської, Дніпропетровської та Сумської областей. У дослідженні були використані мінералізовані пластові води Глинсько-Розбишівського родовища. Мінералізована пластова вода містила до 3 % нафти, а тому в польових умовах спочатку проби частково відстоювалися, а остаточний їх розподіл здійснювався в лабораторних умовах [22–23].

У процесі досліджень використовувалися такі методи:

1. *Польовий метод* для вивчення впливу мінералізованої пластової води на агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунтової системи, кількісні та якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур;

2. *Лабораторний метод* для визначення фізико-хімічних, хімічних, біохімічних, мікробіологічних, кількісних та якісних характеристик об’єктів досліджень;

3. *Статистичний метод* для встановлення на основі регресійного, дисперсійного, кореляційного методів достовірності отриманих результатів, функціональних залежностей між різними факторами і процесами.

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом останніх трьох років були проведені дослідження щодо встановлення фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води (МПВ). Зокрема здійснено оцінку впливу різних концентрацій МПВ на проростання спор збудників пильної головні проса (*Sphacelotheca panici mileaceae (Pers)*). Отримані у процесі досліджень результати наведено в таблиці 1.

1. Вплив різних концентрацій МПВ на проростання спор збудника пильної головні проса (Sphacelotheca panici mileaceae (Pers))

Варіант	Всього спор	З них:			%, проросли х	% пригнічення проростання
		проросло	не проросло	деформовані		
Контроль	20,9	10,1	10,8	-	53,8	-
МПВ 100%	24,4	0,15	21,4	1,0	0,9	98,3
МПВ 90%	37,6	0,4	36,5	0,05	1,5	96,1
МПВ 80%	31,7	1,2	35,5	0,9	3,0	91,8
Контроль	20,3	15,2	5,0	-	74,8	-
МПВ 70%	37,1	1,3	35,2	0,5	3,3	95,6
МПВ 60%	36,7	0,3	36,4	0,2	0,88	98,8
МПВ 50%	41,3	0,9	40,3	0,17	1,9	97,1
Контроль	25,5	19,4	6,2	-	78,1	-
МПВ 40%	27,0	0,4	26,6	0,25	1,5	96,7
МПВ 30%	25,4	0,4	25,0	0,15	1,6	96,6
МПВ 20%	23,7	1,8	21,9	0,2	8,4	70,5
Контроль	22,0	13,0	9,0	-	58,8	-
МПВ 25%	24,8	2,0	22,8	0,95	11,0	85,4
МПВ 20%	31,0	0,97	30,03	-	11,8	95,0
МПВ 15%	27,5	2,2	25,3	0,025	7,7	89,7

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 1, можна зробити висновки про те, що мінералізована пластова вода досить ефективно пригнічує проростання спор збудників пильної головні проса в будь-яких її концентраціях. Практично майже у всіх розчинів окрім МПВ 15 % (89,7 %), МПВ 20% (70,5 %) та МПВ 25 % (85,4 %) цей показник був не нижче 90 %.

Найбільш ефективними виявилися концентрації МПВ 100 % та МПВ 60 %. На цих варіантах досліду було отримано пригнічення проростання спор збудників пильної головні проса 98,3 % та 98,8 % відповідно.

Наступним етапом наших досліджень було встановлення лабораторної схожості насіння проса сорту Харківське 56, яке було оброблене МПВ різної концентрації (в розрахунку 20 л/т насіння) та

протруювачем Сумі-8 (2 % с.п.) (у розрахунку 2 кг/т + 10 л води). Крім того, визначали схожість насіння проса після обробки МПВ і протруювачем з томленням (насіння витримували в целофанових пакетах протягом 3-х годин) (табл. 2).

2. Схожість насіння проса Харківське 56, обробленого різними концентраціями МПВ та протруювачем Сумі-8

Концентрація МПВ, %	Схожість, %	Концентрація МПВ, %	Схожість, %
МПВ 100%	92	МПВ 40%	97
МПВ 100% (томлення)	93	МПВ 40% (томлення)	92
МПВ 90%	95	МПВ 30%	95
МПВ 90% (томлення)	93	МПВ 30% (томлення)	95
МПВ 80%	94	МПВ 25%	98
МПВ 80% (томлення)	96	МПВ 25% (томлення)	97
МПВ 70%	95	МПВ 20%	96
МПВ 70% (томлення)	87	МПВ 20% (томлення)	94
МПВ 60%	96	Сумі-8	66
МПВ 60% (томлення)	93	Контроль	94
МПВ 50%	96	МПВ 15%	99
МПВ 50% (томлення)	96	МПВ 15% (томлення)	90

Наведені в таблиці 2 дані свідчать про те що, практично всі концентрації мінералізованої пластової води не впливають на проростання насіння проса.

Схожість насіння проса була знижена на 2 % по відношенню до контролю у варіанті зі 100 % концентрацією МПВ, у всіх інших – схожість насіння оброблених МПВ була більше, ніж на контролі.

Але після томлення насіння при обробітку їх МПВ відмічали негативний вплив на схожість. Наприклад, у варіанті з МПВ 70 % концентрації (при томленні) схожість насіння була нижче контрольної на 7 % (94 % на контролі та 87 % у варіанті). Встановлено також що, обробіток протруювачем Сумі-8 значно знижує схожість насіння проса (66 % проти 94 % на контролі).

Мінералізована пластова вода – достатньо відома речовина для отримання синергичних сумішок, а тому було вирішено вивчити вплив МПВ різних концентрацій у суміші з протруювачем Сумі-8 на проростання насіння проса сорту Харківське 56, заражене спорами пильної головні. Для цього чисте насіння проса заражали спорами збудника цієї хвороби (1 г спор на 1 г насіння).

Після цього заражене насіння проса обробляли МПВ різних концентрацій та МПВ у суміші з протруювачем Сумі-8 (табл. 3).

3. Схожість насіння проса Харківське 56 при протруюванні МПВ різних концентрацій

Варіант	Норма препарату	Схожість по роках, %							Середнє
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Контроль	-	30	11	17	20	21	18	20	19,6
Сумі-8 (2% с.п.)	2 кг/т	39	32	14	26	30	27	29	28,1
МПВ 15%	2 л/т	28	25	19	22	25	26	23	24,0
МПВ 25%	5 л/т	22	20	18	19	20	21	20	20,0
МПВ 50%	10 л/т	19	16	15	16	12	15	11	14,8
Контроль	-	20	18	13	19	15	16	18	17,0
Сумі-8 (2% с.п.) томлення	2 кг/т	25	17	18	21	22	19	18	20,0
МПВ 15%, томлення	2 л/т	29	17	18	22	20	21	22	21,3
МПВ 25%, томлення	5 л/т	23	22	21	20	24	21	23	22,0
МПВ 50%, томлення	10 л/т	18	16	24	20	18	19	20	19,3
Контроль	-	17	24	31	23	25	26	22	24,0
Сумі-8 (2% с.п.)	1 кг/га	11	27	17	19	17	18	19	18,3
Сумі-8 (2% с.п.)	2 кг/т	8	7	12	10	8	11	7	9,0
МПВ 25%	5 л/т	22	28	32	28	26	27	28	27,3
МПВ 50%	10 л/т	16	35	32	28	26	27	29	27,6
МПВ 25% + Сумі-8	5 л/т + 1 кг/т	28	13	39	27	25	26	28	26,6
МПВ 50% + Сумі-8	10 л/т + 1 кг/т	19	19	30	23	20	23	24	22,6

4. Кількість рослин проса Харківське 56 у фазі 3-х листків при протруюванні МПВ різних концентрацій

Варіант	Норма препарату	Схожість по роках, %							Середнє
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Контроль	-	32	34	31	36	32	39	28	33,1
Сумі-8 (2% с.п.)	2 кг/т	30	32	32	31	39	32	22	31,1
МПВ 15%	2 л/т	42	37	40	38	39	41	38	39,3
МПВ 25%	5 л/т	23	22	24	25	28	22	21	23,6
МПВ 50%	10 л/т	22	23	18	23	24	22	19	21,6
Контроль	-	22	25	19	22	21	27	18	22,0
Сумі-8 (2% с.п.), томлення	2 кг/т	26	29	23	27	32	25	22	26,3
МПВ 15%, томлення	2 л/т	29	31	27	29	36	27	24	29,0
МПВ 25%, томлення	5 л/т	29	32	26	29	31	32	24	29,0
МПВ 50%, томлення	10 л/т	26	28	24	26	25	24	29	26,0
Контроль	-	30	31	29	29	21	29	34	29,0
Сумі-8 (2% с.п.)	1 кг/га	28	29	27	32	17	34	36	29,0
Сумі-8 (2% с.п.)	2 кг/т	20	21	22	17	17	22	20	19,8
МПВ 25%	5 л/т	34	35	31	32	28	33	38	33,0
МПВ 50%	10 л/т	32	34	33	31	26	35	37	32,6
МПВ 25% + Сумі-8	5 л/т +1 кг/т	32	35	36	33	38	26	38	34,0
МПВ 50% + Сумі-8	10 л/т +1 кг/т	32	34	30	33	30	26	40	32,1

5. Продуктивність проса Харківське 56 при використанні МПВ, протруювача Сумі-8 та їх сумішок (середнє за роки досліджень)

№	Варіант	Норма препарату, л/га, кг/га	Кількість здорових рослин, шт.	Висота здорових рослин, см	Кількість хворих рослин, шт.	Висота хворих рослин, см	Продуктивна кущистість	Довжина волоті, см	Маса 1000 насінин, г
1	Контроль	-	17	68,7	2	51	1,1	22,4	6,99
2	Сумі 8	2	25	64,0	1	52	1,0	20,18	6,88
3	МПВ, 15%	2	23	71,8	1	54	1,1	20,7	6,75
4	МПВ, 25%	5	21	68,3	1	49	1,1	21,8	6,55
5	МПВ, 50%	10	18	65,5	1	34	1,0	18,9	6,27
1	Контроль	-	19	71,3	3	44,7	1,1	20,6	6,94
2	Сумі 8 (томлення)	2	19	74,9	1	52	1,1	22,1	6,66
3	МПВ, 15% (т)	2	29	74,6	2	55,5	1,1	21,8	6,75
4	МПВ, 25% (т)	5	16	74,8	1,2	41,5	1,3	19,9	6,81
5	МПВ, 50% (т)	10	22	73,8	1,3	67,5	1,5	23,2	6,96
1	Контроль	-	18	2	53,4	74,6	1,3	22,3	6,90
2	Сумі 8	2	17	0,3	60	74,8	1,2	22,6	6,64
3	Сумі 8	1	32	0,6	52	72,6	1,0	21,4	6,93
4	МПВ, 25%	5	27	0,3	56	76,1	1,4	22,1	6,81
5	МПВ, 50%	10	29,6	1	52,3	72,1	1,1	21,0	6,69
6	МПВ, 25% + Сумі 8	5+1	27	0,3	38	77,2	1,0	22,8	6,87

Зважаючи на дані таблиці 4, видно, що кількість рослин проса на дослідних ділянках була невелика (їх число в середньому дорівнювало 30 шт.). Це можна пояснити як низькою схожістю насіння проса, так і низькою вологістю ґрунту на момент посіву культури.

Проте, як свідчать дані, наведені в таблиці 4, найменше число рослин проса було відмічено на ділянках з використанням протруювача Сумі-8 зі зниженою нормою використання препарату 1 кг/т –

19,6 шт. При використанні препарату Сумі-8 у суміші з МПВ 50 % та МПВ 25 % концентрації кількість рослин проса на ділянках була більше в середньому на 4 та 5 рослин відповідно.

Головним показником при використанні будь-якого препарату є продуктивність досліджуваних рослин або ж показники врожайності (табл. 5).

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 5, можна зробити висновок: обробка мінералізованою пластовою водою насіння проса деякою мірою знижує ураженість рослин пильною головнею. Найбільше пригнічення спостерігалося у варіанті з використанням МПВ 25% концентрації та МПВ 25 % + Сумі-8 (1 кг/т). Кількість уражених рослин на цих варіантах досліду в середньому становила 0,3. На продуктивну кущистість проса найбільше впливала МПВ 50 % (томлення), яка підвищила продуктивну кущистість до 1,5, а МПВ 25 % – 1,4. Крім продуктивної кущистості використання МПВ 50 % (томлення) вплинуло на масу 1000 насінин, а саме отримано 6,96 г проти 6,94 г на контролі.

У результаті проведення кількох серій лабораторних експериментів з вивчення впливу мінералізованої пластової води на проростання теліоспор грибів, що є збудниками твердої сажки пшениці та летючої сажки проса, виявлено значний фунгітоксичний ефект. Мінералізовані пластові води порушували процес проростання спор у великому інтервалі концентрації, а саме: від 15 % до 100 %. При цьому відсоток пригнічення проростання теліоспор зростав від 90 % до 98 %.

Висновки

Отже, одержані результати досліджень дають можливість стверджувати, що мінералізовані пластові води навіть при розведенні зі звичайною водою у співвідношенні 1 : 7 проявляють фунгітоксичні якості на рівні та навіть вище аналогічного показника комерційних фунгіцидів. В умовах польових досліджень підтверджений характер дії мінералізованої пластової води на інфекцію та рослини. У дослідах в умовах жорсткої ґрунтової посухи схожість насіння проса у варіантах із використанням МПВ була на 4% вище контролю при концентрації 15 % і на 24 % – при використанні 25 %-ї концентрації робочого розчину. Підвищення вмісту мінералізованої пластової води в робочому розчині до 50 % призводило до пригнічення розвитку сходів. Але необхідно зазначити, що спостереження проводилися в умовах ґрунтової посухи. Отже, біологічна ефективність розчинів мінералізованої пластової води проти збудника летючої сажки проса коливалася по роках, але не була нижчою 20-ти відсотків.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому продовжимо дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води у посівах інших сільськогосподарських культур, а також в інших агроекологічних умовах, що дасть можливість розробити рекомендації для використання мінералізованої пластової води для фунгіцидного захисту сільськогосподарських рослин.

References

1. Abdel-Aziz, N. A., Salem, A. Z. M., El-Adawy, M. M., Camacho, L. M., Kholif, A. E., Elghandour, M. M. Y., & Borhami, B. E. (2015). Biological treatments as a mean to improve feed utilization in agriculture animals – An overview. *Journal of Integrative Agriculture*, 14 (3), 534–543. doi: 10.1016/s2095-3119(14)60829-7

2. Pisarenko, P. V., Samojlik, M. S., & Plaksiyenko, I. L. (2018). Dinamika i diagnostika toksichnogo vplivu naftozabrudnenogo gruntu na stijkist prorostkiv. *Agrology*, 1 (3), 240–246 [In Ukrainian].

3. Yushkov, I. R., Hizhnyak, G. P., & Ilyushin, P. Yu. (2013). *Razrabotka i ekspluataciya neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij: uchebno-metodyheskoe posobie*. Perm: Permskij nacionalnyj issledovatilskij politehnicheskij universitet [In Russian].

4. Orphan, V. J., Taylor, L. T., Hafenbradl, D., & Delong, E. F. (2000). Culture-dependent and culture-independent characterization of microbial assemblages associated with high-temperature petroleum reservoirs. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (2), 700–711. doi: 10.1128/aem.66.2.700-711.2000

5. Reva, M. V. (2016). Suputno-plastovi vodi v Shidnomu naftogazovomu regioni Ukrayini yak dzherelo nebezpeki abo cinnij resurs. *Visnik Kiyivskogo Nacionalnogo Universitetu imeni Tarasa Shevchenka*, 1 (72), 81–85 [In Ukrainian].

6. Demidov, A. A., Kobec, A. S., Grican, Yu. I., & Zhukov, A. V. (2013). *Prostranstvennaya agroekologiya i rekultivaciya zemel: monografiya*. Dnepropetrovsk: Svidler A. L. [In Russian].

7. Ayad, A. Al-Haleem, & Hamed, H. Abdulah (2010). Components and Treatments of Oilfield Produced Water. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 6 (1), 24–30.

8. Magot, M., Ollivier, B., & Patel, B. K. (2000). Microbiology of petroleum reservoirs. *Antonie Van*

Leeuwenhoek, 77, 103–116. doi: 10.1023/A:1002434330514

9. Chomko, D., Reva, M., & Dinyak, O. (2016). Suputno-plastova voda naftovih rodovish yak gidromineralna sirovina. *Visnik Kiyivskogo Nacionalnogo Universitetu imeni Tarasa Shevchenka*, 4 (75), 77–81 [In Ukrainian].

10. Abd-Elmabod, S. K., Jordán, A., Fleskens, L., Phillips, J. D., Muñoz-Rojas, M., van der Ploeg, M., & de la Rosa, D. (2017). Modeling agricultural suitability along soil transects under current conditions and improved scenario of soil factors. *Soil Mapping and Process Modeling for Sustainable Land Use Management*, 193–219. doi: 10.1016/b978-0-12-805200-6.00007-4

11. Kazimov, F. K., & Rzaeva, S. J. (2019). New selective isolation method of water inflows into the well using biologically active supplements. Day 3 Fri, October 18, 2019. doi: 10.2118/198415-ms

12 Shimizu, S., Ueno, A., & Ishijima, Y. (2011). Microbial communities associated with acetate-rich gas-petroleum reservoir surface facilities. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 75 (9), 1835–1837. doi: 10.1271/bbb.110243

13. Aipova, R., Abdykadyrova, A. B., & Kurmanbayev, A. A. (2020). Biological products in organic agriculture. *Plant Biotechnology and Breeding*, 2 (4), 36–41. doi: 10.30901/2658-6266-2019-4-o4

14. Sveistrup, M., van Mastrigt, F., Norrman, J., Picchioni, F., & Paso, K. (2015). Viability of biopolymers for enhanced oil recovery. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 37 (8), 1160–1169. doi: 10.1080/01932691.2015.1088450

15. Onishenko, S. V., & Samojlik, M. S. (2012). *Ekologo-ekonomichna ocinka zabrudnennya navkolishnogo seredovisha v sistemi ekologichno bezpechnogo rozvitku regioniv Ukrayini*. Poltava: PoltNTU [In Ukrainian].

16. Hunter, W. R., & Battin, T. J. (2016). Microbial metabolism mediates interactions between dissolved organic matter and clay minerals in streamwater. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: 10.1038/srep30971

17. Suyarko, V. G., Velichko, V. M., Gavrilyuk, O. V., & Suhov, V. V. (2019). *Inzhenerna geologiya (z osnovami geotehniki): pidruchnik.* Harkiv: Harkivskij nacionalnij universitet imeni V. N. Karazina [In Ukrainian].

18. Melnik, A. P. Krivulya, S. V., & Nimec, N. M. (2013). Shodo vikoristannya suputno-plastovih vod gazokondensatnih rodovish. *Ekologiya. Ukrayinskij Naukovo-Doslidnij Institut Prirodnih Gaziv*, 4, 31−39 [In Ukrainian].

19. Melnik, A. P., Nimec, N. M., & Podustov, M. O. (2017). Pro pidvishennya ekologichnoyi bezpeki povernennya suputno-plastovih vod naftogazokondensatnih rodovish. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskyi politekhnichnyi instytut»*, 18 (1240), 73–79 [In Ukrainian].

20. Rudko, G. I., & Skatinskij, Yu. P. (2002). Ocinka vplivu na navkolishnye otochuyuche seredovishe ob'yektiv naftogazovogo kompleksu v skladnih ekologichnih umovah (na prikladi Bitkivskogo ta Pasichnyanskogo rodovish). *Visnik Ekonomichnoyi Nauki Ukrayini*, 7, 54–56 [In Ukrainian].

21. Rzayeva, S. J. (2019). New microbiological method of oil recovery increase containing highly mineralized water. *SOCAR Proceedings*, 2, 38–44. doi: 10.5510/ogp20190200387

22. Kagan, Yu. S. (1970). *Kumulyaciya, kriterii i metody eyo ocenki, prognozirovanie hronicheskih koncentracij*. Moskva [In Russian].

23. Metodicheskie ukazaniya po gigienicheskoj ocenke novyh pesticidov. (1998). Kiev: Minzdrav SSSR [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 17.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Цьова Ю. А., Безсонова В. О., Лісконог К. М. Дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 196–202.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Цьова Юрій Андрійович, Безсонова Валентина Олександрівна, Лісконог Катерина Михайлівна, 2021

Agriculture. Ecology
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 632.154 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.25**

ECOLOGICAL AND AGROCHEMICAL ASSESSMENT OF SOIL SUITABILITY OF AGRICULTURAL ENTERPRISE FOR ORGANIC PRODUCTS CULTIVATION

N. M. Hlovyn ORCID 0000-0002-7465-8732
O. V. Pavliv ORCID 0000-0003-1915-0642

Separated Subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Berezhany Agro-Technical Institute", 20, Academichna str, Berezhany, Ternopil region, 47501, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: nadiaglovin@gmail.com

How to Cite *Hlovyn, N. M., & Pavliv, O. V. (2021). Ecological and agrochemical assessment of soil suitability of agricultural enterprise for organic products cultivation. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 203–209. doi: 10.31210/visnyk2021.01.25*

The article highlights the results of investigating land agro-ecological condition by ecological and agrochemical indicators of agro-ecosystems in "Zhyva Zemlia Potutory" LLC (organic farming method) in Berezhany district of Ternopil region. Organic farming has to be based on the principles of natural environmental systems and cycles, working, coexisting with them and supporting them. The results are achieved by farm eco-balancing. For example, for plants it is live soil, for animals it is farm ecosystem, for fish and sea organisms – water environment. The Law "On the production and circulation of organic farm products and raw materials" is the basis of Ukrainian legislation governing the "organic" sphere. This Law as if prohibits the application of fertilizers, pesticides, but admits a number of exceptions. Organic production is one of the priority areas of agricultural development in the world, as it is almost the only one among a wide range of economic methods, which does not have a negative impact on the environment and human health. The article describes the statistical generalization of indicators of organic technologies development on the farm and draws conclusions about the relevance of this strategic technological direction for the region. Peculiarities of soil indicators on the farm from the position of the determined agrochemical indices as to cultivating organic products have been analyzed. The average indicators of the soil agrochemical properties on the farm in terms of humus content, labile forms of nitrogen, phosphorus and potassium, soil solution acidity have been grouped and determined. Based on the comparison of standard values of soil parameters and actual values of indicators on the farm, the state of soil suitability for introducing organic technologies of agricultural products manufacturing has been determined. This allowed find favorable and unfavorable factors for the transition to organic technologies of agrarian production. In view of the above mentioned, we think that the restoration of our most fertile and valuable black soils is not a myth, but a reality, which must be implemented today.

Key words: *organic technologies, suitability, standards, agrochemical assessment of soils, organic products.*

ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Н. М. Гловин, О. В. Павлів
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани, Україна

У статті висвітлено результати вивчення агроекологічного стану земель за еколого-агрохімічними показниками агроекосистем у ТзОВ «Жива земля Потутори» (органічний метод землеробства) у Бережанському районі Тернопільської області. Органічне сільське господарство має ґрунтуватися на принципах природних екологічних систем і циклів, працюючи, співіснуючи з ними та підтримуючи їх. Результати досягаються шляхом екологізації агрогосподарства. Наприклад, для рослин – це живий ґрунт, для тварин – екосистема ферми, для риби та морських організмів – це водне середовище. В основі українського законодавства, яке регулює «органік» сферу, полягає закон «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», який начебто і забороняє використання добрив, пестицидів, проте допускає цілий перелік винятків. Органічне виробництво є одним із пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства у світі, оскільки серед широкого спектра методів господарювання є чи не єдиним, що не завдає негативного впливу навколишньому природному середовищу та здоров'ю людини. У статті описано статистичне узагальнення показників розвитку органічних технологій господарства та зроблено висновки щодо актуальності цього стратегічного технологічного напряму для області. Проаналізовано особливості ґрунтових показників господарства з позиції визначених агрохімічних показників щодо вирощування органічної продукції. Згруповано і визначено середні показники агрохімічних властивостей ґрунтів господарства за вмістом гумусу, рухомих форм азоту, фосфору та калію, кислотності ґрунтового розчину. На підставі зіставлення нормативних значень ґрунтових параметрів і фактичних значень показників у межах господарства визначено стан придатності ґрунтів до запровадження органічних технологій виробництва сільськогосподарської продукції. Це дало змогу провести аналіз сприятливих і несприятливих факторів для переходу на органічні технології аграрного виробництва. З огляду на вищезазначене, ми вважаємо, що відновлення наших найродючіших та найцінніших чорноземів це не міф, а реалії, які необхідно втілювати в життя вже сьогодні.

Ключові слова: *органічні технології, придатність, нормативи, агрохімічна оцінка ґрунтів, органічна продукція.*

Introduction

In order to ensure the balanced development of agro-ecosystems and rational using of nature, the transition of the agrarian sector to alternative management methods is important. The self-regulating ability of organic agro-ecosystems can be characterized as the ability to withstand high external anthropogenic interference (the applying of chemical plant protection products). The absence of a paradigm of social and natural development of the noosphere level today is confirmed by almost complete failure of the concept of sustainable development (especially after Rio + 20). The main reason for this is incorrect location of "Homo" species in the biosphere of the planet. The "ecotype" of Homo Sapiens goes far beyond the level of organisms of the species organization and covers the level of the ecosystem, forming an agro-ecosystem as an ecological niche with moving spatial boundaries [1, 4, 9].

Land degradation and environmental processes, in their turn, create potentially dangerous consequences (e.g., desertification; salinization) and pose a long-term threat to agricultural production and human well-being [2]. In general, humanity is deprived of age-old achievements of nature, namely the most valuable fertile layers of soil, including its component – humus [3]. The first alternative economy began to develop abroad in the early 70s of last century. International scientists differently interpret the equivalent of ecological farms in terms of the content. American scientists Y. D. Maxfelt, J. P. Reaganold, R. I. Papendik, J. F. Parr emphasize on the balance of agriculture, which includes some variants of non-traditional agriculture, commonly referred to as organic, alternative, regenerative, ecological, but "organic" or "alternative" which does not mean balanced. In order for a farm to be called balanced, it must produce high-quality food, conserve its resources, not harm the environment and be profitable. N. Lampskin stresses that the foundation

of ecological farming on the Earth as a living system reflects the essence between the earth, plants, animals and human. Both in nature in general and in agriculture, the change of one component of such a system can strongly affect others [5, 6, 14, 15]. According to Ukrainian scientists (Shykula M. K., Dolia M. M., Hnatenko O. F., Zaika V. V., Chaika T. O.) alternative farming is a new approach to crop production, ethics of land.

Its essence is the complete or partial rejection of synthetic fertilizers, pesticides, growth regulators, strict following crop rotation, the introduction of legumes, preservation of crop residues, the application of organic fertilizers (manure, compost, green manure), plant protection by biological methods [7, 8]. Based on a certain relevance of the development of organic farming at the regional level, the relevance of monitoring the soil resources of the region for suitability for organic production is undeniable and urgent.

Mainly this important segment of modern problems of soils suitability for growing organic products became the aim of our publication [10].

At the same time, key publications emphasize that detailed soil monitoring of the territory remains relevant to ensure the introduction of efficient organic farming in order to identify clear raw material areas for growing and producing agricultural products of various categories, development of effective organic technologies. Therefore, *the purpose* of the study is to substantiate environmental approaches to determine the quality of land, the state of soil cover, which is used for agricultural production.

Agricultural land plots are located in the settlements of the village of Potutory of Ternopil region and the task was to analyze the theoretical foundations of environmentally friendly farming, taking into account the world experience of land use eco-balancing.

Material and methods of the research

The object of research was the soil cover at agricultural enterprise “Zhyva Zemlia Potutory” LLC in Potutory village of Ternopil region, which is represented by dark gray podzolic soils.

Analyses were performed according to current methods and the State Standard of Ukraine: humus according to the method of Tyurin in the modification of Simakova (the State Standard of Ukraine 4289: 2004); mobile phosphorus and exchangeable potassium by the Chirikov method (the State Standard of Ukraine – 4115–2002); alkaline hydrolyzed nitrogen content – by the method of Cornfield; the degree of acidity (pH) – potentiometrically by the method of CINAO (the State Standard 26483–85) and hydrolytic by the method of Kapenn – (the State Standard 26212–91). Agrochemical survey of soils on the farm of “Zhyva Zemlia Potutory” LLC was conducted on an area of 309.6 hectares, for the selection of soil samples for agronomic experimental fields were divided into elementary plots of 9–10 hectares.

One mixed sample was taken from each of such plot, which was obtained from 20–25 individual samples taken along the axis of the elementary plot to a depth of 25–30 cm [20]. Gradation according to the degree of providing soils with agrochemical indicators was approved by the Center for Fertility in 2019. The analysis of regulatory documents on issues of ecologically safe agricultural land using was used.

Research findings and their discussion

Organic farming is based on stable self-regulatory production system on the concept of farming as an agro-ecosystem. Agro-ecosystem, defined as an ecological system in the agricultural context (i.e. with costs, withdrawal of products, and farmer intervention), is formed through strong interaction (variation) of abiotic and biotic environment, genetic composition of species involved and management resources available to farmers [12–14].

The challenge for the organic farmer is to manage and maintain all these interactions at different levels of the production system so that his (her) farm can use the ecosystem functions provided by agro-biodiversity such as biological pest control, nutrient and water and soil conservation, yield stability and efficiency of using [10, 15]. In addition to differences in environmental conditions and social-economic context of each farm, differences in cultivation practices, knowledge, skills and motivation of each farmer result in certain farming styles, the farmer himself (herself) is a part of agro-biodiversity.

In organic farming, the basis of healthy crop production is to care for increasing soil fertility, which is based on three inextricably linked components of soil functioning: physical (water conservation capacity, structure, etc.), chemical (nutrient dynamics, pH) and biological (soil biota). The idea of organically well-managed soil is that the farmer can eventually increase the buffering capacity and resistance to imbalance in cultivation conditions as part of a strategy to strengthen the capacity of the self-regulating ecosystem [10,

19]. In this system, the basis of productivity is the vital activity of the soil, the genetic heredity of plants, animals, and landscape.

Thus, environmental management optimizes the dependence of all quality factors on each other, optimally when a closed cycle of energy metabolism is created. This system destroys or to a greater extent limits the application of complex synthetic fertilizers, pesticides, herbicides, growth stimulants, thus increasing the viability of food and forage.

In 2007, Ukrainian citizen Ivan Boiko and the Swiss Rainer Zachs founded "Zhyva Zemlya Potutory" LLC (the current owner of the company is Zhyva Zemlia Association of Switzerland). Ukrainian realities with roads typical of our villages and a landscape that is a bit like the Swiss in their homeland, are superimposed on a slightly different way of life than our peasants. 300 hectares of land, of which 200 are arable, 34 dairy cows, a garden with vegetables and herbs – this farm is cared for by 15 people, two of whom are the Swiss (Elias de Boer and Christina Liberger). It not only follows the principles of organic farming, but also applies the system of bio-dynamic agriculture, developed by the Austrian philosopher-mystic Rudolf Steiner, known in particular as the creator of Waldorf pedagogy. Worldview bio-dynamic agriculture involves the perception of the farm as a whole organism, the interpretation of soil as living and the using of natural, specially made materials for working with soil, compost and plants. On "Zhyva Zemlia Potutory" farm today, there are three areas, which are actively and effectively developing: crop production, dairy farming, and herb growing. Christina Liberger taught gardening at Waldorf School in Switzerland, and oversees herb growing in Potutory. Taking into account her wide experience, she creates a recipe for teas, which can be purchased, including in some Lviv stores. Oregano, lovage, sage, mint, lemon balm, mallow, chamomile, thyme, fennel, basil, marjoram and other plants grow in an orderly garden: there are alternating beds and twenty-centimeter paths between them.

Bio-dynamic agriculture in herb cultivation consists in using compost and a lot of manual labor. To confirm that the products have organic certificates, it is necessary to conduct an ecological and agrochemical assessment of the suitability of the farm's soils for growing organic products. According to the research data, the tables show the grouping of soils by the degree of acidity (Table 1).

1. Grouping soils by the degree of acidity

Number	Rate	Hydrolytic acidity,– eq. / 100 g of soil	Degree of acidity
1	< 4.1	> 6,0	very strongly acidic
2	4,1–4,5	5,1–6,0	strongly acidic
3	4,6–5,0	4,1–5,0	medium acid
4	5,1–5,5	3,1–4,0	slightly acidic
5	5,6–6,0	2,1–3,0	close to neutral
6	> 6,0	< 2,1	neutral

Humus as the most representative and stable agrochemical indicator best reflects soil fertility (Table 2).

2. Grouping of soils by humus and microelement content

Number	Humus content, %	Exchange potassium	Phosphorus	Contents	Alkaline hydrolyzed nitrogen	Content
		mg / kg of soil				
1	< 1,1	< 40	< 25	very low	< 100	very low
2	1,1–2,0	41–80	26–50	low	101–150	low
3	2,1–3,0	81–120	51–100	medium	151–200	medium
4	3,1–4,0	121–170	101–150	increased	> 200	
5	4,1–5,0	171–250	151–250	high		
6	> 5	> 250	> 250	very high		

As it can be seen from table 2, the studied soils are characterized by the average content of humus – the weighted average for the entire surveyed area of "Zhyva Zemlia Potutory" LLC is 2.41 % (for each field separately on the farm are given in Table 3).

3. Agrochemical indicators of soils of agricultural lands of "Zhyva Zemlia Potutory" LLC

№ land	Depth of selection samples, cm	Examined area, ha	Humus content, %	pH salt	Hydrolytic acidity	Alkaline hydrolyzed nitrogen	Phosphorus	Exchangeable potassium
						mg / kg of soil		
1	25–30	53,50	2,35	6,3	1,81	133	74	123
2		83,40	2,48	6,4	1,62	124	62	120
3		29,60	2,40	6,6	1,37	138	113	131
4		9,70	1,86	6,3	1,74	136	77	145
5		13,30	2,24	6,4	1,63	130	80	165
6	25–30	24,70	2,40	5,4	3,26	144	57	161
7		13,10	2,34	5,8	2,46	125	38	158
9		22,50	2,00	6,2	1,90	144	35	143
Cultural pasture								
13	25–30	16,00	2,72	7,0	0,95	132	109	105
12		25,00	2,85	6,9	1,08	99	74	70
Total on the farm		309,60						

Regarding to "Zhyva Zemlia Potutory" LLC, 24.70 ha (about 8 %) of the surveyed area is characterized by an increased humus content – less than 4.0 %, 252.70 ha (81.6 %) of the surveyed area is characterized by an average humus content – less than 3.0 %, 32.20 ha (10.4 %) of the surveyed area is characterized by a low humus content – less than 2.0 % [20].

Alkaline hydrolyzed nitrogen is a dynamic indicator, which is characterized by significant temporal and spatial variability during the growing season. About 85.9 % of the surveyed area of "Zhyva Zemlia Potutory" LLC are characterized by low nitrogen content – 124–144 mg per 1 kg of soil, 14.1 % – are characterized by very low nitrogen content – 85–99 mg per 1 kg. The weighted average content of hydrolyzed nitrogen over the entire area of "Zhyva Zemlia Potutory" LLC is 127 mg/kg and is insufficient to obtain high crop yields. The significant spatial heterogeneity of nitrogen supply even within one field should be mentioned (Table 3), which requires a differentiated approach during the development of the fertilization system. Due to the acute shortage of nitrogen in the soils on the farm, it becomes a limiting factor and during the development of the cultivation system the application of this element should be a priority. Nitrogen deficiency severely inhibits plant growth and development, which is manifested in the form of chlorosis. The leaves become light green, small prematurely yellow from the tips. In cereals slowing down tillering, short stems are observed. Crops show deterioration of flowering, early fall of the ovary. Also, given the high ability of nitrogen to re-utilize and well-developed grass vegetation, we can assume that at the beginning of the growing season stocks of alkaline hydrolyzed nitrogen in the studied soils may increase by 15–20 % as compared with the recorded values. Yields can be significantly reduced if nitrogen deficiency accompanies the entire growing season [17].

According to the obtained data, motile phosphorus on farm lands of "Zhyva Zemlia Potutory" LLC has a low content (2 groups) on 54.40 ha (17.6 %) of the surveyed area. On 209.60 ha (67.7 %) of the surveyed area the content of this nutrient is average (3 groups), and on 45.60 ha (14.7 %). The lowest content of motile phosphorus was recorded in 7.9 % of the surveyed fields – 38–35 mg/kg of the soil. Fields 3 and 13 are best provided. The need for phosphorus is especially high at the beginning of the season for root formation, as well as later during flowering and fruit set [17].

The soils of the studied farm are well supplied with exchangeable potassium, namely more than 92 % of the surveyed soils of "Zhyva Zemlia Potutory" are characterized by high potassium content – (groups 4 and 5). This nutrient plays a crucial role in water distribution and enzymatic processes for crop physiology. Adequate available potassium can alleviate the stress, which plants tolerate during heat, cold or drought. Potassium is an element affecting the yield of many crops, vegetables and fruit trees [18].

About 82 % of the surveyed lands of "Zhyva Zemlia Potutory" LLC have a neutral acidity and 10 % are close to a neutral acidity, and only about 8 % are slightly acidic. Regarding the other farms we studied, it

should be noted the following: about 80 % of the surveyed lands are neutral and close to neutral, and about 20 % are slightly acidic.

Many studies have confirmed that for many crops the weakly acidic reaction of the soil solution is favorable (rapeseed, barley, rye, most vegetables, clover, lupine, buckwheat, etc.). As a result of the obtained data, taking into account the difficult social-economic conditions, it is advisable to recommend short-succession specialized crop rotations, which do not require the presence of the whole complex of farm machinery and ensure high profitability [19]. When developing crop rotations, it is also necessary to keep in mind the peculiarities of the morphometric structure of the slopes on which the surveyed fields are located. Given the significant steepness of the slopes and the vertical and horizontal dismemberment of the terrain for the surveyed area, the saturation of crop rotation with row crops should not exceed 10–15 %. Dense crops and grasses should be the basis of crop rotations here.

Conclusions

Thus, dark gray podzolic soils are generally characterized by satisfactory conditions for obtaining high and stable yields and raw materials. The results of the research confirm that "Zhyva Zemlia Potutory" LLC is dominated by soils with low (127 mg/kg and 116 mg/kg of soil) degree of nitrogen supply in alkaline hydrolyzed compounds, medium (69 mg/kg of soil) and elevated (127 mg/kg) – motile phosphates, high (125.124 mg/kg of soil) – exchangeable potassium. The reaction of the soil solution on the territory of farm is neutral. According to the weighted average humus content, the soils correspond to the average degree of provision. A limiting factor, which can reduce yield formation by up to 20 %, is the low supply of nutrients, namely easily hydrolyzed nitrogen compounds. In general, the studied soils have satisfactory properties for the formation of high environmentally friendly and high-quality yields.

Prospects for further research. These surveys will further help to calculate the appropriate and most optimal doses of organic and mineral fertilizers, conduct systematic work to increase soil fertility and predict, which plants are profitable to cultivate in agro-ecosystems of the studied farm.

References

1. Berlach, N. A. (2010). Rozvytok orhanichnoho napriamu u silskomu hospodarstvi Ukrainy (administratyvnopravovi osnovy). *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].

2. Laslo, O. O. (2009). Orhanichne zemlerobstvo – shliakh do ekolohichno bezpechnoi produktsii. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 137–139 [In Ukrainian].

3. FAQ – ORGANIC UA. Retrieved from: http://organic.ua/uk/organicworld/faq.

4. Vovk, V. I. (2004). Sertyfikatsiia orhanichnoho silskoho hospodarstva v Ukraini: suchasnyi stan, perspektyvy, stratehiia na maibutnie. *Materialy Mizhnarodnoho seminaru «Orhanichni produkty kharchuvannia. Suchasni tendentsii vyrobnytstva i marketynhu»*. Lviv [In Ukrainian].

5. Federatsiia orhanichnoho rukhu Ukrainy. Retrieved from: http://www.organic.com.ua [In Ukrainian].

6. Pro osnovni zasady (stratehiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2020 roku: Zakon Ukrainy (2011). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, St. 21885, 26 [In Ukrainian].

7. Pysarenko, V. M., Pysarenko, V. V., Antonets, A. S., Luk'ianenko, H. V., & Pysarenko, P. V. (2016). *Systema orhanichnoho zemlerobstva ahroekoloha S. S. Antontsia*. Poltava [In Ukrainian].

8. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Ponomarenko, S. V., & Shapoval, V. F. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora*. Poltava [In Ukrainian].

9. Dehodiuk, E. H., Vitvitska, O. I., & Dehodiuk, T. S. (2014). Suchasni pidkhody do optymizatsii mineralnoho zhyvlennia roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru «Instytut Zemlerobstva NAAN*, 1–2, 33–39 [In Ukrainian].

10. Willer, H., & Lernoud, J. (Eds.). (2018). *The World of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2018*. Germany: Medienhaus Plump

11. Antonets, S. S., & Pysarenko, V. M. (2011). Koly Ukraina zrozumiie svoiu planetarnu misiiu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 5–8 [In Ukrainian].

12. Altieri, M., Nicholls, C., & Montalba, R. (2017). Technological approaches to sustainable agriculture at a crossroads: An agroecological perspective. *Sustainability*, 9 (3), 349. doi: 10.3390/su9030349

13. Sonko, S. (2019). Man in Noosphere: Evolution and Further Development. *Philosophy and Cosmology*, 22, 51–74. doi: 10.29202/phil-cosm/22/5

14. Chielo, L., Pike, T., & Cooper, J. (2016). Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Laying Hens. *Animals*, 6 (5), 28. doi: 10.3390/ani6050028

15. Zeltner, E., & Hirt, H. (2003). Effect of artificial structuring on the use of laying hen runs in a free-range system. *British Poultry Science*, 44 (4), 533–537. doi: 10.1080/00071660310001616264

16. Abasova, E. M. (2020). The Effect of biohumus on increasing of the fertility gray-brown soils in Mountainous Shirvan. *Bulletin of Science and Practice*, 6 (12), 100–104. doi: 10.33619/2414-2948/61/11 [In Russian].

17. Tsytsiura, Y. (2020). Assessment of soils of the vinnytsia region for organic production application. *Agriculture and Forestry*, (1), 13–27. doi: 10.37128/2707-5826-2020-1-2

18. Kobets, M. I. (2004). Orhanichne zemlerobstvo v konteksti staloho rozvytku. *Proekt «Ahrarna polityka dlia liudskoho rozvytku»*. Kyiv [In Ukrainian].

19. Makarenko, N. A., & Podzerei, R. V. (2015). Naukovi osnovy otsiniuvannia stanu silskohospodarskykh terytorii ta uhid shchodo mozhlyvosti vedennia orhanichnoho vyrobnytstva. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 4 (53). Retrieved from: http://nd.nubip.edu.ua/2015_4/7.pdf [In Ukrainian].

20. Patyka, V. P., & Tarariko, O. H. (2002). *Ahroekolohichnyi monitorynh ta pasportyzatsiia silskohospodarskykh zemel*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 19.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гловин Н. М., Павлів О. В. Еколого-агрохімічна оцінка придатності ґрунтів сільськогосподарського підприємства для вирощування органічної продукції. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 203–209.

© Гловин Надія Миронівна, Павлів Олег Володимирович, 2021

Agriculture. Animal breeding
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.2.061.082.13 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.26**

EXTERIOR FEATURES OF FIRST-CALF HEIFERS OF UKRAINIAN BLACK- AND RED-AND-WHITE DAIRY BREEDS AND THEIR CROSSES WITH BROWN SWISS AND MONTBELIARDE BREEDS

O. O. Borshch* ORCID 0000-0002-8450-2109
O. V. Borshch ORCID 0000-0001-5174-1309

Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna Square, 09117 Bila Tserkva, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: borshcha@outlook.com

How to Cite

Borshch, O. O., & Borshch, O. V. (2021). Exterior features of first-calf heifers of Ukrainian Black - and Red-and-White dairy breeds and their crosses with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 210–216. doi: 10.31210/visnyk2021.01.26

The aim of this work was to analyze the development of individual articles of crossbred first-calf heifers in comparison with purebred counterparts and to establish their index of production specialization. The studies were carried out on first-generation Ukrainian Black-and-White dairy heifers (n=25) and first-generation crosses obtained by crossing with the Brown Swiss breed (n=25) and on first-generation Ukrainian Red-and-White dairy heifers (n=20) and first generation crosses obtained as a result of crossing the Ukrainian Red-and-White dairy with the Montbeliarde breed (n=20). Two groups of purebred and crossbred analogue cows were formed. The crosses of'first-calf heifers of the Black-and-White and Brown Swiss breeds had lower body measurements than purebred Black-and-White counterparts, and of Red-and-White and Montbeliarde crossbreeds , on the contrary, prevailed over purebred Red-and-White analogues. At the same time, the live weight during increasing milking capacity of purebred Black-and-White first-calf heifers was 18.35 kg higher than that of hybrids, and of Red-and-White and Montbeliarde crossbreeds by 21.22 kg (P≥0.95) in comparison with purebred analogues. Crosses of first-calf heifers of black-and-white and Brown Swiss and Red-and-White and Montbeliarde breeds prevailed their purebred analogues in the following indices: leg length, chest width, boniness, extension, narrow hind quarters, and pelvis-chestedness. The opposite situation was observed as to the following indices: gender, solidity and blockiness. According to specialization index, the crosses of first-calf heifers of both farms belonged to the dairy type. It has been found that according to the specific mass coefficient, the animals of all the studied groups had a result from 3.73 (in crosses of red-and-white and Montbeliarde breeds) to 4.78 (in crosses of black-and-white and Brown Swiss breeds), which corresponds to a firm exterior-constitution type. According to specialization index, the groups of first-calf heifers of both farms belonged to the dairy type with an average score of 0.31–0.32.

Key words: *cows, exterior, crossbreeding, Brown Swiss and Montbeliarde breeds, measurements, specialization type.*

ЕКСТЕР'ЄРНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРВІСТОК УКРАЇНСЬКИХ ЧОРНО- ТА ЧЕРВОНО-РЯБОЇ МОЛОЧНИХ ПОРІД І ЇХНІХ ПОМІСЕЙ ЗІ ШВІЦЬКОЮ ТА МОНБЕЛЬЯРДСЬКОЮ ПОРОДАМИ

О. О. Борщ, О. В. Борщ
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Метою цієї роботи було проаналізувати розвиток окремих статей кросбредних первісток порівняно з чистопородними аналогами та зясувати їхній індекс виробничої спеціалізації. Дослідження проводили на первістках української чорно-рябої молочної породи (n=25) та помісях першого поко-

ління отриманих у результаті схрещування зі швіцькою породою (n=25) та на телицях української червоно-рябої молочної породи (n=20) та помісях першого покоління отриманих у результаті схрещування української червоно-рябої молочної з монбельярдською породою (n=20). Було сформовано по дві групи чистопородних та помісних корів-аналогів. Помісні первістки чорно-рябої зі швіцькою породою мали нижчі показники промірів тіла, ніж чистопородні чорно-рябі аналоги, а помісі червоно-рябої і монбельярдської порід, навпаки, переважали чистопородних червоно-рябих аналогів. При цьому жива маса в період роздою в чистопородних чорно-рябих первісток була вищою на 18,35 кг порівняно з помісями зі швіцькою породою, а у помісей червоно-рябої з монбельярдською породою на – 21,22 кг (P≥0,95) порівняно з чистопородними аналогами. Помісні первістки чорно-рябої та швіцької і червоно-рябої та монбельярдської порід переважали чистопородних аналогів за такими індексами: довгоногості, широкогрудості, костистості, розтягнутості, шилозадості і тазогрудним. Зворотну ситуацію спостерігали за показниками індексів: статі, масивності та збитості. За показником індексу спеціалізації помісні первістки обох господарств відносились до молочного типу. Встановлено, що за питомо-масовим коефіцієнтом тварини всіх піддослідних груп мали результат від 3,73 (у помісей червоно-рябої і монбельярдської порід) до 4,78 (у помісей чорно-рябої і швіцької порід), що відповідає щільному екстер'єрно-конституційному типу. За показником індексу спеціалізації групи первісток обох господарств відносились до молочного типу із середнім балом на рівні 0,31–0,32.

Ключові слова: *корови, екстер'єр, кросбридинг, швіцька і монбельярдська породи, проміри, тип спеціалізації.*

Вступ

З метою отримання якісного молока та молочних продуктів необхідно враховувати фактори, що впливають на молочну продуктивність корів. До генетичних факторів відносять приналежність корів до породи, лінії родини, генотипу. Вивченню показників сили впливу генетичних факторів на екстер'єрні ознаки, ріст і розвиток у корів наразі приділяється значна увага.

Інтенсивна технологія виробництва продукції скотарства включає комплекс високоефективних виробничих прийомів розведення, годівлі й утримання тварин, котрі забезпечують їхню високу продуктивність за низької собівартості продукції [1, 2, 3]. Вона передбачає підвищення і реалізацію генетичного потенціалу продуктивності корів за рахунок гено- та фенотипових ознак [4]. Проте за останні два десятиліття в багатьох європейських країнах прослідковується тенденція до зміни селекційного вектору, спрямовано на максимальну продуктивність. На сьогодні все більшої уваги приділяється таким проблемам, як інтенсивність росту тварин, якісний склад молока, характер отелень, адаптаційні та резистентні ознаки і тривалість господарського використання [5, 6, 7]. Голштинізована худоба разом з багатьма позитивними ознаками має і низку проблем, пов'язаних зі зниженням рівня відтворення, продуктивного довголіття, якісного складу молока [8, 9, 10].

Одним із елементів підвищення генетичного потенціалу на товарних фермах є застосування міжпородного схрещування (кросбридингу) [11, 12]. Застосування кросбридингу дає можливість використовувати різноманітні адитивні генетичні рівні між породами для вирощування особин з вищим економічним потенціалом [13, 14, 15]. Також через прояв ефекту гетерозису кросбредні корови відзначаються вищими адаптаційними і стійкими ознаками порівняно з чистопородними аналогами [16, 17, 18].

Продуктивні ознаки тварин найбільш повно характеризує оцінка їхнього екстер'єру [19, 20, 21]. Добре вираження статей тіла корів значною мірою зумовлює високі продуктивні й адаптаційні показники. Датські дослідники з'ясували, що особини першого покоління, отримані в результаті схрещування голштинських корів з норвезькими червоними, відрізнялись від чистопородних аналогів як за показниками росту, так і за розвитком статей та загальною лінійною оцінкою [22, 23].

Метою досліджень було проаналізувати розвиток окремих статей кросбредних первісток порівняно з чистопородними аналогами та встановити їхній індекс виробничої спеціалізації.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі *завдання*:

- вивчено розвиток основних промірів тіла чистопородних і кросбредних первісток;
- встановлено індекси виробничої спеціалізації чистопородних і кросбредних первісток.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у СТОВ'ОП «Михайлівське» с. Михайлівка (49°11′52″ пн. ш., 28°43′29″ сх. д.) Вінницького району Вінницької області на первістках української чорно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих у результаті схрещування зі швіцькою породою та у ТОВ «Азорель» с. Мухівці (48°57′01″ пн. ш., 28°47′09″ сх. д.) Немирівського району Вінни-

цької області на телицях української червоно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих у результаті схрещування української червоно-рябої молочної з монбельярдською породою. У СТОВ «Михайлівське» застосовується прив'язно-стійлова система утримання в зимовий та безприв'язна з утриманням на вигульно-кормових майданчиках у весняно-осінній періоди. У ТОВ «Азорель» застосовується безприв'язне утримання корів на глибокій довгонезмінюваній солом'яній підстилці. В обох господарствах було сформовано по дві групи чистопородних та помісних телиць-аналогів з чисельністю по 25 (СТОВ «Михайлівське») та по 20 (ТОВ «Азорель») голів у кожній. В обох господарствах застосовується однотипна цілорічна годівля корів повнораціонними кормосумішами. Дослідження проводили на коровах-первістках у період роздою (2-й–3-й місяць лактації). Екстер'єр первісток оцінювали шляхом взяття промірів та розрахунку індексів [24, 25]. Тип конституції корів визначали за способом, запропонованим М. Б. Улимбашевим та ін. [26], за такою формулою:

$$ПМК = \frac{2500\ кг \times ЖМ}{Гг \times Кд \times (Шг + Шзтз)}$$

де, ПМК – величина питомо-масового коефіцієнта;

ЖМ – жива маса корів, кг; Гг – глибина грудей, см; Кд – коса довжина тулуба, см; Шг – ширина грудей, см; Шзтз – ширина заду у тазостегнових зчленуваннях, см.

Залежно від величини питомо-масового коефіцієнта корів розподіляли на три екстер'єрно-конституційні типи: рихлий (1,36 і меньше), проміжний (1,37-1,54) і щільний (1,55 і більше).

Індекс спеціалізації (ІС) визначали за формулою [27]:

$$ІС = \frac{середня\ ширина\ тіла}{середня\ висота\ тіла}$$

$$середня\ ширина\ тіла = \frac{ШГ + ШЗТЗ}{2}$$

$$середня\ висота\ тіла = \frac{ВХ + ВК}{2}$$

де ШГ – ширина грудей, см; ШЗТЗ – ширина заду в тазостегнових зчленуваннях, см; ВХ – висота в холці, см; ВК – висота в крижах, см.

Якщо значення цього показника 0,33 і менше, то корови відносяться до молочного типу; 0,34–0,35 – молочно-м'ясного; 0,36-0,39 – м'ясо-молочного; 0,40 і вище до м'ясного.

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного (М), середньоквадратичної похибки (m) та достовірності різниці між порівнюваними показниками (Р) [28]. Вірогідність отриманих результатів і різницю між показниками розраховували за *t*-критерієм Стьюдента. Для показу вірогідності в таблицях прийнято умовні позначення Р>0,95; Р>0,99; Р>0,999, які у статті відповідно позначені зірочками (*;**;***).

Результати досліджень та їх обговорення

Корови різного походження зазвичай відрізняються за виробничими типами, габаритами та розвитком окремих частин тіла. В напрямі від молочного до молочно-м'ясного типу спостерігається підвищення живої маси та розмірів ширини та глибини тулуба і зниження висотних і подовжніх промірів.

За даними таблиці 1 видно, що первістки української чорно-рябої молочної породи переважали помісних аналогів із швіцькою породою за всіма параметрами промірів, крім обхвату п'ястка. При цьому жива маса в період роздою в чистопородних чорно-рябих первісток була вищою на 18,35 кг. Щодо помісей червоно-рябої з монбельярдською породою, то за всіма оціненими показниками промірів тіла спостерігалась суттєва перевага над чистопородними червоно-рябими аналогами. Також у помісей червоно-рябої з монбельярдською породами більшою була і жива маса в період роздою: на 21,22 кг (Р ≥0,95).

Більш повноцінну характеристику екстер'єрно-конституційному типу корів первісток різного походження дає обчислення загальних індексів будови тіла. Так, помісні первістки переважали чистопородних аналогів за індексами, котрі відображають відносний розвиток кінцівок: довгоногості; характер відносного розвитку скелета: костистості; розвиток грудей: широкогрудості; виражають співвідношення довжини тулуба до висоти в холці: розтягнутості; відносний розвиток ширини переду порівняно із задом: шилозадості і тазо–грудний індекс (табл. 2). Чистопородні первістки переважали кросбредних за такими значеннями індексів: статі і масивності, котрі дають уявлення про відносний

розвиток тулуба та збитості, котрий є показником розвитку маси тіла тварин. За індексом округлості ребер, котрий характеризує розвиток тулубу, спостерігали суттєву перевагу (2,74 %) у чорно-рябих помісей з швіцькою породою над чистопородними аналогами і перевагу (3,57 %) чистопородних червоно-рябих первісток над помісними з монбельярською породою аналогами. Щодо індексу масивності за Дюрстом, що вказує на відносний розвиток тулуба корів, то чистопородні чорно-рябі первістки мали перевагу над помісними на 3,79 %, а помісі української червоно-рябої молочної і монбельярдської порід, своєю чергою, переважали чистопородних аналогів на 5,98 %.

1. Проміри тіла корів-первісток різних порід, M±m

Показник	Порода, породність			
	українська чорно-ряба молочна (n=25)	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької (n=25)	українська червоно-ряба молочна (n=20)	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської (n=20)
Висота в холці, см	133,06±0,46	128,50±0,38***	133,32±0,43	137,92±0,51***
Висота у крижах, см	137,83±0,27	133,87±0,29***	140,63±0,32	143,71±0,35***
Глибина грудей, см	67,52±0,48	64,12±0,37***	69,22±0,27	72,41±0,38***
Обхват грудей, см	192,29±0,40	186,12±0,34***	194,45±0,31	198,26±0,37***
Ширина грудей, см	42,16±0,18	41,34±0,15**	44,57±0,19	45,58±0,24**
Навскісна довжина заду, см	50,14±0,13	47,50±0,20***	53,02±0,18	54,28±0,21***
Ширина у клубах,см	48,86±0,41	45,87±0,32***	49,52±0,27	51,78±0,30***
Ширина в сідничних горбах, см	30,51±0,46	28,62±0,43**	33,09±0,21	34,83±0,24***
Ширина заду в тазостегнових зчленуваннях, см	42,78±0,12	42,61±0,10	44,43±0,15	44,88±0,22
Пряма довжина тулуба, см	132,08±0,26	129,50±0,26***	131,24±0,42	133,07±0,57**
Навскісна довжина тулуба, см	163,42±0,44	161,18±0,57**	161,55±0,23	164,83±0,26***
Обхват п’ястка, см	20,36±0,13	20,77±0,13*	19,92±0,12	21,04±0,15***
Жива маса, кг	507,95±7,17	489,60±6,58	510,39±6,25	531,61±7,54*

Примітки: * – P≥0,95;** – P≥0,99;*** – P≥0,999 порівняно з чистопородними чорно- та червоно-рябими породами.

2. Індекси корів-первісток, M±m

Індекси	Порода, породність			
	українська чорно-ряба молочна (n=25)	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької (n=25)	українська червоно-ряба молочна (n=20)	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської (n=20)
Довгоногості	49,25±0,18	50,06±0,21**	46,47±0,14	47,49±0,13***
Розтягнутості	122,81±0,66	125,43±0,57**	120,42±0,43	120,51±0,39
Тазогрудний	86,28±0,84	90,12±0,89**	87,98±0,72	88,02±0,73
Широкогрудості	31,68±0,11	32,17±0,11**	32,68±0,08	33,04±0,14*
Збитості	117,66±0,51	115,47±0,64**	121,11±0,58	120,28±0,55
Коститстості	15,30±0,07	16,16±0,09***	14,94±0,10	15,25±0,09*
Шилозадості	62,41±0,27	62,44±0,34	66,82±0,20	67,26±0,18
Масивності	144,51±0,78	144,84±0,82	145,85±0,63	143,75±0,59**
Масивності (за Дюрстом)	46,51±0,18	42,72±0,15***	48,42±0,32	54,40±0,47***
Індекс статі	115,89±0,31	110,95±0,24***	113,65±0,36	113,60±0,35
Округлості ребер	142,39±0,59	145,13±0,64**	140,45±0,52	136,88±0,50***

Примітки: див. табл. 1.

Більш повне уявлення про екстер'єр тварини, його пропорційність і розвиток відображають спеціальні екстер'єрно-конституційні індекси будови тіла (табл. 3). Встановлено, що за питомо-масовим коефіцієнтом тварини всіх досліджуваних груп мали результат від 3,73 (у помісей червоно-рябої і монбельярдської порід) до 4,78 (у помісей чорно-рябої і швіцької порід), що відповідає щільному екстер'єрно-конституційному типу. За показником індексу спеціалізації групи первісток обох господарств відносились до молочного типу із середнім балом на рівні 0,31–0,32.

3. Спеціальні екстер'єрно-конституційні індекси

Показник	Порода, породність			
	українська чорно-ряба молочна (n=25)	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької (n=25)	українська червоно-ряба молочна (n=20)	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської (n=20)
Питомо-масовий коефіцієнт	4,41 (щільний)	4,78 (щільний)	3,95 (щільний)	3,73 (щільний)
Індекс спеціалізації	0,31 (молочний)	0,32 (молочний)	0,32 (молочний)	0,32 (молочний)

В одержаних результатах досліджень щодо впливу кросбридингу на показники розвитку тіла та індекси тілобудови помісних первісток не прослідковується ідентичності. Помісні первістки чорнорябих і швіцьких корів поступались за даними ознаками чистопородним чорно-рябим аналогам, тоді як помісі отримані в результаті схрещування червоно-рябих і монбельярдських корів, навпаки, мали перевагу порівняно із чистопородними червоно-рябими аналогами.

Результати наших досліджень частково збігаються з результатами, отриманими в дослідженнях Kargo et al. [29], у яких з'ясовано, що показники розвитку окремих частин тіла в помісних первісток голштинської і червоної датської порід були вищими порівняно з чистопородними голштинами. Про подібні до отриманих нами дані повідомляють Dezetter et al. [30], котрі вказують на кращі показники росту (висоти в холці) і обхвату грудей у кросбредних первісток, отриманих у результаті схрещування голштинів і монбельярдів та голштинів і червоних скандинавських корів порівняно з чистопородними голштинськими аналогами. В дослідженнях Clasen et al. [31] вказано, що вираженість ознак за молочною спеціалізацію та придатностю до машинного доїння, помісні первістки швіцької і голштинської порід не відрізнялися порівняно з чистопородними голштинськими аналогами.

Висновки

Екстер'єрні ознаки тварин дають можливість виявити особливості їхнього росту, розвитку, що тісно пов'язано з відтворними якостями, напрямом і рівнем продуктивності та станом здоров'я. Встановлено, що помісні первістки чорно-рябої і швіцької порід мали нижчі показники промірів тіла (крім обхвату п'ястка), ніж чистопородні чорно-рябі аналоги, а помісі червоно-рябих і монбельярдських порід, навпаки, за вказаними показниками переважали чистопородних червоно-рябих аналогів. Помісні первістки чорно-рябої та швіцької і червоно-рябої та монбельярдської порід переважали чистопородних аналогів за такими індексами: довгоногості, широкогрудості, костистості, розтягнутості, шилозадості і тазогрудним. Зворотну ситуацію спостерігали за показниками індексів статі, масивності та збитості. За показником індексу спеціалізації всі помісні первістки відносились до молочного типу.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивчені продуктивності за закінчену лактацію, якісного складу молока та тривалості сервіс-періоду.

References

1. Danshyn, V. O., Ruban, S. Iu., Fedota, O. M., Mitiohlo, L. M., & Borshch, O. O. (2016). Otsinka pleminnoi tsinnosti buhaiv-plidnykiv molochnykh porid. *Tekhnolohiia Vyrobnytstva i Pererobky Produktsii Tvarynnytstva*, 2, 110–116 [In Ukrainian].

2. Stavetska, R. V. (2013). Efektyvnist vidboru koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za pokhodzhenniam. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Tvarynnytstvo*, 1 (22), 78–82 [In Ukrainian].

3. Borshch, A. A., Ruban, S., Borshch, A. V., & Babenko, O. (2019). Effect of three bedding materials on the microclimate conditions, cows behavior and milk yield. *Polish Journal of Natural Sciences*, 34, 19–31.

4. Stavetska, R. V., & Boiko, O. V. (2015). Vplyv tryvalosti servis-periodu na pokaznyky molochnoi produktyvnosti ta hospodarskoho vykorystannia molochnykh koriv. *Tekhnolohiia Vyrobnytstva i Pererobky*

Produktsii Tvarynnytstva, 2 (120), 205–210 [In Ukrainian].

5. Borshch, A. A., Borshch, A. V., Lutsenko, M. M., Merzlov, S. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2018). Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 43 (3), 238–246. doi: 10.14710/jitaa.43.3.238-246

6. Ruban, S. Yu., Borshch, O. V., & Borshch, O. O. (2017). *Suchasni tekhnolohiyi vyrobnytstva moloka. (osoblyvosti ekspluatatsiyi, tekhnolohichni rishennya, eskizni proekty).* Kharkiv: STYLIZDAT [In Ukrainian].

7. Shcherbatyj, Z., Bodnar, P., & Kropyvka, Y. (2016). Dynamic of growth of live weight and exterior–constitutional peculiarities cows ukrainian black and white dairy cattle different types of constitution. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 18 (2), 281–286. doi: 10.15421/nvlvet6761

8. Ruban, S., Borshch, O. O., Borshch, O. V., Orischuk, O., Balatskiy, Y., Fedorchenko, M., Kachan, A., & Zlochevskiy, M. (2020). The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 38 (l), 61–72.

9. Roschinsky, R., Kluszczynska, M., Sölkner J., Puskur, R., & Wurzinger, M. (2015). Smallholder experiences with dairy cattle crossbreeding in the tropics: from introduction to impact. *Animal*, 9 (1), 150–157. doi: 10.1017/S1751731114002079

10. Heins, B. J., Hansen, L. B., & De Vries, A. (2012). Survival, lifetime production, and profitability of crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red compared to pure Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 95 (2), 1011–1021. doi: 10.3168/jds.2011–4525

11. Heins, B. J., & Hansen, L. B. (2012). Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande x Holstein, Montbeliarde × Holstein, and Scandinavian Red x Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science*, 95 (2), 918–924. doi: 10.3168/jds.2011-4523

12. Clasen, J. B., Fikse, W. F., Kargo, M., Rydhmer, L., Strandberg, E., & Østergaard, S. (2020). Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in Sweden. *Journal of Dairy Science*, 103 (1), 514–528. doi: 10.3168/jds.2019-16958

13. Shonka-Martin, B. N., Heins, B. J., & Hansen, L. B. (2019). Three-breed rotational crossbreds of Montbéliarde, Viking Red, and Holstein compared with Holstein cows for feed efficiency, income over feed cost, and residual feed intake. *Journal of Dairy Science*, 102 (4), 3661–3673. doi: 10.3168/jds.2018-15682

14. Clasen, J. B., Fogh, A., & Kargo, M. (2019). Differences between performance of F1 crossbreds and Holsteins at different production levels. *Journal of Dairy Science*, 102 (4), 436–441. doi: 10.3168/jds.2018-14975

15. Hazel, A. R., Heins, B. J., & Hansen, L. B. (2017). Fertility, survival, and conformation of Montbéliarde × Holstein and Viking Red × Holstein crossbred cows compared with pure Holstein cows during first lactation in 8 commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 100 (11), 9447–9458. doi: 10.3168/jds.2017-12824

16. Malchiodi, F., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2014). Fertility traits of purebred Holsteins and 2- and 3-breed crossbred heifers and cows obtained from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss sires. *Journal of Dairy Science*, 97, 7916–7926. doi: 10.3168/jds.2014-8156

17. Tetens, J., Thaller, G., & Krattenmacher, N. (2014). Genetic and genomic dissection of dry matter intake at different lactation stages in primiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 520–531. doi: 10.3168/jds.2013-7301

18. Puppel, K., Bogusz, E., Gołębiewski, M., Nałęcz-Tarwacka, T., Kuczyńska, B., Slósarz, J., Budziński, A., Solarczyk, P., Kunowska-Slósarz, M., & Przysucha, T. (2018). Effect of Dairy Cow Crossbreeding on Selected Performance Traits and Quality of Milk in First Generation Crossbreds. *Journal of Food Science*, 83 (1), 229–236. doi: 10.1111/1750-3841.13988

19. Blöttner, S., Heins, B.J., Wensch-Dorendorf, M., Hansen, L. B., & Swalve, H. H. (2011). Short communication: A comparison between purebred Holstein and Brown Swiss Holstein cows for milk production, somatic cell score, milking speed, and udder measurements in the first 3 lactations. *Journal of Dairy Science*, 94 (10), 5212–5216. doi: 10.3168/jds.2011-4255

20. Cecchinato, A., Albera, A., Cipolat-Gotet, C., Ferragina, A., & Bittante, G. (2015). Genetic parameters of cheese yield and curd nutrient recovery or whey loss traits predicted using Fourier-transform infrared spectroscopy of samples collected during milk recording on Holstein, Brown Swiss, and Simmental dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98 (7), 4914–4927. doi: 10.3168/jds.2014-8599

21. Malchiodi, F., Cecchinato, A., Penasa, M., Cipolat-Gotet, C., & Bittante, G. (2014). Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first-and second-generation

crossbred cows from Swedish Red, Montbeliarde, and Brown Swiss bulls. *Journal of Dairy Science*, 97 (7), 4530–4541. doi: 10.3168/jds.2013-7868

22. Puppel, K., Bogusz, E., Gołebiewski, M., Nałecz-Tarwacka, T., Kuczynska, B., Slosarz, J., Budzinski, A., Solarczyk, P., Kunowska-Slosarz, M., & Przysucha, T. (2017). Effect of Dairy Cow Crossbreeding on Selected Performance Traits and Quality of Milk in First Generation Crossbreds. *Journal of Food Science*, 83 (1), 229–236. doi: 10.1111/1750-3841.13988

23. Saha, S., Malchiodi, F., Cipolat-Gotet, C., Bittante, G., & Gallo, L. (2017). Effects of Cossbreeding of Holsteins Cows with Montbeliarde and Swedish Red in First and Second Generation on Cheese Yield Traits. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82 (3), 241–244.

24. Huziev, I. V. (2005). Metodyka zberezhennia henofondu lokalnykh porid u zakrytykh populiatsiiakh. In: Huziev, I. V., & Chyrkova, O. P. *Metodyky naukovykh doslidzhen iz selektsii, henetyky ta biotekhnolohii v tvarynnytstvi*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

25.'Hladiia, M. V., & Polupana, Yu. P. (Reds.) (2018). Selektsiini, henetychni ta biotekhnolohichni metody udoskonalennia i zberezhennia henofondu porid silskohospodarskykh tvaryn. Poltava: TOV «Firma «Tekhservis» [In Ukrainian].

26. Ulimbashev, M. B., Aysanov, Z. M., Gosteva, E. R., Elzhirokova, Z. L., & Ulimbasheva, R. A. (2019). Novyiy metod opredeleniya tipov konstitutsii zhivotnyih *Rossiyskaya Selskohozyaystvennaya Nauka*, 2, 48–52 [In Russian].

27. Vasylchenko, O. M. (2018). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva moloka v silskohospodarskykh pidpryiemstvakh. *Ekonomichnyi Analiz: Zbirnyk Naukovykh Prats Ternopilskyi Natsionalnyi Ekonomichnyi Universytet*, 28 (2), 110–118 [In Ukrainian].

28. Vatskyi, V. F. (2005). *Alhorytmy biometrii*. Poltava [In Ukrainian].

29. Kargo, M., Clasen, J. B., Nielsen, H. M., Byskov, K., & Norberg, E. (2021). Short communication: Heterosis and breed effects for milk production and udder health traits in crosses between Danish Holstein, Danish Red, and Danish Jersey. *Journal of Dairy Science*, 104 (1), 678–682. doi: 10.3168/jds.2019-17866

30. Dezetter, C., Bareille, N., Billon, D., Côrtes, C., Lechartier, C., & Seegers, H. (2017). Changes in animal performance and profitability of Holstein dairy operations after introduction of crossbreeding with Montbéliarde, Normande, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 100 (10), 8239–8264. doi: 10.3168/jds.2016-11436

31. Clasen, J. B., Fikse, W. F., Kargo, M., Rydhmer, L., Strandberg, E., & Østergaard, S. (2020). Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in Sweden. *Journal of Dairy Science*, 103, 514–528. doi: 10.3168/jds.2019-16958

Стаття надійшла до редакції 03.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Борщ О. О., Борщ О. В. Екстер'єрні особливості первісток Українських чорно- та червоно-рябої молочних порід і їхніх помісей зі швіцькою та монбельярдською породами. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 210–216.

© Борщ Олександр Олександрович, Борщ Олександр Васильович, 2021

Agriculture. Animal breeding
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.2.084.523/.087.72:612.015 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.27**

HIGH-YIELDING COWS PERFORMANCE AND ELEMENTS METABOLISM IN THE SECOND 100 DAYS OF LACTATION UNDER THE USING OF ZINC, MANGANESE AND COBALT MIXED LIGAND COMPLEXES

Yu. G. Kropyvka[1*] ORCID 0000-0002-4654-0147
V. S. Bomko[2] ORCID 0000-0001-5558-6924
S. P. Babenko[2] ORCID 0000-0001-5131-4999

[1] Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine
[2] Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1, Soborna Square, 09117 Bila Tserkva, Ukraine
[*]*Corresponding author*
E-mail: godivlya@ukr.net

How to Cite

Kropyvka, Yu. G., Bomko, V. S., & Babenko, S. P. (2021). High-yielding cow performance and elements metabolism in the second 100 days of lactation under the using of Zinc, Manganese and Cobalt mixed ligand complexes. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 217–225. doi: 10.31210/visnyk2021.01.27

The study results indicate that the doses of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt with the using of Suplex Selenium, Cuprum Sulfate and Potassium Iodide in the second 100 days of lactation had a positive effect on milk productivity. The average daily milk yields in cows of the experimental groups were 1.85 kg higher in group 2, and in the experimental groups 3, 4 and 5 the yields were higher by 2.72, 4.32, 5.53 kg, or 6.38, 9.37, 14.89 and 19.06 %, respectively, and the difference was reliable. The results of Zinc, Manganese and Cobalt metabolism also confirm higher average daily yields in the study groups. Thus, deposition of Zinc in the cows of the experimental groups 3, 4 and 5 were respectively by 59.6, 47, and 49.3 mg higher as compared with the control; and in comparison with the experimental group 2, in the cows of groups 3, 4 and 5, Zink deposition was by 6.6, 19.2 and 36.1 mg lower, respectively. However, in cows of the experimental groups 4 and 5 (the diets of which contained by 11 % and 22 % less of pure Zinc, Manganese and Cobalt as compared with the experimental group 3) less Zink was deposited by 12.6 and 10.3 mg, respectively, in comparison with the experimental group 3. The highest percentage of digested Zinc from consumed was in cows of the experimental groups 3, 4, and 5 – 56.8, 65.6, and 78.6 %, respectively, while in the control group 1 it was 40.1 %, and in the experimental group 2 it made 44.8 %. Concerning manganese deposition in the animals of the experimental groups 3, 4 and 5 it was significantly lower than in the control and the experimental groups 2. Manganese assimilation in the group 3 made 40.2 %, in the groups 4 and 5 it made 41.2 and 39.3 % of the consumed amount, respectively, while in the group 1 it made 19.9 %, and 36 % in the group 2. In the animals, which consumed Cobalt in the form of mixed ligand complex (experimental groups 3, 4, 5), the trace element was assimilated by 52.5, 53.1, 60.1 %, respectively, whereas in the control group 1 – by 53.2 %, and in the experimental group 2 – by 50.4 %. The using of Zinc, Manganese and Cobalt mixed ligand complexes enhances milk productivity and reduces the need for these elements. The metabolism of Zinc, Manganese and Cobalt in the cows bodies is proven by the best results in the experimental group 5, in which 1 kg of dry matter in mixed feed contained 35 mg of Zinc, 35 mg of Manganese, 0.4 mg of Cobalt, 0.3 mg of Selenium, 10 mg of Cuprum, and 0.9 mg of Iodine.

Key words: *sulfate salts of Cuprum, Cobalt, Manganese and Zinc trace elements; Suplex Selenium; Potassium Iodide; mixed ligand complexes of Zinc, Manganese, Cobalt; Zinc, Manganese and Cobalt balance.*

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ І ОБМІН ЦИНКУ, МАНГАНУ ТА КОБАЛЬТУ У ДРУГІ 100 ДНІВ ЛАКТАЦІЇ У РАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ЗМІШАНОЛІГАНДНИХ КОМПЛЕКСІВ

***Ю. Г. Кропивка*[1], *В. С. Бомко*[2], *С. П. Бабенко*[2]**

[1] Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна
[2] Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Метою роботи було вивчення ефективності згодовування високопродуктивним коровам у другі 100 днів лактації різних рівнів та джерел Цинку, Мангану і Кобальту і з'ясування їхнього впливу на молочну продуктивність та обмін в організмі тварин. Результати проведених досліджень свідчать, що дози змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту з використанням Суплексу Селену і сульфату Купрому та йодиду Калію у другі 100 днів лактації позитивно вплинули на молочну продуктивність. Середньодобові удої натурального молока в корів дослідних груп були вищими у 2-й групі на 1,85 кг, а у 3-й, 4-й і 5-й групах – на 2,72 кг, 4,32, та 5,53 кг відповідно, або на 6,38 %, 9,37, 14,89 та 19,06 % і ця різниця була достовірною. Результати обміну Цинку, Мангану і Кобальту також підтверджують вищі середньодобові удої в дослідних групах. Так, в організмі корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп відклалося Цинку більше, відповідно на, мг: 59,60, 47, 49,30 порівняно з контролем, а порівняно з 2-ю дослідною групою в корів 3-ї, 4-ї і 5-ї груп відклалось Цинку менше на 6,60, 19,20 і 36,10 мг. Водночас у дослідних корів 4-ї і 5-ї груп (у раціонах яких було на 11 % і 22 % менше чистого Цинку, Мангану і Кобальту в порівнянні з 3-ю дослідною групою) відклалося Цинку менше на 12,60 і 10,30 мг відповідно порівняно з 3-ю дослідною групою. Найвищий відсоток засвоєного Цинку від спожитого є в корів 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп: 56,80, 65,60 і 78,60 % відповідно, тоді як у 1-й контрольній він склав 40,10 %, 2-й дослідній – 44,80 %. Що стосується Мангану, то у тварин 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп його виділилося значно менше, ніж у контрольній і 2-й дослідній групах. Засвоєння цього мікроелементу у 3-й групі склало 40,20 % в 4-й і 5-й групах 41,20 і 39,30 % від спожитого відповідно, тоді як у 1-й – 19,90 %, а у 2-й – 36 %. У тварин, що споживали Кобальт як змішанолігандний комплекс (3-я, 4-а, 5-а дослідні групи), він засвоївся на 52,50, 53,10, 60,10 % відповідно, тоді як у 1-й контрольній групі – на 53,20 %, а у 2-й дослідній групі – 50,40%. Використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту сприяє підвищенню молочної продуктивності та зменшує потребу в цих елементах. Обмін Цинку, Мангану і Кобальту в організмі корів підтверджують найкращі результати в 5-й дослідній групі, де в 1 кг СР кормосуміші містилося Цинку 35 мг, Мангану 35 мг, Кобальту 0,40 мг, Селену 0,30 мг, Купруму 10 мг і Йоду 0,90 мг.

Ключові слова: *сульфатні солі мікроелементів Купруму, Кобальту, Мангану, Цинку, Суплекс Селену, йодид Калію, змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту, баланс Цинку, Мангану, Кобальту.*

Вступ

Якісні корми та повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів є запорукою успішного і рентабельного ведення молочного скотарства.

Нині в кормах дуже часто не вистачає таких життєво-необхідних мікроелементів як Ферум, Купрум, Цинк, Манган, Кобальт, Йод, а останніми роками стали приділяти увагу Селену [18, 19, 20, 21, 22], які відносяться до біологічно активних речовин, що впливають на обмін білків, жирів і вуглеводів у організмі тварин. Вони як металокомпоненти є активаторами багатьох ферментів та гормонів. Крім того вони забезпечують нормальне функціонування імунної системи організму і впливають на відтворні функції тварин [1, 2, 4, 11, 12, 17, 18, 26].

Нестача Цинку в раціонах тварин негативно позначається на синтезі білка в організмі, в результаті чого пригнічується ріст, знижується плодючість самок і самців.

Дефіцит Мангану в раціоні молочних корів призводить до порушення процесів синтезу жирних кислот, деформації скелета в корів і новонароджених телят, до паралічів, стерильності тварин та абортів.

Нестача Кобальту в раціонах корів є однією з причин виникнення анемії, яка часто супроводжується порушеннями статевої функції та зниженням опірності організму до інфекцій [1, 2, 4, 11, 12, 26].

Оптимізація раціонів дійних і сухостійних корів із Селеном у комплексі з вітаміном Е активізує руменальне бродіння, підвищує перетравність поживних речовин кормів, покращує окисно-відновні процеси в організмі тварин, відтворну функцію, підсилює захисні реакції та ріст молодняку.

У дійних корів у разі дефіциту Цинку, Мангану, Кобальту і Селену в раціонах знижується перетрав-

ність поживних речовин, особливо грубих і соковитих кормів, через зниження інтенсивності ферментативних процесів у передшлунках, що зумовлюється зменшенням доступності енергії кормів та ефективності їх використання на тваринницьку продукцію і функцію відтворення [3, 5, 6, 7, 8 ,9, 10, 16].

Донедавна традиційними джерелами цих металів у годівлі сільськогосподарських тварин були мінеральні солі у вигляді сульфатних і хлоридних сполук. Однак метали із цих сполук у шлунково-кишковому тракті легко трансформуються в гідрооксисистеми з низькою біодоступністю, а також часто проявляють один до одного антоганістичну дію і негативно впливають на організм тварин. Тому навіть достатня кількість неорганічних солей Цинку, Мангану, Кобальту і Селену в раціоні може призвести до їхнього дефіциту, оскільки організм тварин адаптований до засвоєння органічних хелатних форм мінералів, які перебувають у структурі рослин. Низька засвоюваність мікроелементів із неорганічних сполук підвищує ризик забруднення навколишнього середовища, оскільки вони більшою мірою виділяються з організму, ніж всмоктуються. При цьому кристалізована вода, яка міститься в молекулах сульфатів, може руйнувати сам метал та вітаміни у преміксах [23, 29].

Зважаючи на це, краще в раціонах високопродуктивних корів використовувати хелати, які впливають на інтенсивність розвитку мікрофлори. У такий спосіб підвищується ефективність усього процесу перетравлення і ферментації кормів у травному тракті. Іншими словами, хелатні форми металів гарантують підвищення доступності корму для бактерій [3, 6, 7, 19, 21, 24, 27, 30, 33].

Мета статті. Вивчити ефективність згодовування високопродуктивним коровам у другі 100 днів лактації різних рівнів та джерел Цинку, Мангану і Кобальту, з'ясування їхнього впливу на молочну продуктивність та обмін в організмі корів.

Серед *завдання* досліджень:

– розв'язання проблеми мінерального живлення високопродуктивних корів через використання змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану, Кобальту в поєднанні із Суплексом Se, сульфатом Купруму і йодидом Калію у складі раціонів у другі 100 днів лактації;

– встановити оптимальні норми введення змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту до раціонів високопродуктивних корів у другі 100 днів лактації.

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили в ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області впродовж 2006–2017 років. Для досліду за принципом аналогів відібрали п'ять груп високопродуктивних корів голштинської, української червоно-рябої та української чорно-рябої молочних порід.

У підготовчий та дослідний періоди піддослідних корів годували за однаковими раціонами. У дослідний період коровам контрольної та дослідних груп до кормосуміші вводили різну кількість мікроелементів у складі преміксів згідно зі схемою досліду (табл. 1).

1. Схема науково-господарського досліду

Група	Голів	Досліджуваний фактор
I контрольна	9	КС +селеніт Натрію + сульфат Купруму та йодиду Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку 65; Мангану 65; Кобальту 0,80; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
II дослідна	9	КС + сульфати Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Селену і сульфату Купруму та йодиду Калію. В1 кг СР міститься, мг: Цинку 50; Мангану 50; Кобальту 0,70; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
III дослідна	9	КС + змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту + Суплекс Селену і сульфат Купруму та йодид Калію. В1 кг СР міститься, мг: Цинку 45; Мангану 45; Кобальту 0,60; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
IV дослідна	9	КС+змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту(на 11 % менше, ніж у 3-й групі) + Суплекс Селену і сульфату Купруму та йодид Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку 40; Мангану 40; Кобальту 0,50; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.
V дослідна	9	КС+змішанолігандні комплекси Цинку, Мангану, Кобальту(на 22 % менше, ніж у 3-й групі) + Суплекс Селену і сульфат Купруму та йодид Калію. В 1 кг СР міститься, мг: Цинку 35; Мангану 35; Кобальту 0,40; Селену 0,30; Купруму 10 і Йоду 0,90.

Як видно із даних таблиці 1, коровам контрольної групи згодовували премікс, у складі якого містились селеніт Натрію, сульфат Купруму та йодид Калію у разі дефіциту Цинку, Мангану і Кобальту.

Коровам 2-ї дослідної групи дефіцит Цинку, Мангану і Кобальту покривали за рахунок сульфатних їх солей. Крім того до раціонів усіх дослідних корів уводили Суплекс Селену, сульфат Купруму та йодид Калію.

Корови 3-ї дослідної групи отримували Цинк, Манган і Кобальт згідно з нормою за рахунок їх змішанолігандних комплексів.

Стосовно корів 4-ї і 5-ї дослідних груп, то їм також до кормосуміші додавали змішанолігандні комплекси цих мікроелементів у дозах, що містили на 11 та 22 % відповідно менше Цинку, Мангану і Кобальту, ніж корови 3-ї дослідної групи.

Упродовж досліду облік молочної продуктивності проводили щоденно в кожній групі та індивідуально від кожної корови тричі на місяць, під час контрольних надоїв. Відбір проб молока та підготовку їх до аналізу проводили згідно з ГОСТ 13928–84 [26]. Органолептичні показники молока (колір, запах, смак) визначали згідно з ДСТУ 3662–97 [15], вміст жиру в молоці – згідно з ГОСТом 5867–90 [14], вміст білка в молоці – згідно з ГОСТом 25179–98 [13].

Переважно в експериментальних пробах молока вміст жиру, загального білка визначали на приладі «Екомілк КАМ–98.2А».

Середньодобовий баланс Цинку, Мангану, Кобальту визначали за їх різницею між спожитими з кормами та виділеними з організму.

Результати дослідів біометрично обробляли з використанням комп'ютерних програм. При цьому визначали такі показники: середню арифметичну – «М», похибку середньої арифметичної – «m», та значущість різниці – «Р» за Н. А. Плохінським [25].

Результати досліджень та їх обговорення

Упродовж підготовчого періоду досліду різниця як у годівлі, так і у продуктивності піддослідних корів за групами була практично однаковою. В основний період досліду, незважаючи на відсутність відмінностей в енергетичній, протеїновій, вуглеводній і жировій поживності раціонів, молочна продуктивність корів дослідних і контрольної груп була різною і залежала від збалансованості раціонів за вмістом Цинку, Мангану і Кобальту, про що свідчать дані таблиці 2.

2. Продуктивність дослідних корів за другі 100 днів лактації (М±m, n=9)

Показник	Група тварин				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Середньодобовий надій молока в підготовчий період, кг:					
Натуральної жирності	31,3±0,48	31,9±0,51	31,5±0,52	31,4±0,47	31,6±0,46
Вміст жиру в молоці, %	3,68±0,02	3,64±0,01	3,65±0,02	3,64±0,02	3,63±0,01
Середньодобовий надій молока за другі 100 днів досліду,кг:					
Надій молока на 1 корову, кг	3120	3302	3395	3556	3685
± до контролю, кг	–	+182	+275	+436	+565
% до контролю	100	105,83	108,81	113,97	118,11
Середньодобовий удій натурального молока, кг	31,20	33,02	33,95	35,56	36,85
± до контролю, кг	–	+1,82	+2,75	+4,36	+5,65
Вміст жиру в молоці, %	3,72±0,03	3,74±0,04	3,74±0,03	3,75±0,03	3,75±0,04
Середньодобовий удій молока 4 % жирності, кг	29,02±0,35	30,87±0,49	31,74±0,30**	33,34±0,36 ***	34,55±0,36 ***
± до контролю, кг	–	+1,85	+2,72	+4,32	+5,53
% до контролю	100	106,38	109,37	114,89	119,06
Вміст білка в молоці, %	3,31±0,03	3,32±0,05	3,33±0,03	3,33±0,05	3,34±0,04
Витрати кормів на 1 корову за 100 днів лактації, МДж ОЕ	24200	25560	26240	26920	27340
Витрати кормів на 1 кг молока, МДж обмінної енергії	7,75	7,74	7,73	7,57	7,42
% до контролю	100	99,87	99,74	97,68	95,74

*Примітки:*** – Р<0,01; *** – Р<0,001 порівняно з 1 групою.

Якщо від кожної корови контрольної групи за другі 100 днів лактації надоєно 3120 кг натурального молока, то від корів 2–5 дослідних груп на 182–565 кг більше. Різниця в середньодобових удоях складала 1,82–5,65 кг. У молоці дослідних корів відмічено також однозначне збільшення вмісту жиру на 0,01–0,02 %. Якщо перевести середньодобовий надій натурального молока в молоко 4 % жирності, то різниця за цим показником між коровами 2 дослідної групи і їх аналогами з контрольної групи складає 1,85 кг, або 6,38 % (Р<0,01), 3 дослідної – 2,72 кг, або 9,37 % (Р<0,001), 4 дослідної – 4,32 кг, або 14,89 % (Р<0,001) і 5 дослідної групи і контролем – 5,53 кг, або 19,06 % (Р<0,001).

У молоці корів дослідних груп порівняно з контрольною хоча і не суттєво, але зріс вміст білка (3,32–3,34 % проти 3,31 % у контролі).

Оскільки раціони корів усіх піддослідних груп за поживністю були практично однаковими, а надої різними, це обумовило різницю у витратах кормів на 1 кг молока. При цьому корови дослідних груп на молоко витрачали обмінної енергії на 0,13–4,26 % менше, ніж контрольної групи.

Для визначення оптимальної норми введення змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту в поєднанні із Суплексом Селену, сульфатом Купруму і йодидом Калію в раціонах високопродуктивних корів у другі 100 днів лактації ми вивчили баланс Цинку, Мангану і Кобальту.

Баланс Цинку в організмі високопродуктивних корів наведено в таблиці 3.

3. Середньодобовий баланс Цинку у піддослідних корів (n=3; M±m), мг/гол.

Показник	Групи тварин				
	контрольна 1	дослідні			
		2	3	4	5
Спожито з кормами	1485,40	1498,80	1176,20	1008,20	848,70
Виділено: з калом	830,40	769,60	453,30	298,70	146,80
з сечею	58,90	58,20	54,60	48,30	34,50
з молоком	109,50	118,20	122,10	127,60	131,50
Всього	998,80	946	630	474,60	312,80
Відкладено в організмі	486,60±8,14	552,80±11,30 ***	546,20±10,50 ***	533,60±8,70 ***	535,90±10,20 ***
у % до спожитого	32,80	36,90	46,40	52,90	63,10
Засвоєно всього:	596,10	671	668,30	661,20	667,40
у % до спожитого	40,10	44,80	56,80	65,60	78,60

Примітка: *** – Р<0,001 порівняно з 1 групою.

З цієї таблиці видно, що різні дози Цинку в кормосуміші не однаково вплинули на засвоєння його організмом піддослідних корів. Найкраще використовувався Цинк у дослідних групах. В організмі корів 2-ї дослідної групи його щодоби відкладалося 552,80 мг або 36,90 % від спожитої кількості. У тварин 3-ї дослідної групи відклалось Цинку 546 мг (46,40 %) проти 486,40 мг у корів 1-ї контрольної групи, або на 12,30 % більше. Проте з аналогами 2-ї дослідної групи кількість відкладеного Цинку в цій групі є більшою на 9,50 % (Р<0,001). У тварин 4-ї дослідної групи воно було ще більшим – 52,90 % від спожитої кількості, хоча його надходження з 1 кг СР кормосуміші становило 40 мг. У тварин 5-ї дослідної групи, де концентрація Цинку була 35 мг в 1 кг СР кормосуміші, відкладання його в організмі було максимальним – 63,10 % від спожитої кількості.

Щодо засвоєння Цинку в організмі, то за абсолютним значенням воно було найнижчим у корів 1-ї контрольної групи – 596,10 мг проти 661,2–671 мг у тварин дослідних груп. Проте, що стосується засвоєння Цинку відносно спожитої кількості, то воно було найвищим у корів 5-ї дослідної групи – 78,60 %. Концентрація Цинку в 1 кг СР кормосуміші 50 мг забезпечило найвище його засвоєння 671 мг, проти 661,20–668,30 в інших дослідних групах, але відносне його відкладання від спожитого склало 44,80 % проти 56,80–78,60 у 3-й, 4-й та 5-й дослідних групах. Зменшення дози Цинку в 1 кг СР кормосуміші на 5 і 10 мг зменшило виділення Цинку з калом і сечею, що значно знижує забруднення навколишнього середовища важкими металами.

Стосовно виділень Цинку з молоком, то тут спостерігалася така картина. У корів контрольної групи, незважаючи на позитивний баланс, з молоком щодоби виділялося 109,50 мг Цинку (концентрація в 1 кг СР 65 мг). Концентрація Цинку в раціоні корів 2-ї дослідної групи в 1 кг СР 50 мг зумовила збільшення кількості виділеного з молоком Цинку до 118,20 мг, що більше, ніж у контрольній групі, на 8,50 мг, або 7,90 %. У середньодобовому удої молока корів 3-ї дослідної групи вміст Цинку складав 122,10 мг, що більше порівняно з контролем на 12,60 мг або 11,50 %. У середньодобовому удої молока корів 4-ї дослідної групи вміст Цинку складав 127,60 мг, що більше порівняно з контролем на

18,10 мг, або 16,50 %, хоча концентрація Цинку в раціоні становила 40 мг. І, нарешті, в молоці корів 5-ї дослідної групи щодоби виділялося 131,50 мг Цинку, що перевищувало контроль на 22,0 мг, або 20,10 %. Наведені дані свідчать про те, що незважаючи на зниження концентрації Цинку в 1 кг СР раціону, через використання змішанолігандного комплексу відбувається адекватне підвищення його вмісту в молоці корів.

Середньодобовий баланс Мангану наведено в таблиці 4.

4. Середньодобовий баланс Мангану у піддослідних корів (n=3; M±m), мг/гол.

Показник	Групи				
	контрольна	дослідні			
	1	2	3	4	5
Спожито з кормами	1404	1151	1076	1002	892
Виділено: з калом	922,30	734,50	641,40	587,70	538,20
з сечею	2,25	2,20	2,01	1,92	1,98
з молоком	20,40±1,09	20,50±1,11	20,10±1,15	20,70±1,03	20,80±1,07
Всього	945	757,20	663,50	610,30	561
Відкладено в організмі	459	393,80	412,50	391,70	331
у % до спожитого	32,70	34,20	38,30	39,10	37,10
Засвоєно всього:	279,40	414,30	432,60	412,40	351,80
у % до спожитого	19,90	36	40,20	41,20	39,30

З таблиці 4 видно, що введення до раціонів дослідних корів різних доз органічної форми Мангану позитивно вплинуло на його баланс в їхньому організмі. Виділення Мангану з калом у дослідних групах коливалося від 538,20 мг – у 5-й дослідній групі до 734,50 мг – у 2-й дослідній групі, тоді як у контрольній групі його виділилося 922,30 мг. Виділення Мангану із сечею найменшим було у 5-й дослідній групі і становило 1,98 мг проти 2,25 – в у 1-й контрольній групі.

Суттєвого впливу різні дози Мангану органічної форми не показали на вміст його в молоці. Спостерігалась тенденція збільшення Мангану в молоці 2-ї, 4-ї і 5-ї групи порівняно з контролем, а у 3-й дослідній групі навпаки – незначне його зниження. Відклалося Мангану в організмі тварин 1-ї контрольної групи 459 мг. Тоді як у дослідних групах відкладання було нижчим на 10,10–27,90 %. Відсоток засвоєного Мангану до спожитого становив: у 1-й контрольній групі – 19,90 %; у 2-й дослідній групі – 36; у 3-й дослідній групі – 40,20; у 4-й дослідній групі – 41,20 та 5-й дослідній групі – 39,40 %.

Використання органічної форми Кобальту також позитивно вплинуло на його середньодобовий баланс в організмі високопродуктивних корів (табл. 5).

5. Середньодобовий баланс Кобальту у піддослідних корів (n=3; M±m), мг/гол.

Показник	Групи				
	контрольна	дослідні			
	1	2	3	4	5
Спожито з кормами	17,30	16,10	14,30	12,50	10,20
Виділено: з калом	7,93	7,84	6,67	5,74	3,96
з сечею	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11
з молоком	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,02	0,06±0,01	0,06±0,01
Всього	8,15	8,04	6,86	5,92	4,13
Відкладено в організмі	9,15±0,15	8,06±0,15	7,44±0,14	6,58±0,12	6,07±0,13
у % до спожитого	52,90	50,10	52,00	52,60	59,50
Засвоєно всього:	9,21	8,12	7,50	6,64	6,13
у % до спожитого	53,20	50,40	52,50	53,10	60,10

Із даних таблиці 5 видно, що до організму піддослідних тварин надходило Кобальту від 10,20 мг у 5-й дослідній групі до 17,30 мг – у 1-й контрольній групі. При його концентрації в 1 кг СР кормосуміші 0,80 мг у 1-й контрольній групі, 0,70 мг – у 2-й дослідній групі, 0,60 мг – у 3-й дослідній групі, 0,50 мг – у 4-й дослідній групі і 0,40 мг – у 5-й дослідній групі. Такі концентрації Кобальту призвели до різного виділення його з калом та сечею. Чим більше надходило Кобальту в організм тварин з кормами, тим більше його виділялося з калом та сечею. Коливання виділеного Кобальту з калом становило від 3,96 до 7,93 мг, а із сечею від 0,11 до 0,17 мг. З молоком як у корів контрольної, так і дослідних груп практично виділялась однакова кількість Кобальту від 0,06 мг – у 1-й контрольній групі до

0,06 мг – у 3-й та 4-й дослідних групах. Відкладання Кобальту в організмі тварин було найбільшим у 1-й контрольній групі і у міру зниження його рівня в раціонах дослідних груп, знижувалось і його відкладання в організмі.

Балансування раціонів зі вмістом Кобальту через використання змішанолігандного комплексу призвело до високого рівня його засвоєння організмом. Засвоєння Кобальту від спожитого в 1-й контрольній групі складає 53,20 %, у 2-й дослідній групі – 50,40; у 3-й дослідній групі – 52,50; у 4-й дослідній групі – 53,10 і у 5-й дослідній групі – 60,10 %.

Повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів та якісні корми є запорукою успішного і рентабельного молочного скотарства.

Як стверджують дослідники [18, 19, 20, 21, 22], у кормах дуже часто не вистачає Феруму, Купруму, Цинку, Мангану, Кобальту, Йоду, а останніми роками і Селену, які відносяться до біологічно активних речовин, що впливають на обмінні процеси у тваринному організмі.

За даними авторів [1, 2, 4, 11, 12, 17, 18, 26] такі мікроелементи, як Цинк, Манган і Кобальт є структурними компонентами багатьох ферментів, вони беруть участь у метаболізмі нуклеїнових кислот, вуглеводів, білків і жирів, а також необхідні для роботи імунної системи, входять до складу багатьох гормонів впливають на стан шкірного покриву, щільність копитного рогу, сперматогенез, процеси молокоутворення, беруть участь у енергетичному обміні, клітинному диханні, підтримують антиоксидантний статус; регулюють активність розщеплення і всмоктування поживних речовин.

У разі дефіциту цих мікроелементів [1, 2, 4, 11, 12, 26] у раціонах молочних корів порушуються обмінні процеси, що спричиняють деформації скелету та паралічі в новонароджених телят. Через їх нестачу в кормах знижується здатність до відтворення, що проявляється низькою запліднюваністю, абортами, можливим розсмоктуванням плоду та частими гінекологічними захворюваннями, погіршується засвоєння вітамінів групи В, що негативно впливає на молочну продуктивність та вміст жиру в молоці.

Автори [3, 5, 7–9, 23, 27, 28] стверджують, що надходження мікроелементів до тваринного організму як сульфатних і хлоридних сполук, які у шлунково-кишковому каналі легко трансформуються в гідрооксисистеми, що мають низьку біодоступність, призводить до їх дефіциту у тваринному організмі. До того ж мікроелементи у складі комбікормів у формі мінеральних солей мають антагоністичні відносини один з одним. Низька засвоюваність мікроелементів із неорганічних сполук підвищує ризик забруднення навколишнього середовища, оскільки вони більшою мірою виділяються з організму, ніж всмоктуються.

Дослідники [3, 4, 6, 11, 12, 19, 27–34] довели, що органічні форми мікроелементів мають позитивну дію на тваринний організм. Кращі результати отримують у разі використання комплексних сполук металів з амінокислотами або органічними кислотами (лігандами). В такій формі вони легко адсорбуються у кров'яне русло та проникають через мембрану клітин у місця їх локалізації. Використання хелатних комплексів у годівлі тварин позитивно впливає на підвищення продуктивності, крім того, вони є більш перспективними з екологічного погляду.

Висновки

1. Згодовування високопродуктивним коровам Цинку, Мангану і Кобальту у складі змішанолігандних комплексів сприяє підвищенню молочної продуктивності та жирності молока, зменшує потребу в цих елементах та значно зменшує їх виділення в навколишнє середовище.

2. Максимальні показники біогенних елементів, що вивчалися, виявилися в корів 5-ї дослідної групи, годівля яких здійснювалася кормосумішками, де в 1 кг СР містилося Цинку 35 мг, Мангару – 35 мг, Кобальту – 0,40 мг, Селену – 0,30 мг, Купруму – 10 мг і Іоду – 0,90 мг. Краща засвоюваність мікроелементів очевидно, була одним із основних факторів, які зумовили суттєву різницю в молочній продуктивності між коровами 5-ї дослідної та контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо, що в подальшому доцільно дослідити вплив змішанолігандних комплексів Цинку, Мангану і Кобальту у складі раціонів високопродуктивних корів в останній період лактації на їх продуктивність та обмінні процеси.

References

1. Abolinysh, A. F. (1990). Vlijanie razlichnyh istochnikov medi i cinka na koncentraciju medi i funkciju vosproizvodstva u laktirujushhih korov. *Bjuleten' Biologicheskie Osnovy Vysokoj Produktivnosti Sel'skohozjajstvennyh Zhivotnyh*, 1, 45–47 [In Russian].

2. Berzin', N. I. (1990). Reguljacija vsasyvanija cinka v tonkoj kishke. *Bjuleten Biologicheskie osnovy*

Vysokoj Produktivnosti Selskohozjajstvennyh Zhivotnyh, 1, 67–68 [In Russian].

3. Bokova, T. P. (2008). Ispolzovanie biologicheski aktivnyh dobavok v racione zhivotnyh. *Kormlenie Selskohozjajstvennyh Zhivotnyh i Kormoproizvodstvo*, 9, 9–10 [In Russian].

4. Bomko, V. S. Danylenko, V. P., & Povoznikov, M. G. (2016). Pokaznyky vidtvornoi zdatnosti vysokoproduktyvnyh koriv za riznyh rivniv cynku u racionah. *Visnyk Agrarnoi Nauky Prychornomorja*, 2 (89), 1, 35–43 [In Ukrainian].

5. Bomko, V. S., & Danylenko, V. P. (2015). Rezultaty doslidzhen vmistu cynku, kuprumu, manganu, kobaltu, jodu i seleny v kormah zonu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskogo Nacionalnogo Agrarnogo Universytetu*, 6 (28), 87–90 [In Ukrainian].

6. Bomko, V. S. (1997). Himichnyj sklad, peretravnist i pozhyvnist povnoracionnyh kormosumishej. *Visnyk Bilocerkivs'kogo Derzhavnogo Agrarnogo Universytetu*, 3 (1), 113–115 [In Ukrainian].

7. Bomko, V. S., Povoznikov, M. G., & Danilenko, V. P. (2016). Jeffektivnost ispolzovanija premiksov na osnove metalohelatov v kormlenii golshtinskih korov datskogo proishozhdenija v pervye 100 dnej laktacii. *Tavricheskij Nauchnyj Obozrevatel*, 5 (10 (2)), 129–136 [In Russian].

8. Vasileva, E. E., Davatjan, D. A., & Papazjan, T. T. (2005). Zhiznenno vazhnye mikrojelementy, helatirovannye s aminokislotami i korotkimi peptidami. In: *Pticevodstvo: problemy i reshenija*. (123–127). Moskva: Olltek [In Russian].

9. Viktorov, P. (2007). Mikrojelementy v racione. Z*hivotnovodstvo*, 3, 27–30 [In Russian].

10. Vojnar, A. O. (1953). *Biologicheskaja rol mikrojelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka*. Moskva: Sovetskaja nauka [In Russian].

11. Vojnar, A. O. (1956). Fiziologicheskaja rol mikrojelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka i zadachi issledovanij v jetom napravlenie. In: *Mikrojelementy v selskom hozjajstve i medicine*. (499–508). Riga: Zinatne [In Russian].

12. Vorobel, M. I., & Pivtorak, Ja. I. (2011). Znachennja mikroelementiv u zhyttjedijalnosti tvaryn. *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 13 (4 (50)), 54–60 [In Ukrainian].

13. Ivanova, V. L. (Red.). (2000). GOST 25179–90 Moloko. Metody opredeleniya belka. – Vzamen GOST 23453–79; Vveden 01.01.91. In: *Moloko ta molochni produkty. Normatyvni dokumenty: [Dovidnyk]*. Tom 2. (229–233). Lviv: NITs «Leonorm» [In Russian, In Ukrainian].

14. Ivanova, V. L. (Red.). (2000). GOST 5867–90 Moloko i molochnye produkty. Metod opredelenija zhira. [Vzamen GOST 5867–69, GOST 5822–82 v chasti p. 2.2; Vveden 01.07.91]. In: *Moloko ta molochni produkty. Normatyvni dokumenty: [Dovidnyk]*. Tom 2. (100–107). Lviv: NITs «Leonorm» [In Russian, In Ukrainian].

15. *GOST 9225–84. Moloko i molochnye produkty. Metody mikrobiologicheskogo analiza. Dejstvitelen ot 1986-07-01*. (1984). Moskva [In Russian].

16. Gnojevyj, V. I. (2006). *Godivlja i vidtvorennja pogolivja silskogospodarskyh tvaryn v Ukraini: monografija*. Harkiv: Magda LtD [In Ukrainian].

17. Ivanova, N., & Pohlebin, A. (2004). Vlijanie vitaminno-mineralnyh smesej na vosproizvoditelnuju sposobnost korov. *Agrobiznes i Pishhevaja Promyshlennost*, 5, 23 [In Russian].

18. Kantor, O. N. (2007). Ispolzovanie organicheskih mineralov v racionah pticy. *Materialy vostochno-evropejskoj shkoly pticevodstva*. Legsington, Kentukki (USA) [In Russian].

19. Kokorev, V. A., Gurjanov, A. M., & Prytkov, Ju. N. (2004). Optimizacija mineralnogo pitanija selskohozjajstvennyh zhivotnyh. *Zootehnija*, 7, 12–16 [In Russian].

20. Kuznecov, S., & Kuznecov, A. (2003). Mikrojelementy v kormlenii zhivotnyh. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 3, 16–18 [In Russian].

21. Klicenko, G. T., Kulik, M. F., & Kosenko, M. V. (2001). *Mineralne zhivlennja tvarin*. Kyiv: Svit [In Russian].

22. Muhina, N., Smirnova, A., & Smirnov, A. (2007). Mineralnye dobavki, regulirujushhie kislotno-shhelochnoe ravnovesie, v racionah korov. *Kormlenie Sel'skohozjajstvennyh Zhivotnyh i Kormoproizvodstvo*, 7, 41–42. [In Russian].

23. Paujers, R. (2005). Pochemu organicheskie mineraly imejut luchshuju biodostupnost'? *Jeffektivnye Korma i Kormlenie*, 6 (6), 23–26 [In Russian].

24. Petrosjan, A. B. (2010). Priroda biodostupnosti mikrojelementov. *Ptica i Pticeprodukty*, 1, 35–38 [In Russian].

25. Plohinskij, N. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos [In Russian].

26. *GOST 13928–84. Pravila priemki, metody otbora prob i podgotovka ih k analizu*. Dejstvitelen ot

1986-01-01 (1986). Moskva [In Russian].

27. Zaharenko, M., Shevchenko, L., & Myhalska, V. (2004). Rol mikroelementiv u zhyttjedijalnosti tvaryn. *Veterynarna medycyna Ukrainy*, 2, 13–16 [In Ukrainian].

28. Sadovnikova, N. Ju. (2006). Organicheskie mikrojelementy i zdorov'e molochnogo stadae. *Molochnoe i Mjasnoe Skotovodstvo*, 2, 20–22 [In Russian].

29. Fisinin, V., & Suraj, P. (2008). Prirodnye mineraly v kormlenii zhivotnyh i pticy. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 8, 66–68 [In Russian].

30. Fisinin, V., Suraj, P. (2008). Prirodnye mineraly v kormlenii zhivotnyh i pticy. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 9, 62–63 [In Russian].

31. Shishova, L. I. (2013). Ispolzovanie helatnyh mikrojelementov v premiksah dlja laktirujushhih korov. *Kormoproizvodstvo*, 6, 43–44 [In Russian].

32. Zhao, J., Harper, A. F., Estienne, M. J., Webb, K. E., McElroy, A. P., & Denbow, D. M. (2007). Growth performance and intestinal morphology responses in early weaned pigs to supplementation of antibiotic-free diets with an organic copper complex and spray-dried plasma protein in sanitary and nonsanitary environments1. *Journal of Animal Science*, 85 (5), 1302–1310. doi: 10.2527/jas.2006-434

33. Hashimoto A. (1999). Mineral chelates, salts and colloids. *Journal of Nuts*, 980–985.

34. Hellman, H., & Carlson, M. (2003). *Organic and Inorganic Sources of Trace Minerals for Swine Production*. Columbia: Feeding, Universite of Missouri-Columbia.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кропивка Ю. Г., Бомко В. С., Бабенко С. П. Продуктивність корів і обмін цинку, мангану та кобальту у другі 100 днів лактації у разі використання їх змішанолігандних комплексів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 217–225.

© Кропивка Юрій Григорович, Бомко Віталій Семенович, Бабенко Сергій Петрович, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.7.09:616.34-002-022.7:616-07-08-084(477.53-25) |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.28

DIAGNOSTICS, TREATMENT AND PREVENTION OF CANINE PARVOVIRUS ENTERITIS IN THE CLINIC "VETERINARY VIP-SERVICE" IN THE CITY OF POLTAVA

O. V. Titarenko[1]* ORCID 0000-0002-7370-8523
K. S. Pokhylets[2]
A. Yu. Karasenko[1] ORCID 0000-0002-6403-3368

[1] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] "Veterinary VIP-service" LLC "Biocenter", 75a, Panyanka Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: elenavikttit@gmail.com

How to Cite

Titarenko, O. V., Pokhylets, K. S., & Karasenko, A. Yu. (2021). Diagnostics, treatment and prevention of canine parvovirus enteritis in the clinic "Veterinary VIP-service" in the city of Poltava. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 226–233. doi: 10.31210/visnyk2021.01.28

The results of researching diagnostics, treatment and prevention of canine parvovirus enteritis in the city of Poltava have been presented. 338 dogs suffering from parvovirus enteritis were registered in the clinic "Veterinary VIP-service" of Poltava during the period of 2016–2018. The diagnosis of parvovirus enteritis was established in the complex taking into account epizootological data, anamnesis data, and clinical signs. Immune chromatographic express tests based on detecting the pathogen antigen were performed to confirm the diagnosis. During 2019, 105 dogs with parvovirus enteritis were detected in the clinic. The disease epizootic process was characterized by seasonality. Thus, the highest disease intensity was observed in autumn – 36.2 %, and the lowest (16.3 %) – in the winter period. Animals, which fell ill, had not been vaccinated against parvovirus enteritis, or the correct vaccination schedule had not been followed. Most patients with canine parvovirus enteritis were among puppies aged 2–4 months, which made 62.9 % of all diseased animals. Such dog breeds as Yorkshire Terrier, Maltese Lap-dog, Toy Terrier, German Shepherd, and non-pedigree dogs fell ill more often. High effectiveness of the used vaccines Nobivak ChGPPI, Duramun Plus 5 L4, Wangard Plus 5/L, and Eurican ChGPPI2-L for the prevention of parvovirus enteritis in 768 dogs in "Veterinary VIP-service" clinic has been confirmed. A new treatment scheme proposed by us, in contrast to the basic scheme, included the application of another antiemetic preparation Serenia, antispasmodic NO-SPA, hemostatic medicine Contriven, immune-modulating preparation Anfluron and antibiotic Farmazin-50, and also additionally specific hyper-immune serum Giskan-5, sulfanilamide Brovaseptol preparation for injections and probiotics with prebiotics Dolvit Probiotic to restore the intestinal microbiome. It has been clarified that the application of the new treatment scheme proposed by us was more effective than the basic scheme not only because of the speed of animals' recovery, but also for the absence of lethal cases.

Key words: *parvovirus enteritis, dogs, vaccines, prevention, effectiveness of treatment.*

ДІАГНОСТИКА, ЛІКУВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА ПАРВОВІРУСНОГО ЕНТЕРИТУ СОБАК В УМОВАХ КЛІНІКИ «ВЕТЕРИНАРНИЙ VIP-СЕРВІС» МІСТА ПОЛТАВИ

***О. В. Тітаренко*[1], *К. С. Похилець*[2], *А. Ю. Карасенко*[1]**

[1] Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
[2] «Ветеринарний VIP-сервіс» ТОВ «Біоцентр», м. Полтава, Україна

Викладені результати досліджень щодо діагностики, лікування та профілактики парвовірусного ентериту собак у місті Полтаві. Встановлено, що протягом 2016–2018 років в умовах клініки «Ветеринарний VIP-Сервіс» міста Полтави було зареєстровано 338 хворих на парвовірусний ентерит собак. Діагноз на парвовірусний ентерит встановлювали комплексно, зважаючи на епізоотологічні дані, дані анамнезу, клінічні ознаки. Для підтвердження діагнозу проводили імунохроматографічні експрес-тести, засновані на виявленні антигену збудника. Протягом 2019 року у клініці було виявлено 105 хворих на парвовіроз собак. Епізоотичний процес хвороби характеризувався сезонністю. Так, найбільша інтенсивність захворювання була відмічена в осінній період – 36,2 %, а найменша (16,3 %) – у зимовий період. Тварини, які захворіли, не були щеплені проти парвовірусного ентериту, або була недотримана правильна схема вакцинацій. Найбільше хворих на парвовіроз собак було серед цуценят віком 2–4 місяці, що становило 62,9 % від усіх хворих тварин. Частіше хворіли такі породи собак як йоркширський-тер'єр, мальтійська болонка, той-тер'єр, німецька вівчарка та безпородні. Підтверджена висока ефективність застосованих вакцин Нобівак ЧГППІ, Дурамун Плюс 5 Л4, Вангард Плюс 5/Л та Еурікан ЧГППІ2-Л для профілактики парвовірозу на 768 собаках в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс». Нова схема лікування, що ми пропонуємо, на відміну від базової схеми, включала призначення іншого протиблювотного препарату Серенії, спазмолітика Но-шпи, гемостатичного засобу Контривену, імуномодулюючого препарату Анфлурону і антибіотика Фармазину-50, також додатково специфічної гіперімунної сироватки Гіскан-5, сульфаніламідного препарату Бровасептолу для ін'єкцій та пробіотиків з пребіотиками Dolvit Probiotic для відновлення мікробіому кишок. З'ясовано, що застосування запропонованої нами нової схеми лікування було більш ефективним, порівняно із базовою схемою не лише за швидкістю настання одужання тварин, а ще й за відсутністю летальних випадків.

Ключові слова: *парвовірусний ентерит, собаки, вакцини, профілактика, ефективність лікування.*

Вступ

Парвовірусний ентерит собак (парвовіроз), CPV (canine parvovirus) infection – надзвичайно контагіозне інфекційне захворювання з ознаками гастроентериту та міокардиту, що характеризується високою летальністю, в окремих випадках до 100 % [1]. Збудник парвовірозу собак – ДНК-вірус, більш відомий як парвовірус типу 2 або canine parvovirus type 2 (CPV-2), оскільки це другий парвовірус, описаний у собак [2]. На парвовірусний ентерит хворіють цуценята переважно віком від 1 до 6 місяців. Клінічний діагноз на парвовіроз необхідно підтверджувати лабораторними методами [3].

Оскільки вірус, збудник CPV-2 міцно закріпився як серед диких представників популяції родини собачих, так і серед домашніх собак, елімінація вірусу неможлива, і парвовіроз залишається актуальною проблемою на невизначений час [3]. Вірусні ентерити є надзвичайно небезпечними для цуценят та собак мініатюрних порід через те, що спричинюють швидке зневоднення і, як наслідок, загибель тварин [4].

Ентеровірусні інфекції цуценят посідають провідне місце в загальній патології собак. Незважаючи на застосування засобів специфічної профілактики, відмічають широке розповсюдження серед собак вірусних ентеритів, зокрема парвовірозу [5]. Собаки мають значно вищий ризик розвитку хронічних шлунково-кишкових проблем після того, коли пережили клінічний прояв парвовірусної інфекції ще цуценятами [6].

Діагностику парвовірусної інфекції здійснюють, зокрема, шляхом виявлення ДНК-збудника в біоматеріалі (зразках фекалій або ректальних мазках і мазках з глотки) від хворих тварин методом ПЛР у реальному часі [7–9] та методом імуноферментного аналізу [9]. Для швидкої діагностики парвовірусної інфекції в собак також використовують ізольовану ізотермічну ПЛР (iiPCR) [10]. Учені також використовують новітній метод повногеномного скринінгу або секвенування «нового» покоління (NGS – next-generation sequencing) [11].

Швидкі імунохроматографічні аналізи на парвовіроз проводять в умовах ветеринарних клінік і в домашніх умовах [12]. Однак, враховуючи межі чутливості таких тест-комплектів, негативні результати необхідно підтверджувати шляхом дослідження методом ПЛР [12]. У ветеринарній практиці застосовують різні схеми лікування парвовірозу собак [13–17].

Парвовірусний ентерит і надалі спричинює значні матеріальні та моральні збитки власникам собак. Тому *метою* наших досліджень було визначити ефективність лікування і профілактики парвовірозу собак в умовах цілодобової ветеринарної клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» ТОВ «Біоцентр» міста Полтави. Для досягнення зазначеної мети ми виконували такі *завдання*: проаналізувати епізоотичну ситуацію щодо парвовірозу собак у місті Полтаві; порівняти профілактичну ефективність різних вакцин проти парвовірусного ентериту собак, що застосовують в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс»; провести діагностику серед собак, підозрілих щодо захворювання на парвовірусний ентерит; порівняти ефективність двох схем лікування собак, хворих на парвовіроз.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL».

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» ТОВ «Біоцентр» міста Полтави із застосуванням таких методів: епізоотологічного, клінічного, імунохроматографічного, гематологічного, біохімічного та статистичного. Матеріалом для епізоотологічного аналізу були дані звітності клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» міста Полтави стосовно парвовірозу собак за 2016–2018 роки. Ефективність проведення заходів специфічної профілактики парвовірусного ентериту собак в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» визначали протягом 2019 року.

Для цього вакцинували 768 здорових цуценят чотирма різними вакцинами. Щеплення проводили згідно з інструкцією до кожної з вакцин:

1) Нобівак ЧГППІ (Nobivac DHPPI) – проти чуми, вірусного гепатиту, парвовірусної інфекції і парагрипу собак, виробник Інтервет, Нідерланди;

2) Вангард плюс 5/Л (Vanguard Plus 5/L) – проти чуми, інфекційного гепатиту, парагрипу, респіраторної форми аденовірозу, парвовірозу і лептоспірозу, виробник Zoetis Inc., США;

3) Дурамун Плюс 5 Л4 (Duramun Plus 5 L4) – проти чуми м’ясоїдних, аденовірозу, парагрипу, парвовірозу та лептоспірозу собак, виробник Zoetis Inc., США;

4) Еурікан ЧГППІ2-Л (Eurican DHPPI2-L) – проти чуми, аденовірозу, парвовірозу, парагрипу типу 2 і лептоспірозу собак, виробник Меріал, Франція.

При щепленні цуценят вакциною Нобівак ЧГППІ (Nobivac DHPPI) одночасно застосовували і вакцину проти лептоспірозу собак – (Нобівак® Лепто, Nobivac® Lepto).

Після проведення профілактичних вакцинацій здійснювали контроль за щепленими тваринами щодо їх можливого захворювання протягом року.

Діагноз на парвовірусний ентерит у собак в умовах клініки встановлювали комплексно, а саме за епізоотологічними даними, даними анамнезу, клінічними ознаками. При клінічному огляді підозрюваних щодо захворювання собак враховували їхній загальний стан, апетит, температуру тіла, частоту пульсу і дихання, характер акту дефекації, частоту блювання. Клінічні дослідження проводили згідно із загальноприйнятою методикою [18].

Для підтвердження діагнозу на парвовіроз проводили імунохроматографічні експрес-тести, засновані на виявленні антигену збудника:

1) експрес-тест Парвовірус собак Ag Test (CPV Ag) – виробник – Quicking Biotech Co., Ltd, Китай;

2) експрес-тест Парвововірус собак Ag Test (CPV Ag) – виробник – Sigmed Sp. Z o.o, Польща;

3) експрес-тест VetExpert CPV Ag (CPV Ag) – виробник – VetExpert, Польща.

Для цього у підозрюваних на парвовірусний ентерит собак відбирали біологічний матеріал (фекалії) стерильною ватною паличкою. Потім її поміщали у флакон з буфером для аналізу на 1 хвилину. Після цього 3 краплі досліджуваного зразка наносили в лунку з діагностикумом і чекали 5–10 хвилин. Результат експрес-діагностики вважали позитивним при появі двох зафарбованих ліній на С – контрольній, і Т – тестовій рисках.

Від хворих на парвовіроз собак відбирали проби цільної крові для загального аналізу, який проводили в умовах клініки на аналізаторі URIT-2900 Vet Плюс виробництва Китаю. Також досліджували проби сироватки крові на біохімічному аналізаторі Biochem SA виробництва США з використанням реагентів HTI США.

З метою визначення ефективності різних схем лікування проведено експериментальне дослідження. В досліді використано базову схему лікування, а також ту, що ми удосконалили.

Для цього сформовано дві групи тварин із хворих цуценят віком 2–4 місяці (контрольну і дослідну по 10 у кожній), які не були щеплені проти парвовірозу. При цьому за базовою (першою) схемою лікували 10 тварин контрольної групи, а за тією, що ми запропонували (другою) – лікували 10 тварин дослідної групи.

Для лікування тварин за 1 і 2 схемами застосовували інфузійну терапію. Для цього тваринам обох груп внутрішньовенно вводили нагріті до 38 °С розчин Рінгера та 0,9 % розчин натрію хлориду з розрахунку 35–40 см^3/кг і 5 % розчин глюкози в дозі 10 см^3/кг упродовж 3–5 днів. Для стимуляції процесів обміну речовин в організмі 1 раз на день застосовували препарат катозал у дозі 1–1,5 мл. Також внутрішньовенно вводили 1 % трифузол, як противовірусний, кардіо- та гепатопротекторний засіб із розрахунку 1 мл на 10 кг ваги тіла тварини. Для відновлення гідратації організму інфузію проводили двічі на добу.

Собакам контрольної групи, окрім вищенаведених препаратів застосовували: протиблювотний засіб «Ондасетрон», спазмолітичний препарат 2 % «Папаверин», гемостатичний препарат 12,5 % «Етамзилат», імуностимулятор «Риботан», антибіотик цефалоспоринового ряду «Кобактан» 2,5 %, ентеросорбент «Пресорб».

Собакам дослідної групи застосовували: протиблювотний препарат «Серенію», спазмолітик «Но-шпу», гемостатик «Контривен», противовірусний і імуномодулюючий препарат «Анфлурон», гіперімунну сироватку проти чуми, парвовірусного, коронавірусного ентеритів і аденовірусної інфекції собак «Гіскан-5», антибіотик широкого спектру дії «Фармазин-50»; сульфаніламідний препарат «Бровасептол» для ін'єкцій, ентеросорбент «ДіаДог&КЕТ» та пробіотик і пребіотик «Dolvit Probiotic».

Усім собакам, яких лікували, було призначено голодну дієту.

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом 2016–2018 років в умовах клініки «Ветеринарний VIP-Сервіс» міста Полтави було зареєстровано 338 хворих на парвовірусний ентерит собак, зокрема, 2016 року – 95 тварин, 2017 року – 115, 2018 року – 128 собак.

Частіше хворіли такі породи собак, як йоркширський тер'єр, мальтійська болонка, той-тер'єр, німецька вівчарка та безпородні.

Хворих на парвовіроз собак реєстрували кожного місяця впродовж року. Епізоотичний процес парвовірусного ентериту собак у місті Полтаві характеризувався сезонністю. Так, найбільша інтенсивність захворювання припадала на осінній період – 36,2 %, а найменша на зимовий період – 16,3 %. Влітку захворіло 24,7 % собак, а навесні – 22,8 % тварин.

Протягом 2019 року в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» було щеплено 768 тварин, при цьому найчастіше застосовували вакцину Нобівак ЧГППІ (табл. 1).

1. Дані щодо кількості собак, щеплених проти парвовірусного ентериту в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» міста Полтави

Вакцина	Щеплено тварин	
	гол	%
Нобівак ЧГППІ	278	36,2
Дурамун Плюс 5 Л4	165	21,5
Вангард плюс 5/Л	197	25,7
Еурікан ЧГППі 2-Л	128	16,6
Всього	*768*	*100,0*

Згідно з проаналізованими протягом року даними журналів клініки, випадків захворювання на парвовіроз серед щеплених згідно з інструкціями собак зареєстровано не було. Це підтверджує високу профілактичну ефективність усіх вакцин, що застосовуються у клініці «Ветеринарний VIP-сервіс».

Протягом року у клініці зареєстровано 135 звернень господарів собак з підозрою на парвовіроз. За цей період виявлено 105 хворих на парвовіроз собак (табл. 2). З'ясовано, що тварини, які захворіли, не щеплені проти парвовірусного ентериту, або не дотримана правильна схема вакцинацій (зроблено лише одне щеплення).

2. Захворюваність на парвовіроз собак різного віку протягом року

Вік тварин	Кількість хворих тварин	%
2-4 міс	66	62,9
4-6 міс	20	19,0
6-8 міс	12	11,4
8-9 міс	7	6,7
Всього	*105*	*100*

З таблиці 2 видно, що найбільше хворих на парвовіроз тварин було серед цуценят віком 2–4 місяці. Їх було зареєстровано 66, що становило 62,9 % від усіх хворих собак. Кількість цуценят віком 4–6 місяці склала 19,0 % від всіх хворих. Тварин віком 6–8 місяців, хворих на парвовірусну інфекцію, було виявлено 11,4 %.

Найменшу кількість собак, уражених парвовірозом, було зареєстровано серед тварин віком 8–9 місяців, які становили 6,7 % від всіх хворих.

У результаті досліджень крові у хворих тварин відмічено еритропенію та лейкопенію (табл. 3). Ці зміни морфологічних показників є патогномонічними ознаками при захворюванні на парвовіроз й підтверджуються результатами досліджень інших авторів [19, 22–23].

3. Морфологічні показники крові собак, хворих на парвовірусний ентерит, n=10 (M±m)

Показники	Норма	Середні показники у хворих тварин
Лейкоцити (WBC), 10^9/L	6,0–16,0	5,2±0,12
Лімфоцити (LYM), %	12–30	9,0±0,43
Моноцити (MID), %	1–7	4,0±0,42
Гранулоцити (GRAN), %	60–83	63,0±4,78
Лімфоцити (LYM), 10^9/L	0,8–5,1	0,5±0,06
Моноцити (MID), 10^9/L	0,0–1,8	1,2±0,08
Гранулоцити (GRAN), 10^9/L	4,0–12,6	6,0±0,61
Еритроцити (RBC), 10^{12}/L	5,6–8,0	4,2±0,25
Гемоглобін (HGB), g/L	120–180	134,0±5,22
Гематокрит (HCT), %	37–55	61,0±2,25
Тромбоцити (PLT), 10^9/L	190–550	214,0±23,75

Примітки: норми подано згідно керівництва з експлуатації аналізатора URIT-2900 Vet Плюс [20].

Дані таблиці 3 свідчать про те, що лейкопенія у хворих собак виникала через зменшення кількості лімфоцитів до 9 %.

Такі показники крові, як кількість моноцитів, гранулоцитів, тромбоцитів та вміст гемоглобіну у хворих собак були в межах фізіологічної норми.

У хворих тварин також відмічали підвищення середнього показника гематокриту до 61,0 %, що свідчило про дегідратацію організму. У сироватці крові хворих тварин відмічали незначне зменшення вмісту калію до 3,8 ммоль/л та підвищення активності лужної фосфатази до 82 од./л, що свідчило про порушення видільної функції жовчних протоків (табл. 4).

З даних таблиці 4 видно, що вміст загального білка був незначно знижений (до 48 г/л). Це можна пояснити тим, що білок не надходив у достатній кількості до організму тварини через знижений апетит, а потім і відмову від корму. Крім того, через порушення функції органів травлення білок не всмоктувався у кишках. Такі зміни біохімічних показників відповідають дослідженням інших вчених [22–23].

Решта біохімічних показників були в межах фізіологічної норми.

Визначаючи ефективність удосконаленої схеми лікування, яка на відміну від традиційної схеми включала: призначення іншого протиблювотного засобу, спазмолітика, гемостатичного препарата, імуностимулятора і антибіотика, також додатково специфічної гіперімунної сироватки, сульфаніламідного препарату для ін’єкцій та пробіотиків з пребіотиками для відновлення мікробіому кишок, ми з’ясували, що це сприяло позитивним зрушенням з боку клінічного стану хворих тварин.

Отже, при лікуванні тварин контрольної групи летальні наслідки зареєстровано у двох тварин: цуценя мальтійської болонки віком 2,5 місяця та той-тер’єр віком 3,5 місяця загинули на 3-й день лікування.

4. Біохімічні показники сироватки крові собак, хворих на парвовірусний ентерит, n=10 (M±m)

Показники	Норма	Середні показники у хворих тварин
Аланінамінотрансфераза (АлАТ), од/л	6–65	56,0±4,20
Аспартатамінотрансфераза (АсАТ), од/л	10–43	37,0±4,30
Загальний білок, г/л	50–72	48,0±0,82
Альбуміни, г/л	22–39	28,0±5,24
Лужна фосфатаза, од/л	8–76	82,0±8,20
Амілаза, ммоль/л	350–1650	384,0±43,4
Глюкоза, мкмоль/л	3,33–6,38	4,2±0,10
Загальний білірубін, мкмоль/л	0–9,16	1,8±0,05
Прямий білірубін, мкмоль/л	0–1,71	0,7±0,02
Непрямий білірубін, мкмоль/л	0–8,55	2,6±0,16
Креатинін, мкмоль/л	44,2–114,92	58,4±5,10
Сечовина, ммоль/л	0–7,85	3,9±0,32
Кальцій, ммоль/л	2,29–2,76	2,4±0,25
Фосфор, ммоль/л	0,74–1,77	1,6±0,05
Калій, ммоль/л	4,0–5,4	3,8±0,15

Примітки: норми подано згідно з керівництвом з експлуатації аналізатора Biochem SA [21].

Встановлено, що хворобливий стан у тварин тривав 7 днів. При цьому пронос зберігався до 5 днів. Блювотні маси спершу виділялися з жовчю, а на 3-й і 4-й день собаки блювали тягучою слиною. Клінічні ознаки хвороби зникали на 7-й день лікування.

У дослідній групі, на відміну від тварин контрольної групи, блювоту й пронос спостерігали лише впродовж 2 днів. Калові маси були м’якої консистенції протягом 3–4 діб. Клінічні ознаки хвороби зникали на 5-й день лікування, у тварин з’являвся апетит.

Варто зазначити, що у разі використання удосконаленої схеми лікування жодна тварина не загинула. Отже, при лікуванні тварин за другою терапевтичною схемою спостерігали більш швидке зникнення клінічних ознак й швидке одужання, і найголовніше – відсутність летальних випадків. Зокрема, летальність серед тварин контрольної групи склала 20 %, тобто терапевтична ефективність другої схеми лікування була на 20 % вища, ніж першої схеми.

Висновки

Підтверджена висока профілактична ефективність вакцин Нобівак ЧГППІ, Дурамун Плюс 5 Л4, Вангард Плюс 5/Л та Еурікан ЧГППІ2-Л для профілактики парвовірозу собак. Тварини, які захворіли, не були щеплені проти парвовірусного ентериту, або не була дотримана правильна схема вакцинацій. Найбільше хворих на парвовіроз собак було серед цуценят віком 2–4 місяці, що становило 62,9 % від усіх хворих тварин. Запропонована нова схема лікування парвовірусного ентериту була більш ефективною, тому що спостерігали більш швидке покращення загального стану і одужання тварин та відсутність летальних випадків.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях плануємо провести епізоотологічний моніторинг хвороб собак різної етіології з симптомокомплексом, характерним для ентеровірусів, у місті Полтаві.

References

1. Kumar, M., Nandi, S., & Chidri, S. (2010). Development of a polyclonal antibody-based AC-ELISA and its comparison with PCR for diagnosis of canine parvovirus infection. *Virologica Sinica,* 25 (5), 352–360. doi: 10.1007/s12250-010-3132-x

2. Binn, L. N., Lazar, E. C., Eddy, G. A., & Kajima, M. (1970). Recovery and characterization of a minute virus of canines. *Infection and Immunity,* 1 (5), 503–508. doi: 10.1128/iai.1.5.503-508.1970

3. Pollock, R. V. H., & Coyne, M. J. (1993). Canine Parvovirus. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 23 (3), 555–568. doi: 10.1016/s0195-5616(93)50305-4

4. Osterhaus, A. D. M. E., Drost, G. A., Wirahadiredja, R. M. S., & van den Ingh, T. S. G. A. M. (1980). Canine viral enteritis: Prevalence of parvo-, corona- and rotavirus infections in dogs in the Netherlands.

Veterinary Quarterly, 2 (4), 181–190. doi: 10.1080/01652176.1980.9693779

5. Radzihovskij M.L. (2016). Monitoring enteritiv virusnoyi etiologiyi u sobak. *Naukovij Visnik Lvivskogo Nacionalnogo Universitetu Veterinarnoyi Medicini ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhickogo. Seriya: Veterinarni Nauki*, 18 (1), 138–141 [In Ukrainian].

6. Kilian, E., Suchodolski, J. S., Hartmann, K., Mueller, R. S., Wess, G., & Unterer, S. (2018). Long-term effects of canine parvovirus infection in dogs. *PLOS ONE*, 13 (3), e0192198. doi: 10.1371/journal.pone.0192198

7. Meggiolaro, M. N., Ly, A., Rysnik-Steck, B., Silva, C., Zhang, J., Higgins, D. P., Muscatello, G., Norris, J. M., Krockenberger, M., & Šlapeta, J. (2017). MT-PCR panel detection of canine parvovirus (CPV-2): Vaccine and wild-type CPV-2 can be difficult to differentiate in canine diagnostic fecal samples. *Molecular and Cellular Probes*, 33, 20–23. doi: 10.1016/j.mcp.2017.02.007

8. Gizzi, A., Oliveira, S., Leutenegger, C. M., Estrada, M., Kozemjakin, D., Stedile, R., Marcondes, M., & Biondo, A. (2014). Presence of infectious agents and co-infections in diarrheic dogs determined with a real-time polymerase chain reaction-based panel. *BMC Veterinary Research*, 10 (1), 23. doi:10.1186/1746-6148-10-23

9. Markovich, J. E., Stucker, K. M., Carr, A. H., Harbison, C. E., Scarlett, J. M., & Parrish, C. R. (2012). Effects of canine parvovirus strain variations on diagnostic test results and clinical management of enteritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 241 (1), 66–72. doi: 10.2460/javma.241.1.66

10. Wilkes, R. P., Lee, P.-Y. A., Tsai, Y.-L., Tsai, C.-F., Chang, H.-H., Chang, H.-F. G., & Wang, H.-T. T. (2015). An insulated isothermal PCR method on a field-deployable device for rapid and sensitive detection of canine parvovirus type 2 at points of need. *Journal of Virological Methods*, 220, 35–38. doi: 10.1016/j.jviromet.2015.04.007

11. Bhatta, T. R., Chamings, A., Vibin, J., & Alexandersen, S. (2019). Detection and characterisation of canine astrovirus, canine parvovirus and canine papillomavirus in puppies using next generation sequencing. *Scientific Reports*, 9 (1). doi:10.1038/s41598-019-41045-z

12. Decaro, N., Desario, C., Beall, M. J., Cavalli, A., Campolo, M., DiMarco, A. A., Amorisco, F., Colaianni, M. L., & Buonavoglia, C. (2010). Detection of canine parvovirus type 2c by a commercially available in-house rapid test. *The Veterinary Journal*, 184 (3), 373–375. doi: 10.1016/j.tvjl.2009.04.006

13. Zazharskij, V. V., & Dimura, A. V. (2015). Osoblivosti diagnostiki ta likuvannya parvovirusnogo enteritu m'yasoyidnih v umovah derzhavnoyi likarni veterinarnoyi medicini mista Dnipropetrovska. *Naukovo-Tehnichnij Byuleten NDC biobezpeki ta Ekologichnogo Kontrolyu Resursiv APK*, 3 (2), 46–51. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/329028379 [In Ukrainian].

14. Shestakovska, V. M., & Gumennij, O. G. (2016). Likuvannya parvovirusnogo gastroenteritu u cucenyat. *Naukovij Visnik Veterinarnoyi Medicini*, 1, 107–110. Retrieved from: https://nvvm.btsau.edu.ua [In Ukrainian].

15. Otto, C. M., Jackson, C. B., Rogell, E. J., Prior, R. B., & Ammons, W. S. (2001). Recombinant bactericidal/permeability-increasing protein (rBPI21) for Treatment of Parvovirus Enteritis: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 15 (4), 355–360. doi: 10.1111/j.1939-1676.2001.tb02329.x

16. Martin, V., Najbar, W., Gueguen, S., Grousson, D., Eun, H.-M., Lebreux, B., & Aubert, A. (2002). Treatment of canine parvoviral enteritis with interferon-omega in a placebo-controlled challenge trial. *Veterinary Microbiology*, 89 (2-3), 115–127. doi: 10.1016/s0378-1135(02)00173-6

17. Goddard, A., & Leisewitz, A. L. (2010). Canine Parvovirus. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40 (6), 1041–1053. doi: 10.1016/j.cvsm.2010.07.007

18. Kondrahin, I. P., Kesarev, E. A., & Zubrilova, L. S. (1989). *Rekomendacii po dispanserizacii sluzhebnyh sobak*. Moskva [In Russian].

19. Mylonakis, M., Kalli, I., & Rallis, T. (2016). Canine parvoviral enteritis: an update on the clinical diagnosis, treatment, and prevention. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 7, 91–100. doi: 10.2147/vmrr.s80971

20. Avtomaticheskij gematologicheskij analizator. Rukovodstvo po ekspluatacii. Retrieved from: https://diakonvet.ru/wp-content/uploads/2019/02/urit-2900vet-plus-rukovodstvo-polzovatelya.pdf [In Russian].

21. Tehnicheskaya i ekspluatacionnaya dokumentaciya medicinskogo oborudovaniya firmy «High Technology». Retrieved from: http://medtechnician.ru/firms.php?function=8 [In Russian].

22. Sokolyuk, V. M., Radzihovskij, M. L., Dishkant, O. V., & Kolesnik, N. L. (2018). Parvovirusnij

enterit sobak. *Monografia Pokonferencyjna, Science, Reserch, Development, Belgrade (Serbia)*, 12, 7–12. Retrieved from: http://konferenciya.com.ua/files/84_22(1).pdf [In Ukrainian].

23. Dishkant, O. V., Radzihovskij, M. L., & Rozumnyuk, A. V. (2016). Morfologichni ta biohimichni pokazniki krovi sobak, urazhenih parvovirusnim enteritom. *Veterinarna Biotehnologiya*, 29, 226–232. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 21.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тітаренко О. В., Похилець К. С., Карасенко А. Ю. Діагностика, лікування та профілактика парвовірусного ентериту собак в умовах клініки «Ветеринарний VIP-сервіс» міста Полтави. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 226–233.

© Тітаренко Олена Вікторівна, Похилець Катерина Станіславівна, Карасенко Анна Юріївна, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.598.09: 616.995.1 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.29

COMPARATIVE EFFICACY OF MODERN METHODS OF SCATOSCOPIC DIAGNOSTICS FOR NEMATODOSES OF GEESE DIGESTIVE CANAL

S. Mykhailiutenko* ORCID 0000-0001-6634-1244
A. Zamaziy ORCID 0000-0003-3138-0424

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: sv_81@ukr.net

How to Cite *Mykhailiutenko, S., & Zamaziy, A., (2021). Comparative efficacy of modern methods of scatoscopic diagnostics for nematodoses of geese digestive canal. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 234–240. doi: 10.31210/visnyk2021.01.29*

Diagnostics of parasitic diseases in animal husbandry is an extremely important component of a complex of anti-epizootic measures aimed at achieving veterinary well-being and creating highly productive herds of animals. Today, both in Ukraine and in the whole world, scientists have developed and implemented in the practice of veterinary medicine a large number of methods of lifetime scatoscopic diagnostics. According to their characteristics, they are divided into qualitative and quantitative. The latter are more convenient, because they allow to specifically establish the rate of the body infestation with a pathogen of a parasitic disease. Therefore, the aim of the conducted research was to characterize the diagnostic efficacy of some modern methods of scatoscopic diagnosing heterakosis and amidostomosis of geese. The work was performed in the Laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian Academy. During the experiment, modern methods of scatoscopic diagnostics, patented in Ukraine, were compared. In particular, the methods of Sorokova (Ukrainian patent for utility model № 141225), Manoilo (Ukrainian patent for utility model № 108380), Natiahla (Ukrainian patent for utility model № 111568) for heterakosic and amidostomosic invasions of geese were tested. The studies have established a high diagnostic effectiveness of the method of Sorokova (2020), according to which a combined solution of lime saltpeter ($Ca(NO_3)_2$) and ammonium nitrate (NH_4NO_3) was used as a flotation fluid. In particular, the method proved to be more effective in terms of the number of positive samples for amidostomosis and heterakosis of geese. The used technique exceeded the indicators of diagnostic efficacy of Manoilo's methods (by 26.67 and 35.71 %, respectively) and Natiahla's method (by 6.67 and 21.43 %, respectively). Sorokova's method turned out to be more effective as to the number of detected eggs in the sample. In case of heterakosic invasion, as compared with the methods of Natiahla and Manoilo, it was by 13.98 and 27.56 % ($p<0.05$), respectively, more effective. In the case of amidostomosic invasion, Sorokova's method was more effective in comparison with the methods of Natiahla and Manoilo by 10.69 and 30.42 % ($p<0.01$). Thus, the obtained data expand the choice of quantitative scatoscopic diagnostic methods for doctors of veterinary medicine while conducting diagnostic activities on goose farms.

Key words: *scatoscopic diagnostics, efficacy, heterakosis, amidostomosis, geese.*

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ СПОСОБІВ КОПРООВОСКОПІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЗА НЕМАТОДОЗІВ ТРАВНОГО КАНАЛУ ГУСЕЙ

С. М. Михайлютенко, А. А. Замазій
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Діагностика паразитарних захворювань у тваринництві є надзвичайно важливою складовою комплексу протиепізоотичних заходах, які спрямовані на досягнення ветеринарного благополуччя та створення високопродуктивних стад тварин. Нині як в Україні, так й світі в цілому, науковцями розроблено та впроваджено у практику ветеринарної медицини велику кількість способів зажиттєвої копроскопічної діагностики. За своїми характеристиками вони поділяються на якісні та кількісні. Останні є більш зручними, адже дозволяють конкретно встановити показник інвазованості організму тим чи іншим збудником паразитарного захворювання. Тому метою проведених досліджень було охарактеризувати діагностичну ефективність деяких сучасних способів копроовоскопічної діагностики за гетеракозу та амідостомозу гусей. Роботу виконували в умовах лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії. У досліді порівнювали сучасні способи копроовоскопічної діагностики, які є запатентованими на території України. Зокрема, було випробувано способи Сорокової (патент України на корисну модель № 141225), Манойло (патент України на корисну модель № 108380); Натяглої (патент України на корисну модель № 111568) за гетеракозної та амідостомозної інвазії гусей. Дослідженнями встановлена висока діагностична ефективність способу Сорокової (2020), згідно якого в якості флотаційної рідини використано комбінований розчин з кальцієвої ($Ca(NO_3)_2$) та аміачної селітри (NH_4NO_3). Зокрема, спосіб виявився ефективнішим за кількістю позитивних зразків як за амідостомозу, так і за гетеракозу гусей. Використана методика перевищувала показники діагностичної ефективності способів Манойло (на 26,67 і 35,71 % відповідн) та Натяглої (на 6,67 й 21,43 % відповідно). Спосіб Сорокової виявився ефективнішим за показником кількості виявлених яєць в зразку. За гетеракозної інвазії порівняно зі способами Натяглої та Манойло – на 13,98 та 27,56 % ($p<0,05$) відповідно. За амідостомозної інвазії спосіб Сорокової виявився ефективнішим порівняно зі способами Натяглої та Манойло на 10,69 та 30,42 % ($p<0,01$). Таким чином, отримані дані розширюють вибір кількісних копроовоскопічних методів діагностики для лікарів ветеринарної медицини при проведенні діагностичних заходів у гусівничих господарствах.

Ключові слова: *копроовоскопічна діагностика, ефективність, гетеракоз, амідостомоз, гуси.*

Вступ

Птахівництво, зокрема гусівництво, є важливою та невід'ємною складовою агропромислового комплексу України. М'ясне птахівництво здатне задовольнити потреби населення у дієтичних продуктах харчування [1–4]. Ця галузь у своєму розвитку надзвичайно швидко перейшла на промислову основу. Завдяки високим відтворювальним якостям птиці, в порівнянні з іншими видами тварин, сучасне птахівництво є досить гнучким, і за короткий термін здатне адаптуватися до постійно змінних запитів споживачів та ринку в цілому [5–8].

Незважаючи на гнучкість галузі гусівництва щодо сучасних вимог ринку, одним з факторів, що забезпечує ефективність її розвитку, є ветеринарне благополуччя птахогосподарств щодо гельмінтозів. Серед хвороб паразитарної етіології у гусей варто виділити нематодози травного тракту, викликані паразитуванням гельмінтів видів *Heterakis dispar* (Schrank, 1790), *Heterakis gallinarum* (Schrank, 1788) та *Amidostomum anseris* (Zeder, 1800). Внаслідок гетеракозної та амідостомозної інвазії, і особливо, за їх асоціативного перебігу, молодняк гусей значно відстає у рості й розвитку, знижується продуктивність та племінна цінність дорослих гусей, інколи реєструють летальні випадки [9–13]. У зв'язку з цим, важливо вчасно та ефективно проводити діагностику цих захворювань.

З літературних джерел відомо, що з метою зажиттєвої діагностики нематодозів тварин застосовують копроскопічні методи. Ці методи засновані на використанні в якості флотаційних розчинів рідин з високою питомою вагою та їх здатності виштовхувати на поверхню розчинів яєць паразитів [14–16].

Так, в Україні розробкою та удосконаленням способів копроовоскопічної діагностики паразитарних захворювань у тварин займається й декларує у вигляді патентів велика кількість науковців. Зокрема, Галат М. В. та Євстаф'єва В. О. «Лічильна камера Галат-Євстаф'євої» (Патент України на КМ № 26816) [17, 18]; Євстаф'єва В. О. «Спосіб копроскопічної діагностики паразитозів тварин» (Патент

України на КМ № 26038) [19]; Галат В. Ф., Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О., Пругло В. О. «Спосіб копроовоскопічної діагностики трихурозу свиней» (Патент України на КМ № 100202) [20, 21]; Манойло Ю. Б., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В. «Спосіб копроовоскопічної діагностики езофагостомозу свиней» (Патент України на КМ № 108380) [22, 23]; Натягла І. В., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В. «Спосіб зажиттєвої копроовоскопічної діагностики капіляріозу курей» (Патент України на КМ № 111568) [24, 25]; Галат В.Ф., Герасимчук В. О. «Спосіб експрес-діагностики еймеріїдозів і нематодозів м'ясоїдних тварин» (Патент України на КМ № 26241) [26]; Сорока Н. М., Митрофанов С. В. «Картридж-насадка для діагностики паразитів тварин» (Патент України на КМ № 79438) [27]; Кичилюк Ю. В., Сорока Н. М. «Спосіб експрес-діагностики еймеріозу свиней» (Патент України на КМ № 58058) [28]; Міхалап Е. С., Міроненка В. М., Сорока Н. М., Слободян Р. О. «Спосіб діагностики балантидіозу свиней і жуйних» (Патент України на КМ № 44514) [29]; Бирка В. І., Приходько Ю. О., Мазанний О. В. «Спосіб кількісного визначення яєць гельмінтів» (Патент України на КМ № 9265) [30]; Мельничук В. В., Юськів І. Д. «Спосіб кількісної копроовоскопічної діагностики нематодозів травного каналу жуйних тварин» (Патент України на КМ № 141207) [31]; Сорокова С. С., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В. «Способів копроовоскопічної діагностики стронгілоїдозу овець» (Патент України на КМ № 141225) [32, 33] та багато інших.

Перераховані способи, в основному, розроблені авторами для діагностики конкретних захворювань тварин, за яких вони дають високий рівень діагностичної ефективності. В той же час, дослідниками не було розглянуте питання щодо діагностичної ефективності вказаних способів за інших гельмінтозів.

Тому *метою* наших досліджень було охарактеризувати діагностичну ефективність сучасних способів копроовоскопічної діагностики за гетеракозу та амідостомозу гусей.

У завдання досліджень входило дослідним шляхом встановити діагностичну ефективність сучасних способів копроовоскопічної діагностики: Манойло й ін. (2016), Натяглої й ін. (2016), Сорокової й ін. (2020) за нематодозів травного тракту гусей.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували упродовж 2020 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії.

З метою визначення діагностичної ефективності загальновідомих способів копроовоскопічної діагностики нематодозів гусей здійснено дослідження 90 зразків посліду від хворих на амідостомоз та гетеракоз гусей. Гельмінтоовоскопію проб посліду проводили за методами Трача В. Н. (1992) [34]. Визначення видової належності яєць паразитів проводили за допомогою атласу диференціальної діагностики гельмінтів Черепанова А. А. та ін. (1999) [35].

Отриманий матеріал досліджували трьома способами (табл.) з однаковим терміном відстоювання 10 хв (згідно рекомендацій до способів).

Характеристика флотаційних рідин, що запропоновані згідно досліджуваних способів копроовоскопії

Автори способу	Рік реєстрації	Склад комбінованої флотаційної суміші	Питома вага, г/см^3	Джерело
Манойло Ю. Б., Євтаф'єва В. О., Мельничук В. В.	2016	розчин натрію хлориду (400 г / 1 л води) та цукор (1670 г / 1 л води) у співвідношенні 1 : 1	1,26−1,28	[22]
Натягла І. В., Євтаф'єва В. О., Мельничук В. В.	2016	розчин натрію хлориду (400 г / 1 л води) та цукор (1670 г / 1 л води) у співвідношенні 1,5 : 1	1,25–1,27	[24]
Сорокова С. С., Євтаф'єва В. О., Мельничук В. В.	2020	насичений розчин кальцієвої селітри (800 г / 1 л води) та аміачної селітри (1500 г / 1 л води) у співвідношенні 1 : 1,5	1,32–1,34	[32]

Критерієм оцінки слугували наступні показники: число позитивних проб, середня кількість яєць нематод у 1 г фекалій та їх мінімальні й максимальні значення. Статистичну обробку отриманих результатів експериментальних досліджень здійснювали шляхом визначення середнього арифметичного (M) та його стандартного відхилення (SD).

Результати досліджень та їх обговорення

Результатами здійснених копроовоскопічних досліджень встановлена висока діагностична ефективність способу Сорокової за амідостомозу та гетеракозу гусей. Спосіб виявився ефективнішим як за кількістю позитивних зразків, так й за показником середньої кількості виявлених яєць у зразку порівняно зі способами Манойло ($p<0,05$; $p<0,01$) та Натяглої (рис. 1–3).

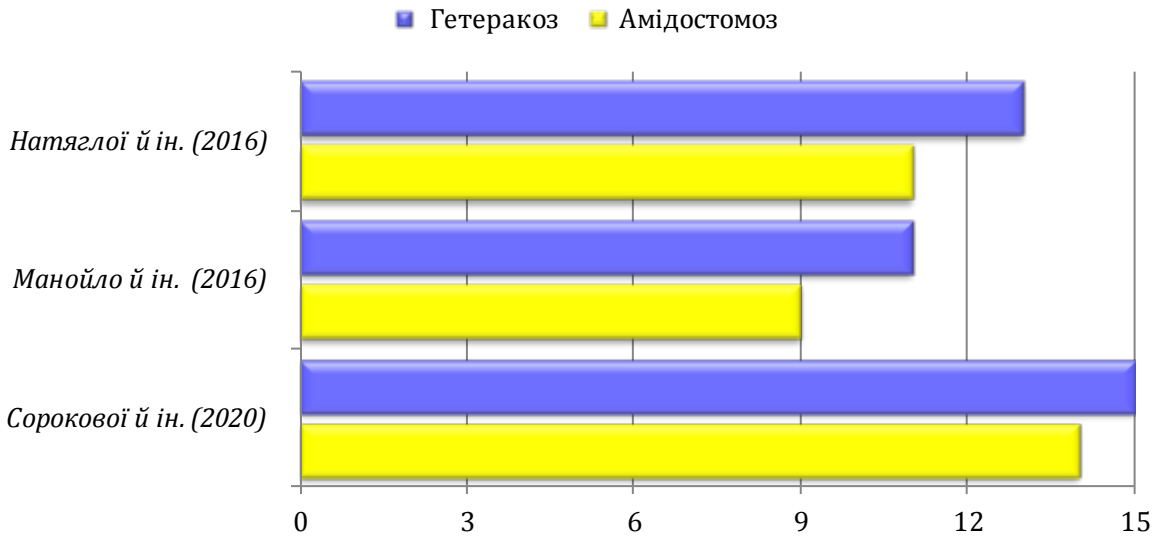


Рис. 1. Порівняльна ефективність копроовоскопічних способів діагностики за кількістю позитивних зразків (n=15)

Згідно отриманих даних встановлено, що за кількістю позитивних зразків як за амідостомозу, так й за гетеракозу спосіб Сорокової виявився ефективнішим за способи Манойло на 26,67 й 35,71 % відповідно, та Натяглої – на 6,67 й 21,43 % відповідно.

Характеризуючи показник середньої інтенсивності інвазії встановлено, що один і той же спосіб володіє різною ефективністю відносно яєць гетеракисів та амідостом (рис. 2, 3).

Так інтенсивність гетеракозної інвазії за використання способу Манойло в середньому становила 216,36±119,94 ЯГП (за коливань від 40 до 480 ЯГП). Використання способу Натяглої характеризувалося підвищенням кількості виявлених яєць в зразках до 256,92±124,32 ЯГП (за коливань від 40 до 500 ЯГП). В той же час, найбільшу кількість яєць нематод виявлено за використання способу Сорокової. Так, інтенсивність інвазії за використання цього способу становила 298,67±122,23 ЯГП (за коливань від 160 до 560 ЯГП) (рис. 2).

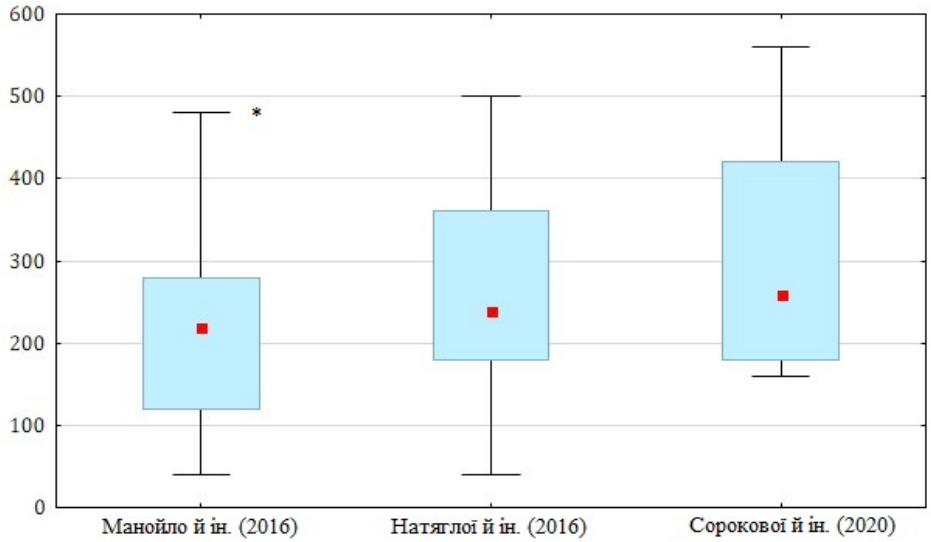


Рис. 2. Порівняльна ефективність копроовоскопічних способів діагностики гетеракозу гусей за показником інтенсивності інвазії, n=15

Таким чином згідно результатів проведених досліджень за гетеракозної інвазії гусей спосіб Сорокової виявився ефективнішим за показником кількості виявлених яєць порівняно зі способом Натяглої на 13,98 %, Манойло – на 27,56 % ($p<0,05$).

Аналізуючи ефективність способів за амідостомозної інвазії встановлено, що застосування способу Манойло призводило до виявлення в середньому 113,33±72,11 ЯГП (за коливань від 20 до 280 ЯГП). Дещо більше яєць амідостом виявляли за використання способу Натяглої – в середньому 145,45±70,48 ЯГП (за коливань від 20 до 300 ЯГП). Найвищий показник інтенсивності інвазії зафіксований за використання способу Сорокової – 162,86±98,56 ЯГП (за коливань від 40 до 340 ЯГП) (рис. 3).

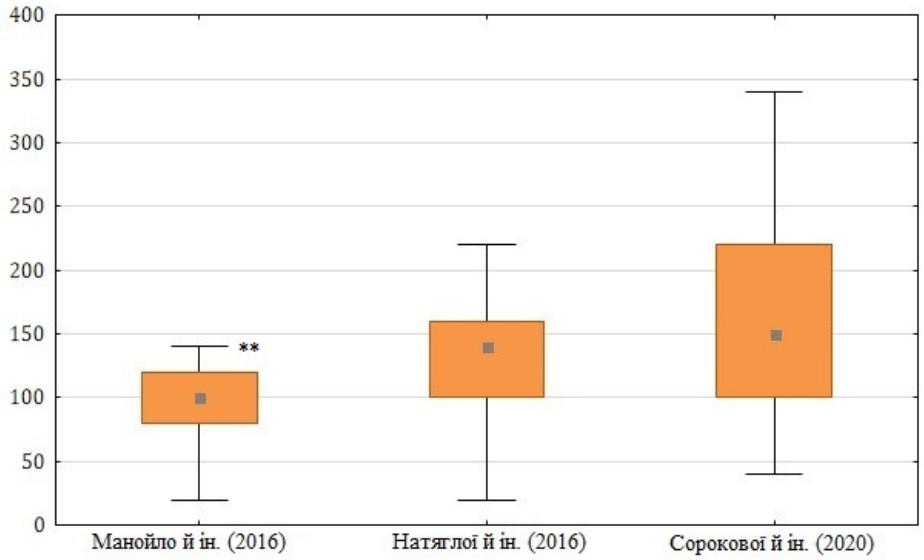


Рис. 3. Порівняльна ефективність копроовоскопічних способів діагностики амідостомозу гусей за показником інтенсивності інвазії, n=15

Таким чином спосіб Сорокової виявився ефективнішим за показником кількості виявлених яєць амідостом у дослідних зразках порівняно зі способами Натяглої та Манойло на 10,69 та 30,42 % ($p<0,01$).

Отже, проведені дослідження доводять, що застосування для діагностичного дослідження гусей за нематодозів травного каналу способу Сорокової є обґрунтованим та доцільним, адже його ефективність виявилася вищою відносно способів Натяглої (на 6,671–21,43 %) та Манойло (на 26,67–35,71 %).

Таким чином, можна зробити висновок, що за проведення зажиттєвої діагностики нематодозів гусей, викликаних гетеракозною та амідостомозною інвазією, високоефективним виявився спосіб, запропонований колективом авторів – Сороковою С. С., Євтаф'євою В. О. та Мельничуком В. В. (2020). Суть способу, згідно даних дослідників, полягає у використанні в якості флотаційної рідини комбінованого розчину, що складається з кальцієвої селітри ($Ca(NO_3)_2$) та аміачної селітри (NH_4NO_3) у співвідношенні 1 : 1,5, де його густина становить 1,32–1,34 г/см^3 [32, 33].

Аналізуючи літературні дані встановлено, що питанням розробки та удосконалення способів діагностики гельмінтозів тварин в України займалась велика кількість науковців [15, 16, 18, 21, 23, 25], що говорить про безперечну актуальність досліджень в цьому напряму. Так серед праць дослідників варто виділити роботи, пов'язані з розробкою ефективних методів посмертної діагностики нематодозів у птиці [36, 37]. Звичайно, ці методи дають можливість встановити діагноз та точно визначити вид паразита, але вони відносяться до посмертних, і в господарстві не завжди є змога їх провести.

Саме тому найбільш важливими як для лікарів ветеринарної медицини, так й господарств різної форми власності, вважаються зажиттєві способи діагностики, оскільки вони дозволяють встановити діагноз та провести відповідні лікувально-профілактичні заходи, й суттєво скоротити витрати, що пов'язані із загибеллю та вибракуванням хворих тварин.

Проведеними дослідженнями встановлено, що способи копроовоскопічної діагностики з викорис-

танням флотаційних рідин є ефективними при виявленні яєць гельмінтів, що підтверджено роботами інших науковців [24, 25, 30]. Поряд з тим, вперше випробувано та доведено ефективність способів копроовоскопічної діагностики (Сорокової, Натяглої та Манойло) за гетеракозної та амідостомозної інвазії гусей, що робить проведені дослідження актуальними, адже саме ці захворювання найбільш часто реєструється серед домашніх гусей на території України [9–11].

Висновки

Дослідженнями встановлено, що спосіб зажиттєвої копроовоскопічної діагностики Сорокової (2020) є ефективним за нематодозів травного каналу гусей, викликаних збудниками амідостомозу та гетеракозу. Спосіб виявився ефективнішим порівняно зі способами Манойло ($p<0,05$–$p<0,01$) та Натяглої як за показником кількості позитивних зразків (на 6,67 й 35,71 %), так й за середньою кількістю виявлених яєць нематод в дослідних зразках (на 13,98–30,42 %).

Перспективи подальших досліджень полягають у порівнянні діагностичної ефективності інших сучасних методів копроовоскопічної діагностики за гельмінтозів тварин.

References

1. Melnyk, V. (2012). Rynok vodoplavnoi ptyci. *Ptahivnyctvo*, 2, 4–6 [In Ukrainian].
2. Vertiichuk, A. I. (2008). Shliakhy podalshoho rozvytku ptakhivnytstva v Ukraini. *Efektyvne Ptakhivnytstvo*, 11 (47), 3–5 [In Ukrainian].
3. Ishchenko. Yu. B. (2014). Analiz vyrobnytstva produktsii ptakhivnytstva v Ukraini i prohnozy do 2020 roku. *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 4 (137), 4–8 [In Ukrainian].
4. Kyryliuk, O. F. (2012). Rozvytok rynku produktsii ptakhivnytstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 8 (12), 80–82 [In Ukrainian].
5. Khvostyk, V. P. (2013). Perspektyvni napriamy vedennia husivnytstva. *Suchasni Ahrarni Tekhnolohii*, 8, 62–69 [In Ukrainian].
6. Davleev, A. D. (2005). Sovremennye tendencii razvitiya mirovogo rynka myasa pticy. *Ptica i Pticeprodukty*, 4, 44–47 [In Russian].
7. Menshikov, A. (2005). Effektivnoe razvedenie gusej. *Glavnyj Zootehnik*, 12, 46–48 [In Russian].
8. Fisinin, V. I., & Gushin, V. V. (2005). Proizvodstvo myasa pticy v konce XX veka: vidy, struktura, regionalnye osobennosti. *Ptica i Pticeprodukty*, 5, 9–12
9. Mykhailiutenko, S. M. (2013). Epizootychna sytuatsiia shchodo helmintoziv husei u hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 183–185. doi: 10.31210/visnyk2013.01.45 [In Ukrainian].
10. Yevstafieva, V., Yeresko, V., Melnychuk, V., & Bakhur, T. (2020). Prevalence and co-infection of *Baruscapillaria* genus (Nematoda, Capillariidae) in domestic geese in Ukraine. *Folia Veterinaria*, 64 (1), 32–38. doi: 10.2478/fv-2020-0005
11. Yevstafyeva, V. A., & Yeresko, V. I. (2018). Asotsiatyvnyi perebih kapiliariozu husei na terytorii Poltavskoi oblasti. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 73–76. doi:10.15421/nvlvet8314 [In Ukrainian].
12. Rzaev, F. G. (2008). Gelmintozy domashnih vodoplavayushih ptic. *Nauka i Zhizn*, 2, 44–55 [In Russian].
13. Shevcov, A. A. (1967). Veterinarnoe znachenie gelmintozov gusej i utok na Ukraine. *Problemy parazitologii. Tezisy dokladov V nauchnoj konferencii Ukrainskogo respublikanskogo nauchnogo obshestva parazitologov*. Kiev [In Russian].
14. Hrenov, V. M. (1996). Kombinirovannyj metod flotacii v kassetah dlya diagnostiki gelmintozov zhivotnyh. *Veterinariya*, 7, 37–38 [In Russian].
15. Dakhno, I., Dakhno, H., & Berezovskyi, A. (2004). Udoskonalenyi sposib koproovoskopichnoi diahnostyky nematodoziv svynei. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy*, 10, 13–14 [In Ukrainian].
16. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2019). Porivnialna efektyvnist sposobiv koproovoskopichnoi diahnostyky nematodoziv travnoho kanalu ovets. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 197−203. doi: 10.31210/visnyk2019.02.26 [In Ukrainian].
17. Halat, M. V., & Yevstafieva, V. O. (2007). *Patent Ukrainy № 26816*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].
18. Halat, V. F., Yevstafieva, V. O., Halat, M. V. (2007). Zastosuvannia lichylnoi kamery dlia zazhyttievoi diahnostyky invaziinykh khvorob. *Visnyk Zhytomyrskoho Derzhavnoho Ahrarnoho*

Universytetu, 2 (19 (1)), 60–265 [In Ukrainian].

19. Yevstafieva, V. O. (2007). *Patent Ukrainy № 26038*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

20. Halat, V. F., Melnychuk, V. V., Yevstafieva, V. O., & Pruhlo, V. O. (2015). *Patent Ukrainy № 100202*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

21. Galat, V. F., & Melnichuk, V. V. (2015). Usovershenstvovanie metodov koproovoskopicheskoj diagnostiki trihocefaleza svinej. *Uchenye Zapiski Uchrezhdeniya Obrazovaniya «Vitebskaya Ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennaya Akademiya Veterinarnoj Mediciny»*, 51 (1 (1)), 185–188 [In Russian].

22. Manoilo, Yu. B., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2016). *Patent Ukrainy № 108380*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

23. Manoilo, Yu. B., & Yevstafieva, V. O. (2016). Efektyvnist udoskonalenoho sposobu koproovoskopichnoi diahnostyky ezofahostomozu svynei. *Biuleten «Veterynarna biotekhnolohiia»*, 28, 181–187 [In Ukrainian].

24. Yevstafieva, V. O., Natiahla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). *Patent Ukrainy № 111568*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

25. Yevstafieva, V. O., Natiahla, I. V., & Melnychuk, V. V. (2016). Porivnialna efektyvnist zazhyttievykh sposobiv koproovoskopichnoi diahnostyky kapiliariozu kurei. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriia: Veterynarna Medytsyna*, 11 (39), 150–154 [In Ukrainian].

26. Halat, V. F., & Herasymchuk, V. O. (2007). *Patent Ukrainy № 26241*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

27. Soroka, N. M., & Mytrofanov, S. V. (2013). *Patent Ukrainy № 79438*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

28. Kychyliuk, Yu. V., & Soroka, N. M. (2011). *Patent Ukrainy № 58058*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

29. Mikhalap, E. S., Mironenka, V. M., Soroka, N. M., & Slobodian, R. O., (2009). *Patent Ukrainy № 44514*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

30. Byrka, V. I., Prykhodko, Yu. O., & Mazannyi, O. V. (2005). *Patent Ukrainy № 9265*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

31. Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2020). *Patent Ukrainy № 141207*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

32. Sorokova, S. S., Yevstafieva, V. O., & Melnychuk, V. V. (2020). *Patent Ukrainy № 141225*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

33. Sorokova, S. S. (2019). Porivnialna efektyvnist sposobiv koproovoskopichnoi diahnostyky stronhiloidozu ovets. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 146–151. doi: 10.31210/visnyk2019.03.19 [In Ukrainian].

34. Trach, V. N. (1992). *Rekomendacii po primeneniyu novogo metoda ucheta yaic gelmintov i cist prostejshih v fekaliyah zhivotnyh*. Kiev: Gosagroprom USSR [In Russian].

35. Cherepanov, A. A., Moskvin, A. S., Kotelnikov, G. A., & Hrenov, V. M. (1999). *Differencialnaya diagnostika gelmintozov po morfologicheskoj strukture yaic i lichinok vozbuditelej*. Moskva [In Russian].

36. Yevstafieva, V. O., & Mykhailiutenko, S. M. (2012). *Patent Ukrainy № 75591*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

37. Yevstafieva, V. O., Melnychuk, V. V., & Yeresko, V. I. (2018). *Patent Ukrainy № 125750*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 24.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Михайлютенко С. М., Замазій А. А. Порівняльна ефективність сучасних способів копроовоскопічної діагностики за нематодозів травного каналу гусей. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 234–240.

© Михайлютенко Світлана Миколаївна, Замазій Андрій Анатолійович, 2020

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

review article | UDC 636.09:617.55-07 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.30**

DIAGNOSTIC SONOGRAPHY IN ANIMAL ABDOMINAL SURGERY

I. S. Dekhnych*
M. F. Zavaliy
A. I. Rakitina

ORCID 0000-0001-5687-3765
ORCID 0000-0002-9008-7829
ORCID 0000-0002-0892-7252

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: ihor.dekhnych@ukr.net

How to Cite

Dekhnych, I. S., Zavaliy, M. F., & Rakitina, A. I. (2021). Diagnostic sonography in animal abdominal surgery. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 241–249. doi: 10.31210/visnyk2021.01.30

The article presents materials about the history of ultrasonography in veterinary practice, analyzes the literature dealing with the liver, spleen and pancreas examination, and indicates the prospects of research methods in the future. Abdominal ultrasonography of animals was used for the first time mainly for pregnancy diagnostics. Today, this technique is an important diagnostic procedure in veterinary medicine, which is used to study the majority of normal and pathologically changed animal structures, providing a fast, non-invasive way to supplement the information obtained from clinical examination and radiography. Ultrasound examination is based on the principle of echolocation, the waves sent by the sensor pass through body tissues and are displayed and decoded by the device and converted into an image, which allows a veterinary medicine specialist to assess the condition of internal organs, tissues and cavities. With increasing using ultrasonographic examinations by veterinary doctors in practice, it becomes clear that ultrasound diagnostics is a valuable means of detecting lesions of the abdominal cavity. Liver assessment is one of the main advantages of applying animal abdominal ultrasound examination. Indications include hepatomegaly, jaundice, ascites, suspected diaphragm rupture, weight loss, and possible liver metastases. Today, the methods of sonographic examination are being improved and supplemented. Further implementation in practice and in-depth study of pathologies in this area with the help of ultrasonography will allow determine objectively the condition of the abdominal cavity and its organs in animals and assess the severity of the disease development. The introduction of high-quality, portable diagnostic ultrasound equipment has continued this development and the demand for ultrasonography due to its diagnostic value continues to increase. The conducted analysis of the literature and available Internet sources allowed us to assess the current state of implementing sonography in veterinary practice and prospects for further development the diagnosing of the liver, spleen and pancreas condition, indicate areas of potential technique development in the future.

Key words: *ultrasonography, animals, abdominal surgery, liver, spleen, pancreas.*

ДІАГНОСТИЧНА СОНОГРАФІЯ ПРИ АБДОМІНАЛЬНІЙ ХІРУРГІЇ У ТВАРИН

І. С. Дехнич, М. Ф. Завілій, А. І. Ракітіна
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті представлені матеріали щодо історії розвитку ультрасонографії у ветеринарній практиці, наведений аналіз літератури щодо дослідження печінки, селезінки та підшлункової залози, вказуються перспективи методики дослідження в майбутньому. Ультрасонографія черевної порожнини у тварин вперше застосовувалась переважно для діагностики вагітності. На сьогодні зазна-

чена методика є важливою діагностичною технікою у ветеринарній медицині, яка застосовується для вивчення більшості нормальних та патологічно змінених структур у тварини, забезпечуючи швидкий, неінвазивний спосіб доповнення інформації, отриманої в результаті клінічного обстеження та рентгенографії. Ультразвукове дослідження засноване на принципі ехолокації, хвилі, що посилаються датчиком, проходять крізь тканини організму, відображаються та розшифровуються апаратом і перетворюються в зображення, яке дає змогу фахівцю ветеринарної медицини оцінити стан внутрішніх органів, тканин і порожнин. Зі збільшенням застосування ветеринарними лікарями ультрасонографічних досліджень у практиці стає зрозуміло, що УЗД є цінним засобом виявлення ураження органів черевної порожнини. Оцінка печінки є однією з головних переваг застосування ультрасонографії черевної порожнини у тварини. Показання включають гепатомегалію, жовтяницю, асцит, підозру на розрив діафрагми, втрату ваги та можливі метастази в печінку. На сьогодні удосконалюються та доповнюються методи сонографічних досліджень. Подальше впровадження у практику та поглиблене вивчення патологій в зазначеній ділянці за допомогою ультрасонографії дасть змогу об'єктивно встановити стан черевної порожнини та її органів у тварини і оцінити тяжкість перебігу хвороби. Впровадження високоякісних, портативних діагностичних ультразвукових апаратів продовжили цей розвиток і попит на ультрасонографію, зважаючи на його діагностичну цінність, продовжує зростати. Проведений аналіз літератури та доступних інтернет-джерел дав нам змогу оцінити сучасний стан розвитку сонографії у ветеринарній практиці та перспективи подальшого розвитку діагностики стану печінки, селезінки та підшлункової залози, вказати сфери потенційного розвитку методики в майбутньому.

Ключові слова: *ультрасонографія, тварини, абдомінальна хірургія, печінка, селезінка, підшлункова залоза.*

Ультрасонографічне дослідження – це неінвазивний метод діагностики, який широко використовується як у медичній практиці, так і у ветеринарії [1, 2, 13, 34, 36]. Розвиток ультрасонографії розпочався із робіт П'єра Кюрі, який 1880 року дослідив процес виникнення електричних зарядів на гранях кристалів під час їх фізичної деформації [34].

Уперше метод ультрасонографії для діагностичних цілей був запропонований Карлом Дусіком, який 1949 року опублікував статтю із дослідженням мозку людей новим методом [16]. У публікаціях Георга Людвіга та Джона Генрі були представлені перші дослідження черевної порожнини та очного яблука [32, 43].

В основі ультрасонографії лежить принцип того, що зображення тканин залежать від сили ехосигналу та амплітуди, які, своєю чергою, залежать від складу та форми тканин, що досліджуються. Наприклад, у печінці гепатоцити, жир, колаген і кров відрізняються своєю здатністю передавати ультразвуковий промінь, тобто ці тканини мають різні акустичні властивості. Частина ультразвукового сигналу повертається до датчика-аналізатора, який перетворює ультразвуковий сигнал на зображення в моніторі [53].

У цьому огляді було описано розвиток ультрасонографічних методів дослідження та розглянуто проблематику ультразвукової діагностики печінки, селезінки та підшлункової залози.

Історія розвитку та впровадження ультразвукових досліджень (УЗД) у ветеринарію

Ультрасонографія для тварин вперше використовувалася як метод для визначення товщини жиру в туші, тобто був застосований для якісної оцінки продукції [61]. Перше повідомлення про використання ультразвуку як методу ветеринарної діагностики було 1966 року, де його застосували для ідентифікації вагітності овець. Ультразвукова діагностика за допомогою трансректального датчика (7,5 МГц) виявила наявність внутрішньоматкової рідини на 19 день гестації [30]. Спочатку ультрасонографію використовували тільки для визначення вагітності тварин. Проте з розвитком діагностичної апаратури та із вдосконаленням протоколів дослідження у поєднанні з більшим усвідомленням переваг ультразвуку як методики для якісної візуалізації порожнин тіла призвело до активного його використання в різних галузях ветеринарної медицини [59].

На початку 60-х років XX століття розпочалося впровадження методів УЗД у ветеринарію, їх удосконалення та адаптація до фізіологічних та анатомічних особливостях тварин. Методи ультрасонографії давали змогу проводити моніторинг популяцій, що було корисним для ведення сільськогосподарської діяльності [59].

1956 року узагальнено основні принципи ультразвукової діагностики для очного яблука, тоді як перші випадки застосування УЗД для очного яблука у ветеринарії були в 60-х роках XX століття [43, 55].

1968 року проведено діагностику вагітності та визначення стану плода в овець та свиней ультразвуковим методом. 1976 року був апробований метод УЗД для визначення вагітності в овець та кіз [3]. 1980 року цей метод був удосконалений [41]. Дослідження процесів вагітності тварин за допомогою УЗД є одним із пріоритетних напрямів розвитку [27].

Ультразвукові дослідження дають змогу визначати артеріальний тиск, що є безпечним та швидким способом діагностики стану здоров'я тварин. У різний час було опубліковано статті із дослідними результатами та пропонованими протоколами при діагностиці коней, [20] свиней, [25] котів, [40] собак, [14] овець [11].

Ультрасонографію використовують як метод діагностики для визначення гострої ниркової недостатності в коней за допомогою чіткої візуалізації уражених ділянок нирок [5].

Методом УЗД виявлено внутрішньочеревний абсцес у молодих коней, що дозволяє надалі вдосконалювати цей напрям [24].

Ультразвуковим дослідженням сечового міхура в режимі реального часу виявлено кістозні конкременти в коней [28].

1986 року УЗД був рекомендований для проведення процедури біопсії коней при захворюваннях печінки, вперше були розроблені практичні методики з визначення жовчнокам'яної хвороби, пухлин (новоутворів) та фіброзів. Ультразвук використовується для направлення маленької голки на хворі ділянки тканини при біопсії [51]. Перед біопсією печінку досліджують на вогнищеві ураження та визначають положення жовчного міхура, шлунка. Відстань від ближнього поля до діафрагми повинна бути виміряна, щоб визначити максимальну глибину для введення голки [35]. Метод ультрасонографії дає змогу діагностовувати захворювання жовчного міхура. 1982 року вперше було опубліковані результати про визначення холелітіазу в коней [64], а 1983 року за допомогою УЗД була проведена хірургічна операція [63]. 1989 року був удосконалений протокол визначення жовчнокам'яної хвороби в коней [19]. Через те, що печінка – це основний орган метаболізму у тварин, методи його діагностики розвивалися довгий час. Оцінка печінки є однією з головних переваг застосування УЗД черевної порожнини у тварини. Показання до його застосування включають гепатомегалію, жовтяницю, асцит, підозру на розрив діафрагми, втрату ваги [46].

1984 року за допомогою УЗД вперше проведено комплексне дослідження серця у скакових коней, визначено етіологію пошкодження ендотелію та масові ураження у правому передсерді, що утворилися внаслідок несбалансованого раціону тварин та використанні їх у спорті [52].

1977 року опубліковано практичні вказівки та протокол застосування ультразвукових датчиків доплерівського зсуву для моніторингу показників лівого міокарда в собак та визначення роботи шлуночків сердець у коней [58]. 1980 року були вперше опубліковані результати ехокардіографії при фібриляції передсердь у коней [67].

У кінці XX – на початку XXI століття ультрасонографія стала частиною ветеринарної практики для діагностики різноманітних біологічних систем, таких як: серце, грудна порожнина, черевна порожнина, органи репродуктивної системи, очне дно та опорно-руховий апарат [33, 35–39, 47, 49].

Ультрасонографія активно використовується для діагностики печінки у визначенні багатьох загальних захворювань з високим рівнем чутливості/ специфічності [36, 46]. Можлива діагностика розладів жовчного міхура та ферментів травлення, які виділяються. Проте використання цього методу є обмеженим через те, що якщо не відома приблизна маса печінки, то визначити, чи підвищений рівень печінкових ферментів, неможливо [46].

Нові способи застосування ультрасонографії постійно досліджують, і її приклади включають УЗД язика [57], інші шийні структури, такі як глотка та гортань [6, 45], барабанна перетинка та слуховий прохід [15, 49].

Ультрасонографію можна використовувати для візуалізації мозку та черепної порожнини [36]. Інформацію про успішне застосування ультрасонографії в собак було представлено в таких публікаціях [12, 26, 56].

Ультрасонографію використовували як ефективну методику для визначення анатомічних особливостей м'яких тканин у тварин [10, 49].

УЗД у комбінації із рентгенографією можливо для оцінки захворювань черевної порожнини у великої рогатої худоби [35].

Отже, підтверджується важливість цієї методики в динаміці розвитку ветеринарії як ефективного способу діагностики. Подальше вдосконалення та впровадження нових апаратів ультрасонографії будуть сприяти покращенню умов вирощування тварин у сільському господарстві.

Застосування ультрасонографії у ветеринарії тісно пов'язано з розвитком у медицині [59]. Ветеринарна ультрасонографія використовує функціонально схоже обладнання та протоколи як у клінічній практиці з незначними відмінностями, які обумовлені індивідуальною тваринною фізіологією [2].

Переваги ультразвуку як засобу діагностичної візуалізації у ветеринарній медицині численні. Планові обстеження показали, що УЗД не має шкідливих біологічних ефектів; це безпечна процедура як і для тварини, так і лікаря-ветеринара. Процедуру можна виконувати в будь-якому місці із відповідною апаратурою [50]. Це неінвазивна форма діагностики, яка добре переноситься тваринами, що дозволяє ефективно діагностувати захворювання, а також контролювати лікування та профілактику хворіб [36]. Крім того, планові обстеження не мають шкідливих біологічних наслідків, їх можна проводити необмежено в діагностиці і цей метод є відносно швидким та дешевим [29].

Ультрасоногрофія та її використання у ветеринарній практиці

Ультрасонографія використовується для дослідження розмірів, форми та утворення ймовірних новоутворень у печінці. Показанням до застосування ультрасонографії печінки є втрата ваги, жовтяниця, підозра на розрив діафрагми та накопичення рідини в черевній порожнині, що може бути симптоматикою цирозу печінки та печінкової недостатності [13]. Ультрасонографія застосовується для ссавців будь-яких розмірів [13, 22]. Основним несприятливим фактором є надмірна жирова маса, яка частково обмежує можливості діагностики, також за допомогою ультрасонографії неможливо оцінити ділянки печінки, затемнені легенями. [22]. При плановій діагностиці методом ультрасонографії печінки використовується «B-mode» приладу, який дає змогу візуалізувати двовимірне зображення на екрані [7, 13, 22, 62]. Перед біопсією печінку досліджують на вогнищеві ураження та визначення положення жовчного міхура, шлунка [13]. Відстань від ближнього поля до діафрагми повинна бути виміряна ультрасонографічним методом, щоб визначити максимальну глибину для введення голки [13, 22].

Хірургічні операції на печінці можуть бути здійснені як лапаротомним (класичним) способом, так і лапароскопічним. Лапаротомні операції є більш безпечними через те, що хірург-ветеринар має змогу прямо спостерігати та направляти хірургічні інструменти, тоді як лапароскопічні методи потребують приладу лапароскопу та непрямих методів діагностики.

При лапаротомній операції також застосовується ультрасонографія для попереднього визначення розміру та форми органу. 2009 року Такехіро Уно з командою провів лапаротомну холецистектомією для 11 собак. Попередньо була проведена ультрасонографія печінки та жовчного міхура; апарат працював у «B-mode» режимі [65].

1989 року вперше лапароскопічною холецистектомією було проведено видалення жовчного міхура людини [54]. Проте розвиток та застосування лапароскопічного методу був ускладнений відсутністю чіткої візуалізації жовчного міхура та черевної порожнини. Метод ультразвукового дослідження є корисним під час операцій такого типу [31].

Для ефективного використання ультразвукових методів необхідне введення речовин для контрасту досліджуваної тканини від інших об'єктів черевної порожнини. 2015 року під керівництвом Джунь Фенга було проведене дослідження зі впливу радіації на печінку модельних організмів (щурів). Був уведений контрастний агент SonoVue. Суспензію мікробульбашок уводили через каудальну вену. Контрастна речовина створила відповідний акустичний інтерфейс, який сформував контрастний ефект для розрізнення тканини печінки [17].

2017 року під керівництвом Томоюкі Абе була проведена холецистектомія із лапароскопічною ультрасонографією двох свиней за новим методом. Був використаний лапароскоп із приладом ультрасонографії [1]. На відміну від попередніх дослідників, у цьому випадку під час хірургічної операції прокололи портальну вену, яку зафарбували індигокарміном, направляючи голку за допомогою ультрасонографічного методу. Інтраопераційна ультрасонографія в режимі реального часу надала важливу інформацію для розробки стратегії хірургічних дій лікаря-ветеринара. Особливість цього нового методу полягає в тому, що за допомогою додаткової візуалізації підхід до ворітної вени був безпечним та точним, так само як і в лапаротомній операції. Цей метод підтверджує дійсні розміри тканинної поверхні. Крім того, відсутність великих надрізів тканин, як при хірургічній операції

відкритого типу, сприяє швидкому періоду реабілітації тварин. Автори цієї методики вважають, що її легко опанувати хірургам початківцям.

У вищенаведених роботах було проведено операції абдомінальної хірургії при хворобах жовчного міхура та печінки. При лапаротомних операціях застосовувалася попередня ультрасонографія в режимі «B-mode», тоді як у лапароскопічних операціях використовували бронхоскоп та різні речовини контрасту, які вводилися в каудальну та в портальну вену.

Основними показаннями для ультрасонографії підшлункової залози у тварин є підозра на панкреатит, новоутвори підшлункової залози або позапечінкову жовч [29]. Важко візуалізувати нормальну підшлункову залозу, оскільки вона має схожу ехогенність з навколишнім брижовим жиром, не має визначеної капсули і знаходиться в безпосередній близькості від шлунка, дванадцятипалої кишки та поперечної товстої кишки, усі з яких можуть містити газ, який перешкоджає проникненню ультразвукового променю [29]. У дослідженні Домініка Пенніка було проаналізовано визначення окремих ділянок підшлункової залози у 242 собак. Праву протоку було видно в такому співвідношенні 88,0 % (213 із 242), ліву протоку було видно 16,9 % (41 із 242), тоді як тіло підшлункової залози було видно лише у 6,6 % (16 із 242) [48].

Через важкість у візуалізації підшлункової залози ультрасонографічне визначення панкреатиту здійснюється тільки із додатковою діагностикою, наприклад, вимірюванням ферментів, які секретує цей орган. В наступному експерименті були проаналізовані 35 котів із клінічними ознаками, що відповідають панкреатиту [66]. За допомогою ультрасонографічного дослідження було оцінено товщину підшлункової залози, ехогенність підшлункової залози та ехогенність панкреатичного жиру. Паралельно було проведено визначення збільшення активності панкреатичної ліпази, яка є достовірним маркером панкреатиту. Гіперехогенність підшлункової залози є підставою для діагностування панкреатиту. Хоча і чутливість ультрасонографії є досить високою, через неможливість повної візуалізації органу ультрасонографія визначала некоректний стан підшлункової залози.

Інше дослідження підтверджує неточність ультрасонографічного діагностування панкреатиту. Було виявлено, що поширеність гіперехогенності підшлункової залози в нормальних собак становила лише 7 % (5 із 74), що, як зазначають автори, є недостатнім для того, щоб вважати ультрасонографічний метод корисним у діагностуванні панкреатиту [21].

У недавньому дослідженні під керівництвом Гаррі Кріджа 2020 року було проаналізовано 157 собак [23]. Метою науковців було визначити, чи можна використовувати ультрасонографію для надання клінічного аналізу панкреатиту. Була проведена діагностика методом ультрасонографії та визначення активності ліпази підшлункової залози. Кореляція між дійсною наявністю панкреатиту та його визначенням методом ультрасонографії є недостатня для ветеринарного застосування. Тому автори не рекомендують використовувати ультрасонографію у визначенні панкреатиту.

Водночас ультрасонографічне дослідження дає змогу визначити побічні ускладнення від панкреатиту. В дослідженні Масахіро Муракамі були визначені ультразвукові особливості передбачуваного набряку шлункової стінки у 14 собак з панкреатитом. Результати показали, що потовщення стінок шлунка, імовірно через набряки, може бути ускладненням гострого панкреатиту [42].

Отже, ультрасонографічні методи дослідження підшлункової залози є ефективними лише в поєднанні з іншими методами діагностики, такими як визначення ферментів. Натомість, ультрасонографія може бути використана для діагностики ускладнень, які були спричинені панкреатитом.

На відміну від підшлункової залози, селезінка має добру локалізацію для ультразвукового дослідження. У цій роботі науковці успішно визначили розташування та розмір селезінки у 30 здорових самок кіз [9]. Було визначено зовнішній вигляд паренхіми селезінки, положення ультрасонографічно видимих дорсальних і вентральних країв селезінки та відстань між ними, товщину селезінки та діаметр судин селезінки. Також ультрасонографія селезінки використовується для оцінки якості продукції корів [8]. Тобто цей орган може слугувати маркером якісної продукції.

Селезінка – це вторинний орган імунної системи, який пристосований для індукції вроджених та адаптивних імунних відповідей [60]. Неправильний розмір та форма цього органу свідчить про наявність інфекції. Ультрасонографічні методи дослідження разом із методами імуноферментного аналізу здатні ідентифікувати розвиток інфекційної хвороби організму [60]. Ультразвукове дослідження дозволяє виявити грибкові інфекції в селезінці котів [4]. У майже всіх особин (14 із 15) було виявлено гіпоехогенний вигляд селезінки при гістоплазмозі. Дослідження селезінки застосовується для визначення стану тварин при плановій діагностиці [18]. Також ультразвукові дослідження селезінки проводять для моніторингу росту та розвитку тварин малих розмірів [44].

Висновки

Метою цього огляду було проаналізувати розвиток ультрасонографічних методів дослідження від його зародження до сучасності та розглянути перспективи застосування ультрасонографії у ветеринарній практиці при діагностиці стану печінки, селезінки та підшлункової залози, вказати на можливі сфери потенційного розвитку методики в майбутньому. Ультрасонографія у ветеринарії активно розвивається від середини XX століття і давно пройшла етап свого визнання в науковій та ветеринарній спільноті. Вона може бути використана для вивчення більшості структур у тварин, забезпечуючи швидкі, неінвазивні засоби візуалізації інформації, отриманої при фізичному обстеженні та рентгенографії. Ультрасонографія істотно доповнює рентгенодіагностику абдомінальної хірургічної патології тварин. При лапароскопічних операціях на печінці використання ультрасонографії є необхідним для чіткої візуалізації оперативного простору хірурга-ветеринара. Ультразвукова діагностика підшлункової залози є обмеженою через несприятливу локалізацію органу. У разі дослідження селезінки ультрасонографічні методи діагностики є повністю виправданими через сприятливу локалізацію органу в черевній порожнині. Найбільшим недоліком ультразвукового дослідження є неможливість проведення процедури у тварин із високим вмістом жирової тканини навколо досліджуваного органу. Попри цей недолік ультрасонографія є ефективним методом при діагностиці більшості органів черевної порожнини та використовується в абдомінальній хірургії у тварин.

References

1. Abe, T., Kobayashi, T., Shimizu, S., Hamaoka, M., Iwako, H., Hashimoto, M., Mikuriya, Y., Kuroda, S., Tashiro, H., & Ohdan, H. (2017). Application of endobronchial ultrasonography in laparoscopic liver segmentectomy in an animal model. *Asian Journal of Endoscopic Surgery*, 10 (2), 209–212. doi: 10.1111/ases.12346

2. Albury, K. (2015). An overview of small animal veterinary sonography. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, 31, 161–168. doi: 10.1177/8756479315573793

3. Aswad, A., Abdou, M., Bayaty, F., & El-Sawaf, S. (1976). The validity of the “ultra-sonic method” for pregnancy diagnosis in ewes and goats. *Zentralblatt Fur Veterinarmedizin. Reihe A*, 23 (6), 467–474.

4. Atiee, G., Kvitko-White, H., Spaulding, K., & Johnson, M. (2013). Ultrasonographic appearance of histoplasmosis identified in the spleen in 15 cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 55 (3), 310–314. doi: 10.1111/vru.12127

5. Bayly, W. M., Elfers, R. S., Liggitt, H. D., Brobst, D. F., Gavin, P. R., & Reed, S. M. (1986). A reproducible means of studying acute renal failure in the horse. *The Cornell Veterinarian*, 76 (3), 287–298.

6. Bray, J. P., Lipscombe, V. J., White, R. A. S., & Rudorf, H. (1998). Ultrasonographic examination of the pharynx and larynx of the normal dog. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 39 (6), 566–571. doi: 10.1111/j.1740-8261.1998.tb01653.x

7. Braun, U. (2009). Ultrasonography of the Liver in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25 (3), 591–609. doi: 10.1016/j.cvfa.2009.07.003

8. Braun, U., & Sicher, D. (2006). Ultrasonography of the spleen in 50 healthy cows. *The Veterinary Journal*, 171 (3), 513–518. doi: 10.1016/j.tvjl.2005.01.001

9. Braun, U., & Steininger, K. (2010). Ultrasonographic examination of the spleen in 30 goats. *Schweizer Archiv Für Tierheilkunde*, 152 (10), 477–481. doi: 10.1024/0036-7281/a000108

10. Caine, A., Agthe, P., Posch, B., & Herrtage, M. (2009). Sonography of the soft tissue structures of the canine tarsus. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 50 (3), 304–308. doi: 10.1111/j.1740-8261.2009.01539.x

11. Carter, J., Reynoldson, J. A., Thorburn, G. D., & Bates, W. A. (1981). Blood flow measurement during exercise in sheep using Doppler ultrasonic method. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 19 (3), 373–376. doi: 10.1007/BF02442563

12. Carvalho, C. F., Perez, R. B., Chamas, M. C., & Maiorka, P. C. (2012). Transcranial Doppler sonographic findings in granulomatous meningoencephalitis in small breed dogs. *The Canadian Veterinary Journal*, 53 (8), 855–859.

13. Cory, S. (2016). Small Animal Diagnostic Ultrasound, 3rd edition. *The Canadian Veterinary Journal*, 57 (5), 538.

14. Coulter, D. B., Whelan, S. C., Wilson, R. C., & Goetsch, D. D. (1981). Determination of blood pressure by indirect methods in dogs given acetylpromazine maleate. *The Cornell Veterinarian*, 71 (1), 75–84.

15. Dickie, A. M., Doust, R., Cromarty, L., Johnson, V. S., Sullivan, M., & Boyd, J. S. (2003). Comparison of ultrasonography, radiography and a single computed tomography slice for the identification of fluid within the canine tympanic bulla. *Research in Veterinary Science*, 75 (3), 209–216. doi: 10.1016/s0034-5288(03)00118-8

16. Dussik, K. T. (1949). Zum heutigen Stand der medizinischen Ultraschallforschung. In L. Arzt (Ed.), *Tagungsbericht* (pp. 354–364). Vienna: Springer.

17. Feng, J., Chen, S.-B., Wu, S.-J., Sun, P., Xin, T.-Y., & Chen, Y.-Z. (2015). Quantitative analysis of contrast-enhanced ultrasonography in acute radiation-induced liver injury: An animal model. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 10 (5), 1807–1811. doi: 10.3892/etm.2015.2764

18. Fouad, K.-E., Elzomor, S., Farghali, H. A. M., & Emam, I. A. (2018). Ultrasonography guidance for total splenectomy in donkeys. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6 (2), 233–238. doi: 10.1016/j.ijvsm.2018.10.001

19. Freestone, J. F. (1989). Use of ultrasonography to diagnose a cholelith in a 5-year-old horse. *Australian Veterinary Journal*, 66 (9), 304–305. doi: 10.1111/j.1751-0813.1989.tb13962.x

20. Gay, C. C., McCarthy, M., Reynolds, W. T., & Carter, J. (1977). A method for indirect measurement of arterial blood pressure in the horse. *Australian Veterinary Journal*, 53 (4), 163–166. doi: 10.1111/j.1751-0813.1977.tb00157.x

21. Granger, L. A., Hilferty, M., Francis, T., Steiner, J. M., & Gaschen, L. (2015). Variability in the ultrasonographic appearance of the pancreas in healthy dogs compared to dogs with hyperadrenocorticism. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 56 (5), 540–548. doi: 10.1111/vru.12261

22. Griffin, S. (2019). Feline abdominal ultrasonography: what's normal? what's abnormal? The liver. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21 (1), 12–24. doi: 10.1177/1098612X18818666

23. Cridge, H., Sullivant, A. M., Wills, R. W., & Lee, A. M. (2020). Association between abdominal ultrasound findings, the specific canine pancreatic lipase assay, clinical severity indices, and clinical diagnosis in dogs with pancreatitis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34 (2), 636–643. doi: 10.1111/jvim.15693

24. Hanselaer, J. R., & Nyland, T. G. (1983). Chyloabdomen and ultrasonographic detection of an intra-abdominal abscess in a foal. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 183 (12), 1465–1467.

25. Hodgkin, B. C., Burkett, D. E., & Smith, E. B. (1982). Noninvasive measurement of systolic and diastolic blood pressure in swine. *The American Journal of Physiology*, 242 (1), H127-30. doi: 10.1152/ajpheart.1982.242.1.H127

26. Hudson, J. A., Cartee, R. E., Simpson, S. T., & Buxton, D. F. (1989). Ultrasonographic anatomy of the canine brain. *Veterinary Radiology*, 30 (1), 13–21. doi: 10.1111/j.1740-8261.1989.tb00747.x

27. Ishwar, A. K. (1995). Pregnancy diagnosis in sheep and goats: a review. *Small Ruminant Research*, 17 (1), 37–44. doi: 10.1016/0921-4488(95)00644-Z

28. Kaneps, A. J., Shires, G. M., & Watrous, B. (1985). Cystic calculi in two horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 187 (7), 737–739.

29. King, A. M. (2006). Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. *The Veterinary Journal*, 171 (3), 408–420. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.10.014

30. Lindahl, I. L. (1966). Detection of pregnancy in sheep by means of ultrasound. *Nature*, 212 (5062), 642–643. doi: 10.1038/212642a0

31. Lirici, M. M., Tierno, S. M., & Ponzano, C. (2016). Single-incision laparoscopic cholecystectomy: does it work? A systematic review. *Surgical Endoscopy*, 30 (10), 4389–4399. doi: 10.1007/s00464-016-4757-5

32. Ludwig, G. D. (1949). Considerations underlying the use of ultrasound to detect gallstones and foreign bodies in tissue. 3 (7), 23–26.

33. MacKay, C. S., & Mattoon, J. S. (2015). Eye. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 128–154. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00005-2

34. Manbachi, A., & Cobbold, R. S. C. (2011). Development and application of piezoelectric materials for ultrasound generation and detection. *Ultrasound*, 19 (4), 187–196. doi: 10.1258/ult.2011.011027

35. Mattoon, J. S., Berry, C. R., & Nyland, T. G. (2015). Abdominal Ultrasound Scanning Techniques. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 94–127. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00004-0

36. Mattoon, J. S., & Nyland, T. G. (2015). Fundamentals of Diagnostic Ultrasound. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 1–49. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00001-5

37. Mattoon, J. S., & Nyland, T. G. (2015). Ovaries and Uterus. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 634–654. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00018-0

38. Mattoon, J. S., & Nyland, T. G. (2015). Prostate and Testes. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 608–633. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00017-9

39. Mattoon, J. S., Pollard, R., Wills, T., & Nyland, T. G. (2015). Ultrasound-Guided Aspiration and Biopsy Procedures. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 50–77. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00002-7

40. McLeish, I. (1977). Doppler ultrasonic arterial pressure measurement in the cat. *The Veterinary Record*, 100 (14), 290–291. doi: 10.1136/vr.100.14.290

41. Memon, M. A., & Ott, R. S. (1980). Methods of pregnancy diagnosis in sheep and goats. *The Cornell Veterinarian*, 70 (3), 226–231.

42. Murakami, M., Heng, H. G., Lim, C. K., Parnell, N. K., Rancilio, N. J., Lin, T. L., & Sola, M. (2019). Ultrasonographic features of presumed gastric wall edema in 14 dogs with pancreatitis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (3), 1260–1265. doi: 10.1111/jvim.15507

43. Henry, J. G., & Hughes, W. F. (1956). Ultrasonics in ocular diagnosis. *American Journal of Ophthalmology*, 41 (3), 488–498. doi: 10.1016/0002-9394(56)91262-4

44. Hwang, Y., Noh, D., Choi, S., Choi, H., Lee, Y., & Lee, K. (2020). Changes of ultrasonographic pattern of the spleen examined with a high-frequency linear transducer during growth in puppies. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 61 (5), 577–582. doi: 10.1111/vru.12873

45. Neelis, D. A., Mattoon, J. S., & Nyland, T. G. (2015). Neck. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 155–187. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00006-4

46. Nyland, T. G., Larson, M. M., & Mattoon, J. S. (2015). Liver. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 332–399. doi:10.1016/b978-1-4160-4867-1.00009-x

47. Nyland, T. G., Widmer, W. R., & Mattoon, J. S. (2015). Urinary Tract. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 557–607. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00016-7.

48. Penninck, D. G., Zeyen, U., Taeymans, O. N., & Webster, C. R. (2013). Ultrasonographic measurement of the pancreas and pancreatic duct in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 74 (3), 433–437. doi: 10.2460/ajvr.74.3.433

49. Pollard, R., Nyland, T. G., Berry, C. R., & Mattoon, J. S. (2015). Advanced Ultrasound Techniques. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 78–93. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00003-9

50. Preston, R., & Andrew, S. (2001). Recommended ultrasound field safety classification for medical diagnostic devices. *Measurement Good Practice Guide*, 2 (3), 1–18.

51. Rantanen, N. W. (1986). Diseases of the liver. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 2 (1), 105–114. doi: 10.1016/s0749-0739(17)30735-6

52. Rantanen, N. W., Byars, T. D., Hauser, M. L., & Gaines, R. D. (1984). Spontaneous contrast and mass lesions in the hearts of race horses: Ultrasound diagnosis-preliminary data. *Journal of Equine Veterinary Science*, 4 (5), 220–223. doi: 10.1016/S0737-0806(84)80147-1

53. Rantanen, N., & Ewing, R. (1981). Principles of ultrasound application in animals. *Veterinary Radiology*, 22 (5), 196–203. doi: 10.1111/j.1740-8261.1981.tb01373.x

54. Reddick, E. J., & Olsen, D. O. (1989). Laparoscopic laser cholecystectomy. A comparison with mini-lap cholecystectomy. *Surgical Endoscopy*, 3 (3), 131–133. doi: 10.1007/BF00591357

55. Rubin, L. F., & Koch, S. A. (1968). Ocular diagnostic ultrasonography. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 153 (12), 1706–1716.

56. Santos, V. J. C., Almeida, V. T. de, Coutinho, L. N., Simões, A. P. R., Maronez, M. C., Feliciano, M. A. R., & Vicent, W. R. R. (2015). Ultrasonography doppler in small animals obstetrics : literature review. *Nucleus Animalium*, 7 (1), 105–117. doi: 10.3738/1982.2278.1377

57. Solano, M., & Penninck, D. (2005). Ultrasonography of the canine, feline and equine tongue: Normal findings and case history reports. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 37, 206–213. doi: 10.1111/j.1740-8261.1996.tb01222.x

58. Stolk, P. W. T. (1977). The use of ultra-sonic doppler-shift flow-transducers to assess myocardial performance in dogs and horses. *Proceedings of the Association of Veterinary Anaesthetists*, 7 (1), XX–XXV. doi: 10.1111/j.1467-2995.1977.tb00458.x

59. Stouffer, J. R. (2004). History of Ultrasound in Animal Science. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 23 (5), 577–584. doi: 10.7863/jum.2004.23.5.577

60. Swirski, F. K., Nahrendorf, M., Etzrodt, M., Wildgruber, M., Cortez-Retamozo, V., Panizzi, P., Figueiredo, J.-L., Kohler, R. H., Chudnovskiy, A., Waterman, P., Aikawa, E., Mempel, T. R., Libby, P., Weissleder, R., & Pittet, M. J. (2009). Identification of Splenic Reservoir Monocytes and Their Deployment to Inflammatory Sites. *Science*, 325 (5940), 612–616. doi: 10.1126/science.1175202

61. Temple, R. S., Stonaker, H. H., Howry, D., Posakony, G., & Hazaleus, M. H. (1956) Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, 7, 477–81.

62. Tharwat, M. (2020). Ultrasonography of the liver in healthy and diseased camels (Camelus dromedaries). *The Journal of Veterinary Medical Science*, 82 (4), 399–407. doi: 10.1292/jvms.19-0690

63. Traub, J. L., Grant, B. D., Rantanen, N. W., McElwain, T., Wagner, P. C., & Bayly, W. M. (1983). Surgical removal of choleliths in a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 182 (7), 714–716.

64. Traub, J. L., Rantanen, N., Reed, S., & Schecter, L. (1982). Cholelithiasis in four horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 181 (1), 59–62.

65. Uno, T., Okamoto, K., Onaka, T., Fujita, K., Yamamura, H., & Sakai, T. (2009). Correlation between ultrasonographic imaging of the gallbladder and gallbladder content in eleven cholecystectomised dogs and their prognoses. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 71 (10), 1295–1300. doi: 10.1292/jvms.001295

66. Williams, J. M., Panciera, D. L., Larson, M. M., & Werre, S. R. (2013). Ultrasonographic findings of the pancreas in cats with elevated serum pancreatic lipase immunoreactivity. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27 (4), 913–918. doi: 10.1111/jvim.12117

67. Wingfield, W. E., Miller, C. W., Voss, J. L., Bennett, D. G., & Breukels, J. (1980). Echocardiography in assessing mitral valve motion in 3 horses with atrial fibrillation. *Equine Veterinary Journal*, 12 (4), 181–184. doi: 10.1111/j.2042-3306.1980.tb03421.x

68. Zwingenberger, A., Benigni, L., & Lamb, C. R. (2015). Musculoskeletal System. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 517–540. doi: 10.1016/b978-1-4160-4867-1.00014-3

Стаття надійшла до редакції 03.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Дехнич І. С., Завілій М. Ф., Ракітіна А. І. Діагностична сонографія при абдомінальній хірургії у тварин. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 241–249.

© Дехнич Ігор Сергійович, Завілій Микола Федорович, Ракітіна Анастасія Ігорівна, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.4.09:591.11:612.392.4:615.273 |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.31

PROTEIN SPECTRUM OF PIGLETS' BLOOD SERUM UNDER THE INFLUENCE OF FERRUM PREPARATIONS

V. B. Dukhnitsky[1] ORCID 0000-0002-9670-1244
I. M. Derkach[1] ORCID 0000-0002-0149-7923
S. S. Derkach[1] ORCID 0000-0002-6174-1377
V. M. Lozovyi[1]
V. V. Kostrub[1]
Yu. V. Losa[1]
I. O. Fritsky[2] ORCID 0000-0002-1092-8035
M. O. Plutenko[2] ORCID 0000-0002-9369-0711

[1] National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine
[2] Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: Irina1215@ukr.net

How to Cite

Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Derkach, S. S., Lozovyi, V. M., Kostrub, V. V., Losa, Yu. V., Fritsky, I. O., & Plutenko, M. O. (2021). Protein spectrum of piglets' blood serum under the influence of Ferrum preparations. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 250–255. doi: 10.31210/visnyk2021.01.31

At present, using ferrodextran preparations is considered the most simple and effective method of piglets' treatment for anemia and its prevention. However, this method has a number of disadvantages. Thus, although the problem of iron deficiency has been studied for a long time, it is still relevant today. The aim of our study was to determine the effect of ferrum (IV) clatrochelate on the blood serum protein spectrum of piglets when administering the preparation to pregnant sows in order to prevent iron deficiency anemia in piglets born to them. To achieve this goal, 2 groups of newborn piglets-analogues (hybrids of Landrace and Large White breeds) were formed during the period of their keeping with nursing sows – control and experimental, 15 animals in each. The research and production experiment, which lasted 30 days, was based on determining the effect of iron (IV) clatrochelate on the piglets' organism born to sows that were twice administered intramuscular with the solution of the studied preparation during their pregnancy. As a result of our research, we did not observe the birth of dead piglets and any clinical signs of anemia. The content of albumin throughout the experiment was slightly higher in the blood serum of piglets in the experimental group as compared with the control. The increase in the level of total protein and its main fraction – albumins in the blood serum of piglets in the experimental group indicates the activation of the anabolic way of protein metabolism and the predominance of synthesis processes. The content of β-globulins at the beginning of the experiment on the 30th day probably exceeded the control value. The level of γ-globulins on the 5th day in the blood serum of piglets in the experimental group was 1.2 times higher as compared with the control, but on the 30th day, on the contrary, it was 1.2 times lower. The studies of the blood serum protein spectrum of piglets under the influence of ferrum preparations confirm that the proposed scheme for the prevention of iron deficiency anemia was effective.

Key words: *iron (ferrum), clatrochelate, anti-anemic effect, piglets, sows, protein spectrum.*

БІЛКОВИЙ СПЕКТР СИРОВАТКИ КРОВІ ПОРОСЯТ ЗА ВПЛИВУ ПРЕПАРАТІВ ФЕРУМУ

***В. Б. Духницький*[1], *І. М. Деркач*[1], *С. С. Деркач*[1], *В. М. Лозовий*[1], *В. В. Коструб*[1], *Ю. В. Лоза*[1], *І. О. Фрицький*[2], *М. О. Плутенко*[2]**

[1] Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
[2] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Найбільш простим та ефективним методом лікування хворих на анемію поросят та для її профілактики на сьогодні вважають застосування ферродекстранових засобів, проте цей метод має низку недоліків. Отже, хоча проблема дефіциту Феруму досліджується досить давно, вона не втрачає актуальності й донині. Метою наших досліджень було визначити вплив кватрохелату Феруму (IV) на білковий спектр сироватки крові поросят при його застосуванні поросним свиноматкам. Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їхнього утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній. В основі науково-виробничого досліду, тривалість якого становила 30 діб, було визначення впливу кватрохелату Феруму (IV) на організм поросят, народжених від свиноматок, яким у період вагітності дворазово внутрішньом'язево вводили досліджуваний препарат у формі розчину. У результаті проведених досліджень не було відмічено народження мертвих поросят та будь-яких клінічних ознак анемії. Вміст альбумінів упродовж усього періоду досліду був дещо вищим у сироватці крові поросят дослідної групи порівняно з контролем. Збільшення рівня протеїну загального та його основної фракції – альбумінів у сироватці крові поросят дослідної групи свідчить про активацію анаболічного шляху обміну протеїнів та переважанням процесів синтезу. Уміст β-глобулінів на початку досліду на 30 добу вірогідно перевищував показник контролю. Рівень γ-глобулінів на 5 добу в сироватці крові поросят дослідної групи був у 1,2 раза вищим порівняно з контролем, проте на 30-у добу, навпаки, у стільки ж разів нижчий. Дослідження білкового спектру сироватки крові поросят за умови впливу препаратів Феруму підтверджують, що запропонована схема профілактики ферумдефіцитної анемії виявилась ефективною.

Ключові слова: *ферум, кватрохелат, протианемічна дія, поросята, свиноматки, білковий спектр.*

Вступ

Ферум є необхідним складником ферумвмісних та ферумзалежних ферментів, що забезпечують функціонування клітин, оптимальний рівень ліпоперекисів, антиоксидантний захист й загалом фізіологічний статус організму [1, 13]. Майже весь Ферум в організмі тварини перебуває у формі органічних сполук двох груп: сполуки, які містять Ферум у складі гему (гемопротеїни) та негемінові сполуки (трансферин, феритин, гемосидерин).

Феритин є основним білком, який концентрує і нагромаджує у своєму складі Ферум, проте його концентрація в сироватці крові новонароджених поросят низька (лише 0,57 мг/л) [1]. Зі збільшенням вмісту Феруму у клітинах значна його частка відкладається у складі гемосидерину, найбільша кількість якого виявляється у клітинах ретикулоендотеліальної системи [20].

Для організму тварин мікроелемент Ферум має життєво важливе значення. Особливо значущим його дефіцит є для новонароджених поросят. Це пояснюється тим, що у разі народження з усіх сільськогосподарських тварин, поросята є найбільш «незрілими». Інтенсивний ріст поросят значно випереджає формування органів еритроцитопоезу і досконалість їх функціональної активності. Гемопоетичні процеси не забезпечують достатньою мірою продукцію еритроцитів та синтез гемоглобіну. У цей період відбувається гальмування еритроцитопоезу в селезінці та печінці, а також набирає активності процес перебудови еритропоетичної здатності кісткового мозку. Ця біологічна особливість поросят є суттєвим фактором, що зумовлює їх схильність до захворювання на анемію [6, 8, 15–18].

Найбільш простим та ефективним методом лікування хворих на анемію поросят та для профілактики хвороби на сьогодні вважають застосування ферродекстранових препаратів у неонатальний період. Одним із недоліків цього методу вважають те, що це не є фізіологічним шляхом надходження Феруму в організм тварин. До того ж застосування таких лікарських засобів у високих дозах не завжди безпечно, оскільки Ферум «сам собою» має прооксидантні властивості, а, відкладаючись про запас як

білок гемосидерин, може блокувати клітини фагоцитарних мононуклеарів [2, 7, 12–14].

Існують й інші схеми профілактики ферумдефіцитної анемії поросят. Наприклад, загальновідомою є методика змащення вим'я свиноматок розчином Феруму сульфату в період годування поросят. У літературі описані також дослідження застосування ферумувмісних препаратів поросним свиноматкам на останніх тижнях поросності для профілактики ферумдефіцитної анемії поросят, народжених від них [10]. Проте така схема є суперечливою та багато дослідників її не підтримують.

Хоча проблема дефіциту Феруму досліджується досить давно, але вона не втрачає актуальності донині.

Метою наших досліджень було оцінити ефективність застосування клатрохелату Феруму (IV) поросним свиноматкам для профілактики ферумдефіцитної анемії отриманих від них поросят і визначити його вплив на білковий спектр сироватки крові поросят. Серед *завдань досліджень*: вивчення динаміки вмісту протеїну загального та білкових фракцій у сироватці крові поросят за дії ферумвмісних препаратів на 1, 5, 12 та 30 доби їх життя.

Матеріали і методи досліджень

Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їхнього утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній.

Поросята дослідної групи були відібрані від 5-ти свиноматок (по 3 від кожної), яким у період вагітності двічі (за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу) внутрішньом'язово вводили по 10 мл 10 % розчин клатрохелату Феруму (IV). Поросятам контрольної групи за традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії на другу добу життя вводили традиційний ферумдекстрановий препарат у дозі 2 мл для тварини.

Діюча речовина препарату – макробіциклічний комплекс Феруму в рідкісній валентності IV й у формі клатрохелату. Вперше про синтез цієї унікальної сполуки Феруму (IV) було повідомлено Tomyn et al. (2017) [19]. Ми, своєю чергою, провели низку доклінічних досліджень його гострої та хронічної токсичності на лабораторних тваринах та клінічні дослідження на поросятах [3–5].

Для приготування робочого розчину порошок клатрохелату Феруму(IV) розчиняли в реополіглюкіні, що є плазмозамінним колоїдом декстрану.

Протягом 2-х місяців за поросятами спостерігали, для досліджень біохімічних показників сироватки крові поросят контрольної та дослідної груп відбирали зразки крові на 1, 5, 12 та 30 доби життя.

Визначення біохімічних показників сироватки крові проводили згідно із загальноприйнятими методами. Отримані результати обробляли статистично визначенням середніх величин, достовірного інтервалу за наявного рівня значимості $p>0,05$ з урахуванням критерія Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень не було відмічено народження мертвих поросят та будь-яких клінічних ознак анемії. Не спостерігалося блідості слизових оболонок, скуйовдженості щетини, сухості чи зморщення шкіри поросят, що характерно для прояву анемії. У поросят не відмічали прискорення пульсу чи ритму дихання, відставання в рості, розладів травлення, малорухливості.

Тварини активно ссали свиноматок, природно займаючи соски з більшим рівнем лактації, що відповідно впливало на підвищення їх продуктивності. Варто зазначити, що поросята дослідної групи були більш активними, ніж поросята контрольної групи. Це підтверджує результати досліджень Приступи Т. І. зі співавторами (2013), які доводять, що дефіцит Феруму в організмі поросят-сисунів призводить до зниження рухливості та тривалості ссання молока свиноматки [11].

Особливу увагу під час проведеного досліду, який тривав 30 діб, було зосереджено на змінах в організмі поросят дослідної групи порівняно з контролем у ймовірний період прояву ферумдефіцитної анемії та на вплив запропонованої схеми профілактики такої патології на подальший розвиток молодняка свиней.

Загальновідомо, що обмін білків у організмі є інтегруючою ланкою, відповідальною за гомеостаз, оскільки внутрішньоклітинна відповідь на дію екзогенних чинників здійснюється за участі протеїнів [9]. Вміст протеїну загального і співвідношення його фракцій у сироватці крові характеризують ступінь реактивності, дають змогу оцінити стан обміну протеїнів і рівень їхнього синтезу в організмі (табл. 1–2).

Згідно з даними Коцюмбаса І. Я. (2006), на підставі вивчення протеїнового спектру оцінюють білоксинтезувальну функцію печінки. Встановлено, що усі альбуміни та значна частина (до 80 %) α_1-,

α_2- та β-глобулінів синтезуються в печінці, а γ-глобуліни – у клітинах ретикулоендотеліальної системи. Альбумін – основний секреторний білок, який синтезується в печінці. Кількісно він становить близько половини всіх протеїнів, які продукуються клітинами печінки. Молекули альбуміну, що синтезуються на рибосомах гладкої ендоплазматичної сітки, виділяються безпосередньо у кров печінкових протоків. Отже, ступінь вираженості гіпопротеїнемії є показником тяжкості перебігу процесу в печінці [9].

1. Динаміка вмісту протеїну загального в сироватці крові поросят під час дії ферумвмісних препаратів (M±m, n=15)

Вік поросят, діб	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
1	22,0±0,51	23,4±0,39***
5	46,0±0,36	55,5±1,40***
12	44,1±0,50	61,6±0,98***
30	47,7±0,33	49,6±0,38***

Примітки: ступінь вірогідності – * – p<0,05, ** – p<0,01, *** – p<0,001; порівняно з показником у поросят контрольної групи.

Результати досліджень, представлені в таблиці 1, підтверджують, що клатрохелат Феруму (IV) стимулює синтез протеїнів в організмі. Рівень протеїну загального в сироватці крові поросят дослідної групи на 5 та 12 доби був вищим у 1,2 та в 1,4 раза відповідно, ніж у сироватці крові поросят контрольної групи (табл. 1). Значення вмісту протеїну загального в сироватці крові поросят обох груп були в межах фізіологічних коливань протягом усього періоду досліджень.

Важливим аспектом є дослідження протеїнового спектру сироватки крові, який характеризує функціональний стан органів і систем (табл. 2).

2. Динаміка білкових фракцій у сироватці крові поросят під час дії ферумвмісних препаратів (M±m, n=15)

Показник	Вік поросят, діб	Група поросят	
		I контрольна	II дослідна
Альбуміни, %	1	50,7±0,58	59,1±1,00***
	5	52,8±0,24	58,7±0,71***
	12	54,1±0,29	56,8±0,56***
	30	58,2±0,60	62,3±0,57
α_1-глобуліни, %	1	2,0±0,12	2,9±0,16***
	5	2,2±0,09	2,1±0,07
	12	2,0±0,12	3,5±0,47**
	30	1,9±0,12	1,68±0,09
α_2-глобуліни, %	1	10,3±0,39	8,1±0,39***
	5	10,5±0,49	7,7±0,58***
	12	10,0±0,16	10,0±0,70
	30	9,8±0,18	8,3±0,31***
β-глобуліни, %	1	16,0±0,31	14,2±0,39**
	5	16,2±0,23	11,0±0,20***
	12	15,0±0,23	15,6±0,15
	30	12,4±0,37	14,2±0,42**
γ-глобуліни, %	1	16,0±0,24	15,7±1,45
	5	17,0±0,39	19,5±0,69**
	12	16,3±0,25	16,4±0,45
	30	16,6±0,20	13,4±0,40***
А/Г коефіцієнт	1	1,3±0,06	1,5±0,06
	5	1,1±0,02	1,4±0,03***
	12	1,3±0,02	1,3±0,04
	30	1,5 ±0,04	1,6±0,04

Примітки: ступінь вірогідності – * – p<0,05, ** – p<0,01, *** – p<0,001; порівняно з показником у поросят контрольної групи.

Вміст альбумінів упродовж усього періоду досліду був дещо вищим у сироватці крові поросят дослідної групи порівняно з контролем. Збільшення рівня протеїну загального та його основної фракції – альбумінів у сироватці крові поросят дослідної групи свідчить про активацію анаболічного шляху обміну протеїнів та переважанням процесів синтезу.

Уміст α_1-глобулінів був у 1,8 раза вірогідно вищим на 9 добу в поросят дослідної групи порівняно з контролем; показник α_2-глобулінів, навпаки, був нижчим у 1,4 раза в поросят дослідної групи на 5 добу, а на 9 добу майже не відрізнявся від контролю. Уміст β-глобулінів на початку досліду був незначно нижчим у сироватці крові поросят дослідної групи, але на 5-у добу був нижче вже у 1,5 раза, ніж у контролі; проте на 9-у добу майже не відрізнявся від показника в сироватці крові поросят контрольної групи, а на 30-у добу – вірогідно перевищував показник контролю.

Рівень γ-глобулінів на 5-у добу в сироватці крові поросят дослідної групи був у 1,2 раза вищим порівняно з контролем, проте на 30 добу, навпаки, у стільки ж разів нижчий. Зміни вмісту окремих фракцій протеїнів у сироватці крові поросят, ймовірно, зумовлені напруженням обмінних процесів у організмі. На зміну складу протеїнів сироватки крові поросят, зокрема на вміст γ-глобулінів, суттєвий вплив має їх надходження з молозивом свиноматки. Адже зі збільшенням часу опоросу змінюється склад молозива, а вміст γ-глобулінів у ньому зменшується. Також вплив на вміст різних фракцій білка в сироватці крові мають корми, які уже інтенсивно споживаються поросятами. Упродовж усього періоду досліджень значення показників обміну білків у сироватці крові поросят обох груп були в межах фізіологічних значень.

Протеїновий коефіцієнт – співвідношення альбумінів до глобулінів (А/Г) у сироватці крові поросят дослідної групи був вищим на першу, п’яту та тридцяту доби порівняно з показником у тварин контрольної групи.

Висновки

Важливе діагностичне значення мають динаміка змін протеїну загального та кількісні взаємозв’язки між окремими протеїновими фракціями. За умови інтерпретації результатів визначення протеїну загального та білкових фракцій у сироватці крові варто мати на увазі ступінь їхньої специфічності, бо зсуви у співвідношенні білкових фракцій можуть бути зумовлені ураженнями різних органів чи систем. Для токсичного ураження печінки характерні помірне зменшення вмісту альбумінів, підвищення рівня γ-глобулінів, а також деяке або значне підвищення вмісту β-глобулінів, зниження величини альбумін-глобулінового коефіцієнта. Результати проведених досліджень білкового спектру сироватки крові поросят за впливу препаратів Феруму підтверджують, що запропонована схема профілактики ферумдефіцитної анемії виявилася ефективною – у разі відсутності народження мертвих плодів та клінічних ознак анемії.

Перспективи подальших досліджень. Для більш повної фармакологічної характеристики клатрохелату Феруму (IV) доцільно провести дослідження щодо визначення його мутагенної та тератогенної дії в організмі тварин.

References

1. Antonyak, G. L., Solohub, L. I., Snitynskyi, V. V., & Babych, N. O. (2006) Zalizo v orhanizmi lyudyny I tvaryn (biohimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty). Lviv [In Ukrainian].

2. Danchuk, V. (2002). Profilaktyka anemii u novonarodzhenykh porosiat *Tvarynnytstvo Ukrainy,* 2, 23–25 [In Ukrainian].

3. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Plutenko, M. O., Fritsky, I. O., & Derkach, S. S. (2018). Vyznachennja parametriv gostroi toksychnosti ferumu (IV) na bilyh myshah. *Ukrainian Journal of Ecology,* 8 (2), 308–312. doi: 10.15421/2018_343 [In Ukrainian].

4. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2019). Khronichna toksychnist klatrokhelatu Ferumu (IV) dlia bilykh shchuriv. *Naukovyj visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny Ta Biotehnologij Imeni S. Z. Gzhyckogo,* 21 (95), 15–21. doi: 10.32718/nvlvet9503 [In Ukrainian].

5. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2020). Doslidzhennia protyanemichnoi dii klatrokhelatu Ferumu(IV) na porosiatakh. *Naukovyj visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny Ta Biotehnologij Imeni S. Z. Gzhyckogo,* 22 (99), 107–115. doi: 10.32718/nvlvet9917 [In Ukrainian].

6. Karelyn, A. Y. (1983). *Anemyia porosiat*. Moskwa. Rosselkhozyzdat [In Russian].

7. Karput', I. M., & Nikoladze, M. G. (2001). Diagnostika i profilaktika alimentarnoj anemii porosjat. *Veterinarija*, 4, 34−37 [In Russian].

8. Karput', I. M., & Nikoladze, M. G. (2003). Obmen zheleza u zdorovyh i bol'nyh alimentarnoj anemiej porosjat. *Bulletin of the Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Belarus*, 4, 34−37 [In Russian].

9. Kotsiumbas, I. J. (2006). *Doklinichni doslidzhennja veterynarnyh likarskykh zasobiv*. Lviv. Triada plius [In Ukrainian].

10. Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., & Vlizlo, V. V. (2012). *Vnutrishni khvoroby tvaryn*. *Chastyna 1*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

11. Prystupa, T. I., Danchuk, V. V., Danchuk, O. V., & Kaplunenko, V. H. (2013). Rukhova aktyvnist porosiat-sysuniv za vvedennia spoluk ferumu. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, 12 (107), 60–63 [In Ukrainian].

12. Vered, P. I. (2003). Vyvchennia dii protyanemichnykh preparativ vitchyznianoho vyrobnytstva na orhanizm porosiat. *Zbirnyk materialiv III mizhvuzivskoi naukovo-praktychnoi konferentsii aspirantiv «Suchasna ahrarna nauka: napriamy doslidzhen, stan i perspektyvy»*. Vinnytsia [In Ukrainian].

13. Boldt, D. H. (1999). New Perspectives on Iron: An Introduction. *The American Journal of the Medical Sciences*, 318 (4), 207–212. doi: 10.1016/S0002-9629(15)40625-1

14. Kegley, E. B., Speers, J. W., Flowers, W. L., & Schoenherr, W. D. (2002). Iron methionine as a source of iron for the neonatal pig. *Nutrition Research*, 22, 1209–1217.

15. Kim, J. C., Wilcock, P., & Bedford, M. R. (2018). Iron status of piglets and impact of phytase superdosing on iron physiology: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 8−14.

16. Killip, S., & Bennett, M. (2008). Iron Deficiency Anemia. *American Family Physician*, 15, (78 (8)), 671−678.

17. Leyshon, B. J., Radlowski, E. C., Mudd, A. T., Steelman, A. J., & Johnson, R. W. (2016). Postnatal Iron Deficiency Alters Brain Development in Piglets. *The Journal of Nutrition*, 146 (7), 1420–1427. doi: 10.3945/jn.115.223636

18. Svoboda, M., & Drabek, J. (2005). Iron deficiency in suckling piglets: etiology, clinical aspects and diagnosis. *Folia Veterinaria.* 49, 104–111

19. Tomyn, S., Shylin, S. I., Bykov, D., Ksenofontov, V., Gumienna-Kontecka, E., Bon, V., & Fritsky, I. O. (2017) Indefinitely stable iron (IV) cage complexes formed in water by air oxidation. *Nature Communications*, 8, 1−8.

20. Wilkinson, J., Di X., Schönig, K., Buss, J., Kock, N., Cline, M., Saunders, T., Bujard, H., Torti, S., & Torti, F. (2006). Tissue-specific expression of ferritin H regulates cellular iron homoeostasis in vivo. *Biochemical Journal*, 395 (3), 501–507. doi: 10.1042/BJ20060063

Стаття надійшла до редакції 07.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Духницький В. Б., Деркач І. М., Деркач С. С., Лозовий В. М., Коструб В. В., Лоза Ю. В., Фрицький І. О., Плутенко М. О. Білковий спектр сироватки крові поросят за впливу препаратів Феруму. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 250–255.

© Духницький Володимир Богданович, Деркач Ірина Михайлівна, Деркач Сергій Степанович, Лозовий Віталій Миколайович, Коструб Василь Васильович, Лоза Юлія Володимирівна, Фрицький Ігор Олегович, Плутенко Максим Олександрович, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.598.09:616.995.1 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.32**

THERAPEUTIC EFFICACY OF MODERN ANTIHELMINTHICS FOR TRICHOSTRONGYLOSIS OF GEESE

Ye. Starodub ORCID 0000-0002-7880-8283

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: starodub7@i.ua

How to Cite *Starodub, Ye. (2021). Therapeutic efficacy of modern antihelmintihcs for trichostrongylosis of geese. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 256–261. doi: 10.31210/visnyk2021.01.32*

Expanding the range of poultry farming products is essential to improve the supply of high quality food. One of the sources of dietary types of these products is goose farming. Among the important factors influencing the productive qualities, protective mechanisms of poultry, as well as the efficiency of the industry, is ensuring the veterinary welfare of poultry farms concerning parasitic diseases, including trichostrongylosis. The aim of the study was to establish the anthelminthic efficacy of preparations of different chemical groups in fighting trichostrongylosis of geese. Experimental testing of such anthelminthic preparations of domestic production was carried out: Fenzole 22 % (AS – fenbendazole), Brovadazole plus (AS – piperazine adipinate, fenbendazole), Levamisole-80 (AS – levamisole hydrochloride), Univerm (AS – aversectin C), Piperazine 45 % (AS – piperazine adipinate). The main indicators of anthelmintic action were extensefficacy and intensefficacy. According to the results of coproovoscopical examination of geese in experimental and control groups, it was found that the most effective anthelminthic preparations against goose trichostrongylosis were Brovadazole plus, Levamisole-80 and Univerm, where on the 14th day of the experiment extens- and intensefficacy reached 100 %. At the same time, Levamisole-80 and Univerm showed 100 % effectiveness on the 3rd day of the experiment, and the effectiveness of Brovadazole plus on the 3rd day was 75.0 and 71.55 %, respectively. Fenzole 22 % and Piperazine 45 % were less effective in treatment of goose trichostrongylosis. Indicators of extense- and intensefficacy of Fenzole 22 % on the 3rd day of the experiment were 25 and 71.55 %, respectively, on the 7th day – 75 and 76.39 %, on the 14th day – 75 and 83.35 %. The effectiveness of Piperazine 45% on the 3rd day of the experiment was 12.5 and 60.99 % respectively, on the 7th day – 37.5 and 63.95 %, on the 14th day – 62.5 and 77.4 %, which indicates insufficient anthelminthic effect of this drug. The obtained data allow us to recommend Brovadazole plus, Levamisole-80 and Univerm preparations for effective control and prevention of goose trichostrongylosis.

***Key words**: trichostrongylosis, geese, treatment, anthelmintihcs, therapeutic efficacy.*

ТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ АНТИГЕЛЬМІНТИКІВ ЗА ТРИХОСТРОНГІЛЬОЗУ ГУСЕЙ

Є. С. Стародуб
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Розширення асортименту продуктів птахівництва має істотне значення для поліпшення постачання населення високоякісними продуктами харчування. Одним із джерел дієтичних видів цієї продукції є гусівництво. Серед важливих факторів, що впливають на продуктивні якості, захисні механізми птиці, а також ефективність ведення галузі, є забезпечення ветеринарного благополуччя птахівничих господарств щодо паразитарних захворювань, зокрема й трихостронгільозу. Метою дослі-

джень було з'ясувати антигельмінтну ефективність препаратів різних хімічних груп у боротьбі з трихостронгільозом гусей. Проведено експериментальне випробування протигельмінтозних препаратів вітчизняного виробництва: фензолу 22 % (ДР – фенбендазол), бровадазолу плюс (ДР – піперазину адипінат, фенбендазол), левамізолу-80 (ДР – левамізолу гідрохлорид), універму (ДР – аверсектин С), піперазину 45 % (ДР – піперазину адипінат). Основними показниками дії антигельмінтиків були екстенсефективність та інтенсефективність. За результатами проведених копроовоскопічних досліджень гусей дослідних та контрольної груп встановлено, що найбільш ефективними антигельмінтними засобами в боротьбі з трихостронгільозом у гусей виявилися бровадазол плюс, левамізол-80 та універм, де на 14-у добу експерименту показники екстенс- та інтенсефективності сягали 100 %. Водночас препарати левамізол-80 та універм виявили 100 % ефективність вже на 3 добу досліду, а ефективність препарату бровадазол плюс на 3-ю добу становила 75,0 та 71,55 % відповідно. Препарати фензол 22 % та піперазин 45 % виявилися менш ефективними за трихостронгільозу гусей. Показники екстенс- та інтенсефективності фензолу 22 % на 3 добу досліду відповідно становили 25 та 71,55 %, на 7-у добу – 75 та 76,39 %, на 14-у добу – 75 та 83,35 %. Показники ефективності піперазину 45 % відповідно становили на 3-ю добу досліду – 12,5 та 60,99 %, на 7-у добу – 37,5 та 63,95 %, на 14-у добу – 62,5 та 77,4 %, що свідчить про недостатню антигельмінтну дію цього препарату. Отримані дані дають змогу рекомендувати препарати бровадазол плюс, левамізол-80 та універм для ефективної боротьби та профілактики трихостронгільозу в гусей.

Ключові слова: *трихостронгільоз, гуси, лікування, антигельмінтики, терапевтична ефективність.*

Вступ

Гусівництво, завдяки високій здатності птиці пристосовуватися до різних кліматичних умов, витривалості, невибагливості до умов утримання і годівлі, широкому асортименту одержуваної від них продукції розповсюдилося у всьому світі. Продукція гусівництва – м'ясо, печінка і жир мають високі дієтичні, смакові якості й користуються попитом споживачів [1–4]. Одним із важливих факторів, що впливають на продуктивні якості, захисні механізми птиці, а також ефективність ведення галузі, є забезпечення ветеринарного благополуччя птахівничих господарств щодо паразитарних захворювань, зокрема і трихостронгільозу [5–8].

Однією з головних ланок у протигельмінтозних заходах є дегельмінтизація птиці. Вона є не тільки лікувальним втручанням, але і потужним засобом профілактики, тому що звільнення організму хазяїна від гельмінтів запобігає їх розсіюванню в зовнішньому середовищі і подальшому поширенню інвазії. Успіх дегельмінтизації залежить від ефективності антигельмінтиків, що застосовуються, а також вони повинні бути економічно доцільними та не мати негативного впливу на організм птахів [9–11].

Згідно з проведеними дослідженнями, автори довели високу (100 %) ефективність фенбендазолу при лікуванні курей, хворих на капіляріоз та гетеракоз, за умов п'ятиденної задачі препаратів [12]. Інші автори встановили високу лікувальну ефективність бровадазолу плюс (ДР – піперазину адипінат, фенбендазол) за наявності капіляріозу в гусей, де на 15-у добу експерименту показники екстенс- та інтенсефективності становили 100,0 %. Водночас ефективність (ЕЕ, ІЕ) фензолу 22 % (ДР – фенбендазол) за результатами гельмінтологічного розтину гусей відповідно становила 60,0 та 92,0 %. Також визначено, що за наявності капіляріозу в гусей ефективність піперазину 45 % (ДР – піперазину адипінат) була невисокою і коливалися в межах від 40,0 до 86,0 % [13].

Науковці свідчать, що фенбендазол 4 % у дозі 20 мг/кг, який задавали з кормом три доби поспіль інвазованим бройлерам, має 100 % ефективність щодо збудників аскаридіозу, гетеракозу, райєтинозу та сингамозу [14].

При дослідженні ефективності альбендазолу, івермектину та моксидектину відносно збудників трихостронгілід страусів встановлено, що оральне застосування альбендазолу в дозі 6 мг/кг та парентеральне введення моксидектину в дозі 0,2 мг/кг призводило до повного одужання хворої птиці. Водночас ефективність івермектину в дозі 0,2 мг/кг у разі парентерального введення становила лише 60 %. Одночасно виявлено резистентність гельмінтів до івермектину [15].

Отже, запропоновано і випробувано велику кількість антигельмінтиків, що мають різну ефективність, токсичність і способи застосування за наявності гельмінтозів у курей. До того ж відомості щодо лікувальної ефективності препаратів відносно збудника трихостронгільозу в гусей у доступній літературі фрагментарні. Тому визначення терапевтичної ефективності сучасних, зареєстрованих на ринку України, антигельмінтиків за трихостронгільозу гусей є актуальним напрямом досліджень.

Метою досліджень було встановити антигельмінтну ефективність препаратів різних хімічних груп у

боротьбі з трихостронгільозом у гусей. Для досягнення мети розв'язували такі *задачі*: визначили показники екстенс- та інтенсефективності фензолу 22 %, бровадазолу плюс, левамізолу-80, універму, піперазину 45 % відносно *Trichostrongylus tenuis*, що паразитують у домашніх гусей; провели порівняння ефективності антигельмінтних препаратів при лікуванні гусей, хворих на трихостронгільоз.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж осіннього періоду 2020 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавської державної аграрної академії та в умовах одноосібних селянських господарств Глобинського району Полтавської області.

З метою визначення терапевтичної ефективності антигельмінтиків за трихостронгільозу було сформовано п'ять дослідних і одна контрольна групи птиці по 8 голів у кожній. Гуси дослідної та контрольної груп упродовж періоду досліджень перебували в аналогічних умовах утримання й годівлі.

Гусям першої дослідної групи задавали фензол 22 %, другої – бровадазол плюс, третьої – левамізол-80, четвертої – універм, п'ятої – піперазин 45 %. Гусей контрольної групи не дегельмінтизували. Спосіб та дози застосування антигельмінтних препаратів наведено в таблиці.

Схема застосування антигельмінтних препаратів дослідній птиці

Група гусей, препарат	Діюча речовина, масова частка у %	Доза, кратність	Спосіб застосування
1 Фензол 22 % (1)	фензол, 22	1,8 г/10 кг м. т., одноразово	згодовували разом з кормом груповим способом
2 Бровадазол плюс (2)	піперазин адипінат, 25 фенбендазол, 3	2 г/10 кг м. т., 2 доби поспіль	
3 Левамізол-80 (3)	левамізол гідрохлорид, 8	0,5 г/10 кг м. т., одноразово	
4 Універм (4)	аверсектин С, 0,2	2 г/10 кг м. т., 2 доби поспіль	
5 Піперазин 45 % (5)	піперазин цитрат, 45	2 г/10 кг м. т. дворазово, з інтервалом 24 год	

Примітки: (1) ПрАТ ВНП «Укрзооветпромпостач», Україна, (2) ТОВ «Бровафарма», Україна; (3) ПРАТ «Реагент», Україна; (4) ТОВ «Фармбіомедсервіс», Росія; (5) «O.L.KAR.-АгроЗооВет-Сервіс», Україна.

Ефективність антигельмінтних препаратів визначали на 3-ю, 7-у та 14-у добу після їх застосування за результатами копроовоскопічних досліджень гусей дослідних та контрольної груп. Гельмінтоовоскопію проб проводили за кількісним методом [16], вираховували кількість яєць у 1 г посліду птиці (ЯГП). Основними показниками ураження гусей трихостронгілюсами були екстенсивність та інтенсивність інвазії (ЕІ та ІІ). Основними показниками дії антигельмінтиків були екстенсефективність та інтенсефективність (ЕЕ та ІЕ).

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартну похибку (SE) і середні значення (M).

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш ефективними антигельмінтними засобами в боротьбі із трихостронгільозом у гусей виявилися бровадазол плюс, левамізол-80 та універм, де на 14-у добу експерименту показники екстенс- та інтенсефективності сягали 100 %. Також препарати левамізол-80 та універм 0,2 % проявили 100 % ефективність вже на 3-ю добу досліду. ЕЕ та ІЕ препарату бровадазол плюс на 3-ю добу становила відповідно 75,0 та 71,55 % (рис. 1, 2).

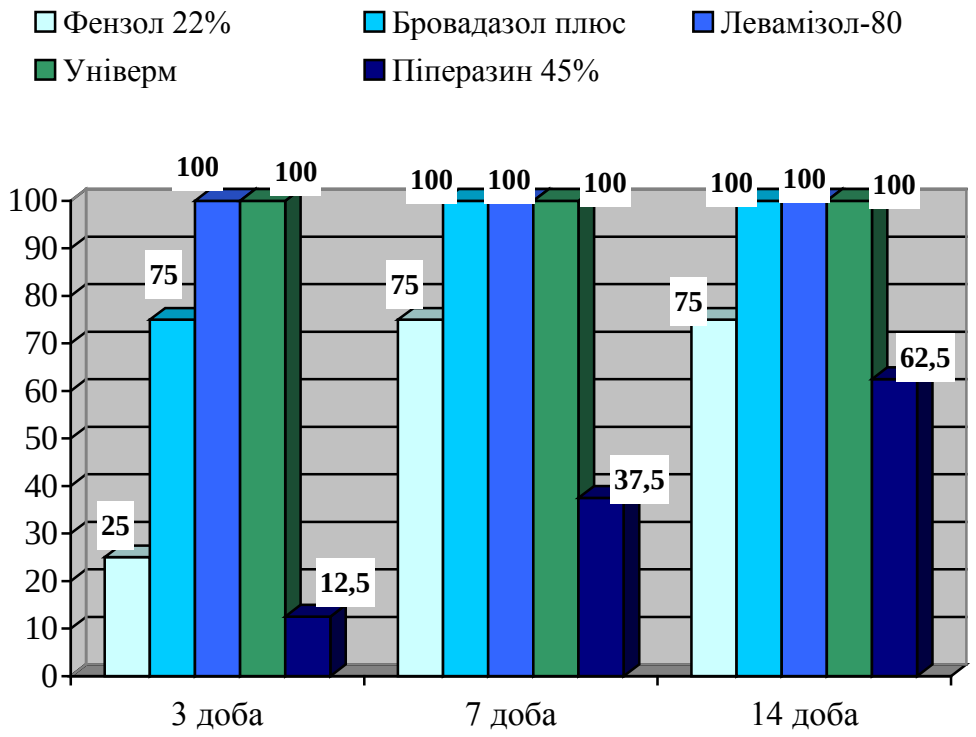


Рис. 1. Показники екстенсефективності (%) препаратів за трихостронгільозу гусей

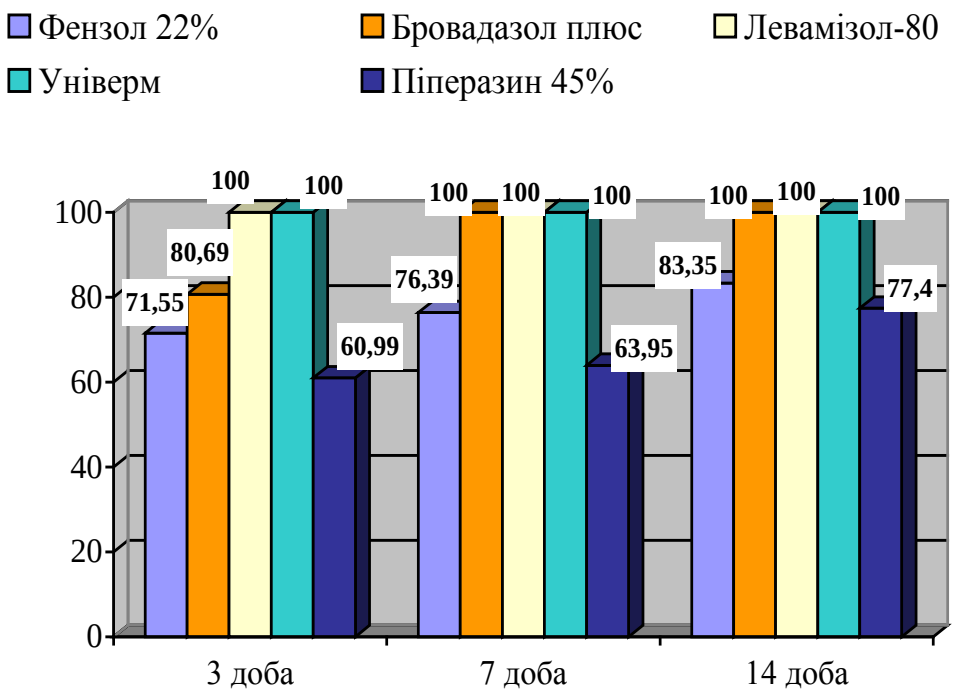


Рис. 2. Показники інтенсефективності (%) препаратів за трихостронгільозу гусей

Препарати фензол 22 % та піперазин 45 % виявилися менш ефективними за наявності трихостронгільозу в гусей. Показники екстенс- та інтенсефективності фензолу 22 % на 3-ю добу досліду відповідно становили 25 та 71,55 %, на 7-у добу – 75 та 76,39 %, на 14-у добу – 75 та 83,35 %. Показники ефективності піперазину 45 % відповідно становили на 3-ю добу досліду – 12,5 та 60,99 %, на 7-у добу – 37,5 та 63,95 %, на 14-у добу – 62,5 та 77,4 %.

Під час проведення експерименту показники інтенсивності трихостронгільозної інвазії в гусей різних груп мали значні коливання. У контрольній групі показники ІІ впродовж експерименту коливалися в межах від 132,50±14,61 до 167,50±15,09 ЯГП. У дослідній групі після задачі інвазованим гусям фензолу 22 % на 3-ю добу експерименту ІІ знизилася з 142,50±6,27 до 46,67±9,89 ЯГП і на 14-у добу становила 30 ЯГП. Після застосування дослідній птиці бровадазолу плюс на 3-ю добу досліду ІІ знизилася з 135,00±10,56 до 30,00±8,16 ЯГП. ІІ в дослідних групах гусей, яким застосовували препарати левамізол-80 та універм, становила відповідно 130,00±14,34 та 145,00±12,07 ЯГП. Уже на 3-ю добу досліду яєць трихостронгілюсів у гусей цих груп не виявляли. В дослідній групі після задачі інвазованим гусям піперазину 45 % на 3-ю добу експерименту ІІ знизилася з 140,00±15,86 до 62,86±8,08 ЯГП і на 14-у добу становила 40,00±8,94 ЯГП.

Зважаючи на отримані дані, препарати бровадазол плюс, левамізол-80 та універм можна віднести до високоефективних антигельмінтиків за трихостронгільозу гусей, їх показники ефективності сягали 100 %. Схожі дані високої ефективності макроциклічних лактонів встановлено авторами, які виявили 92 %-у антигельмінтну дію івермектину відносно *Ascaridia galli* у курей [16]. Інші автори вказують на недостатню ефективність левамізолу в дозі 16 мг/кг відносно *Capillaria* spp., *Trichostrongylus* spp. та *Amidostomum anseris*, де ЕЕ становила лише 71,8 % [17].

Результати, що ми отримали, свідчать про невисоку ефективність препарату піперазин 45 % за наявності трихостронгільозу в гусей. Недостатню антигельмінтну дію відносно *Allodapa suctoria, Tetrameres americana, Heterakis gallinarum, Ascaridia galli* та *Gongylonema ingluvicola* виявили автори при лікуванні курей із використанням піперазину, ефективність становила лише 50,6 % [18]. Інші автори зазначають, що дигідрохлорид піперазину при лікуванні бройлерів, інвазованих *A. galli*, у дозах 64, 100 та 200 мг/кг показав ефективність відносно статевозрілих форм нематод на рівні 83 %, 94 % та 100 %, а проти личинкових стадій – 86 %, 60 % та 100 % відповідно [19]. Також літературні дані вказують, що комбіновані препарати є високоефективними за гельмінтозів у птиці. Ефективність препарату, що містить комбінацію абемектину (0,2 мг) та альбендазолу (30 мг) за капіляріозу та аскаридіозу в курей досягала 100 % [20]. Результати наших досліджень також доводять високу ефективність (ЕЕ, ІЕ – 100 %) комбінованого препарату бровадазолу плюс, який містить піперазину адипінат і фенбендазол, за трихостронгільозу гусей.

Результати проведених досліджень дають змогу рекомендувати препарати бровадазол плюс, левамізол-80 та універм 0,2 % для ефективної боротьби та профілактики трихостронгільозу в гусей.

Висновки

Встановлено високу ефективність препаратів бровадазол плюс, левамізол-80 та універм за трихостронгільозу гусей, екстенс- та інтенсефективність на 14-у добу експерименту сягала 100 %. Препарати фензол 22 % та піперазин 45 % виявилися недостатньо ефективними в боротьбі з трихостронгільозом гусей, де показники екстенс- та інтенсефективності на 14-у добу становили: фензолу 22 % – 75 та 83,35 %, піперазину 45 % – 62,5 та 77,4 % відповідно.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити дезінвазійну ефективність сучасних дезінфікуючих засобів відносно яєць та личинок *Trichostrongylus tenuis*, що паразитують у домашніх гусей.

References

1. Boz, M. A., Sarica, M., & Yamak, U. S. (2017). Production traits of artificially and naturally hatched geese in intensive and free-range systems: I. Growth traits. *British Poultry Science*, 58 (2), 132–138. doi: 10.1080/00071668.2016.1261997

2. Katerynych, O. O., Gadjuchko, O. T., & Hvostyk, V. P. (2006). Vitchyznjane gusivnyctvo ta svitovi tendencii' rozvytku. *Ptahivnyctvo*, 58, 87–90 [In Ukrainian].

3. Romanov, M. N. (1999). Goose production efficiency as influenced by genotype, nutrition and production systems. *World's Poultry Science Journal*, 55 (3), 281–294. doi: 10.1079/WPS19990021

4. Ruban, N. O., Orishhuk, O. S., Cap, S. V., & Darmograj, L. M. (2016). Zabijni pokaznyky i m'jasni jakosti molodnjaku gusej za riznogo vmistu lecytynu sonjashnyku v kombikormi. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (2), 230–234 [In Ukrainian].

5. Enigk, K., & Dey-Hazra, A. (1971). Propagation and treatment of the *Trichostrongylus tenuis* infestations. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 84 (1), 11–14.

6. Hamadani, H., Khan, A. A., Wani, Z. A., Jalal, H., Bihaqi, S. J. A., & Mir, M. S. (2017). Parasitic profile of domestic geese of Kashmir. *International Journal of Livestock Research*, 7 (5), 129–133. doi: 10.5455/ijlr.20170409094535

7. Kornaś, S., Basiaga, M., Kowal, J., Nosal, P., Wierzbowska, I., & Kapkowska, E. (2015). Zatorska goose a subject of parasitological research. *Annals of Parasitology*, 61 (4), 253–256. doi: 10.17420/ap6104.15

8. Shutler, D., Alisauskas, R. T., & McLaughlin, D. J. (2012). Associations between body composition and helminths of lesser snow geese during winter and spring migration. *International Journal for Parasitology*, 42 (8), 755–760. doi: 10.1016/j.ijpara.2012.05.008

9. Pedersen, A. B., & Fenton, A. (2015). The role of antiparasite treatment experiments in assessing the impact of parasites on wildlife. *Trends in Parasitology*, 31 (5), 200–211. doi: 10.1016/j.pt.2015.02.004

10. Angel, C., Akhter, N., Arijo, A., Qureshi, T. A., Gandahi, J. A., & Qazi, I. H. (2019). Comparative efficacy of ivermectin and *Nigella sativa* against helminths in Aseel chickens (*Gallus gallus domesticus*). *Journal of Helminthology*, 93(5), 533–538. doi: 10.1017/S0022149X18000718

11. Lawrence, K. (1983). Efficacy of fenbendazole against nematodes of captive birds. *Veterinary Record*, 112 (18), 433–434. doi: 10.1136/vr.112.18.433

12. Kirsch, R. (1984). Treatment of nematodiasis in poultry and game birds with fenbendazole. *Avian Diseases*, 28 (2), 311–318.

13. Yevstafieva, V. O., & Yeresko, V. I. (2019). Terapevtychna efektyvnist' suchasnyh antygel'mintnyh preparativ za kapiljariozu gusej. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (93), 41–45. doi: 10.32718/nvlvet9308 [In Ukrainian].

14. Ssenyonga, G. S. (1982). Efficacy of fenbendazole against helminth parasites of poultry in Uganda. *Tropical Animal Health and Production*, 14 (3), 163–166. doi: 10.1007/BF02242148

15. De Souza, L. P., Lelis, R. T., Granja, I. R., DaMatta, R. A., & Santos, C. (2012). Efficacy of albendazole and moxidectin and resistance to ivermectin against *Libyostrongylus douglassii* and *Libyostrongylus dentatus* in ostriches. *Veterinary Parasitology*, 189 (2–4), 387–389. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.04.030

16. Trach, V. N. (1992). Rekomendacii po primeneniju novogo metoda ucheta jaic gel'mintov i cist prostejshih v fekalijah zhivotnyh. Kiev: Gosagroprom USSR [In Russian].

16. Sharma, R. L., Bhat, T. K., & Hemaprasanth (1990). Anthelmintic activity of ivermectin against experimental *Ascaridia galli* infection in chickens. *Veterinary Parasitology*, 37 (3–4), 307–314. doi: 10.1016/0304-4017(90)90014-3

17. Saemi Soudkolaei, A., Kalidari, G. A., & Borji, H. (2021). Anthelmintic efficacy of fenbendazole and levamisole in native fowl in northern Iran. *Parasites & Vectors*, 14 (1), 104. doi: 10.1186/s13071-021-04605-9

18. Chota, A., Sikasunge, C. S., Phiri, A. M., Musukwa, M. N., Haazele, F., & Phiri, I. K. (2010). A comparative study of the efficacy of piperazine and Carica papaya for the control of helminth parasites in village chickens in Zambia. *Tropical Animal Health and Production*, 42 (3), 315–318. doi: 10.1007/s11250-009-9432-6

19. Nilsson, O., & Alderin, A. (1988). Efficacy of piperazine dihydrochloride against *Ascaridia galli* in the domestic fowl. *Avian Pathology*, 17 (2), 495–500. doi: 10.1080/03079458808436467

20. Ibarra-Velarde, F., Guerrero-Molina, C., Vera-Montenegro, Y., Alcalá-Canto, Y., & Romero-Callejas, E. (2011). Comparison of the anthelmintic efficacy of three commercial products against Ascarids and Capillaria spp. in fighting cocks. *Pharmacology & Pharmacy*, 2 (3), 146–150. doi: 10.4236/pp.2011.23020

Стаття надійшла до редакції 10.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Стародуб Є. С. Терапевтична ефективність сучасних антигельмінтиків за трихостронгільозу гусей. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 256–261.

© Стародуб Євгеній Сергійович, 2020

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC636.2.09:618.19-002:616-071:616.15:615.326-026.741(477.53) |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.33

CLINICAL CONDITION AND BLOOD INDICES OF COWS WITH SUBCLINICAL MASTITIS BEFORE AND AFTER APPLICATION OF POLTAVA BISCHOFITE SOLUTION

V. P. Berdnyk ORCID 0000-0003-2664-8035
A. I. Rakitina ORCID 0000-0002-0892-7252
M. F. Zavaliy ORCID 0000-0002-9008-7829

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: berdmik36@gmail.com

How to Cite

Berdnik, V. P., Rakitina, A. I., & Zavaliy, M. F. (2021). Clinical condition and blood indices of cows with subclinical mastitis, before and after application of Poltava bischofite solution. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 262–268. doi: 10.31210/visnyk2021.01.33

Examination for mastitis by studying anamnesis data, clinical methods, and milk samples in tests with mastidine and sedimentation of 261 farm cows revealed mammary glands inflammation in 57 (21.84 %) animals. 5 (1.92 %) cows had clinically expressed forms of mastitis, and 52 animals (19.92 %) had a latent form. In the experiment, 24 cows with latent mastitis and 6 clinically healthy (control) animals were involved, being tested with Poltava bischofite solution (PBS) by applying orally and simultaneously by inunction of anti-latent mastitis gel in the skin of the inflamed udder area. The preparation is produced by the "Laboratory of Natural Technologies" LLC in the city of Poltava. During the period of applying the preparation in two cycles, 7 times in each one with a 22–24-hour interval, and with a 7-day interval between the cycles, the cows were clinically healthy. Three cows in each of the groups, which were treated with the preparations, showed no signs of latent mastitis on the seventh day of the experiment in the first cycle, and the rest of animals - only on the sixth or seventh day – in the second cycle. In cows treated with PBS in the first cycle, as compared with the control, a reliable increase in the amount of erythrocytes ($p<0.05$–0.001) and hemoglobin ($p<0.05$–0.01) was observed, and in the blood serum – magnesium ions ($p<0.05$) were found. Before the drugs administration and after their use in the first cycle, a significantly increased amount of leukocytes was found in the cows' blood, which reached the normal values only in the second cycle. In all the experimental animals, including the controls, the ratio of "calcium: phosphorus" was impaired due to lack of calcium and excess of phosphorus. It is possible that due to this fact, the part of the cows had to be administered PBS in the second cycle. Applying preparations based on Poltava bischofite solution at subclinical mastitis of cows has prospects, but requires further testing on farms with different conditions of feeding, care and milk production technologies.

Key words: *Poltava bischofite solution, cows, mastitis, latent (subclinical) mastitis, preparations.*

КЛІНІЧНИЙ СТАН ТА ПОКАЗНИКИ КРОВІ КОРІВ, ХВОРИХ НА ПРИХОВАНИЙ МАСТИТ, ДО ТА ПІСЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗЧИНУ ПОЛТАВСЬКОГО БІШОФІТУ

В. П. Бердник, А. І. Ракітіна, М. Ф. Завалій
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

При обстеженні на мастит із застосуванням даних анамнезу, клінічних методів і досліджень проб молока в тестах з мастидином і відстоювання 261 корови ферми у 57 (21,84 %) виявили ураження запаленням молочних залоз. У 5-ти (1,92 %) корів були клінічно виражені форми маститу, а у

52 (19,92 %) – прихована форма. В досліді на 24-х коровах, хворих на прихований мастит, та 6 клінічно здорових (контроль) випробувано розчин Полтавського бішофіту шляхом застосування внутрішньо і шляхом втирання у шкіру ураженої запаленням частини вим'я та гель проти прихованого маститу, виготовлений у Товаристві з обмеженою відповідальністю «Лабораторія натуральних технологій (м. Полтава). В період застосування препаратів у двох циклах, в кожному з яких по 7 разів із 22–24-годинним інтервалом, та із 7-и добовим інтервалом між ними корови були клінічно здоровими. По три корови у групах, яким застосували препарати, не мали ознак прихованого маститу на сьому добу досліду в першому циклі, а решта – лише на шосту-сьому добу – у другому. У корів, яким застосували розчин Полтавського бішофіту в першому циклі порівняно з контролем спостерігали вірогідне підвищення у крові кількості еритроцитів (p<0,05–0,001) і гемоглобіну (p<0,05–0,01), а в сироватці крові – іонів магнію (p<0,05). До застосування препаратів і після застосування їх у першому циклі у крові корів виявили вірогідно підвищену кількість лейкоцитів, яка перебували в межах норми лише у другому циклі. У всіх тварин досліду, включаючи і контролі, було порушеним співвідношення «кальцій : фосфор» через нестачу кальцію і надлишок фосфору. Можливо, що через це частині корів довелося застосовувати РПБ у другому циклі. Найбільш зручним у використанні був препарат із РПБ у формі гелю. Застосування РПБ і препаратів, виготовлених на його основі при прихованому маститі корів має перспективу, але потребує подальшого випробування в господарствах із різними умовами годівлі, догляду і технологіями виробництва молока.

Ключові слова: *розчин П олтавського бішофіту, корови, мастит, прихований мастит, препарати.*

Вступ

Мастит є захворюванням самок свійських і домашніх тварин, яке характеризується запальним процесом молочних залоз переважно через вплив несприятливих факторів довкілля, зниження природної стійкості організму і ускладнення інфекцією. Він призводить до зниження молочної продуктивності; зміни хімічного складу, біохімічних і фізичних властивостей молока; зниження його якості та безпечності як харчового продукту для людей і єдиного корму для новонароджених тварин [5].

Форми перебігу та наслідки захворювання на мастит залежать від локалізації патологічного процесу, вірулентності збудників, імунологічного стану всього організму та реактивності тканин молочних залоз. Тому його треба розглядати як захворювання всього організму [2, 5].

Мастит може бути наслідком дії механічних факторів (травми, порушення технології машинного доїння тощо), хімічних (луги, кислоти, солі тощо), фізичних (протяги, охолодження, відмороження, опіки, підвищена вологість повітря у приміщенні) і біологічних факторів – специфічних збудників захворювань (туберкульоз, ящур, актиномікоз тощо) і неспецифічних (стафілококи, стрептококи, мікоплазми, коринебактерії тощо) окремо або ж у їхньому поєднанні. Із числа всіх можливих факторів маститу на біологічні фактори припадає близько 85,0 % випадків, із яких на таких збудників як стафілококи і стрептококи – до 90,0 % [32].

Згідно з міжнародною класифікацією всі мастити поділяються на клінічні, приховані, неспецифічні (асептичні) і спричинені латентною інфекцією [32].

А. П. Студенцов, зважаючи на вид запалення і фізіологічний стан молочних залоз, поділяв мастити на серозний, катаральний, гнійний, фібрінозний, геморагічний і специфічний. За проявом захворювання є гострий, підгострий і хронічний мастити [5].

Захворювання на мастит реєструють в усіх господарствах і країнах світу, де утримують корів. Протягом одного року в господарстві можуть виявити в межах 20–70 % корів, хворих на мастит, із яких 8–16 % хворіють по декілька разів. У господарствах із невеликою кількість поголів'я виявляють серед них 2–5 % хворих на мастит. Але найбільшу небезпеку для здоров'я корів і споживачів молока (новонароджених тварин і людей) та молокопереробних підприємств становить прихований мастит. Він має прихований перебіг, тому дуже важко виявити хворих корів і вчасно їх лікувати [32].

Економічні втрати від клінічного маститу можуть досягати 20–30 % за лактацію корови і близько 10 % у наступних її лактаціях [32].

Діагностика клінічного маститу включає анамнез, загальне клінічне обстеження, клінічне дослідження молочних залоз із пробним здоюванням їх секрету та його огляд [5, 32].

При дослідженні на прихований мастит застосовують ті ж методи, що і при клінічному маститі. Але додатково пробу молока із кожної частини (залози) досліджують також у тестах, в основі яких полягає визначення pH, кількості соматичних клітин (тест відстоювання) та електричної провідності секрету [2, 5].

За антимаститною програмою фірми Байєр, при дослідженні на прихований мастит треба враховувати періоди продуктивності корів – отел, лактація, сухостій. Найбільший ризик інфікування залоз є в сухостійний період. Для оцінки стану вимені спеціалісти фірми рекомендують як один із засобів боротьби з маститом – проводити діагностику щомісяця всіх лактуючих корів, а також перед постановкою їх на сухостій та перед консервацією вимені, також на четверту добу після родів та для оцінки ефективності лікування. Для цього потрібно застосовувати каліфорнійський маститний тест (КМТ), з допомогою якого у пробах молока визначається кількість соматичних клітин. Їхня норма – до 200000 в 1 мл молока, слабо позитивний результат – до 400000, позитивний – 500000–1500000 і сильно позитивний – понад 2000000 клітин в 1 мл [2, 5].

Проблеми маститів переважно корів вивчало декілька поколінь науковців різних країн світу [1, 4, 5, 8, 9, 14, 17, 18, 24, 32]. Отримані певні успіхи щодо їхньої природи, діагностики та розробки і впровадження в молочному скотарстві заходів боротьби з ними [2, 5, 14, 18, 24, 32]. Запропоновані правила і умови, дотримання яких забезпечить одержання якісного молока, безпечного для людей і придатного для переробки в молокопродукти. Але хворих на мастит тварин продовжують реєструвати в господарствах різних форм власності [5, 32].

Однією з нерозв'язаних проблем є лікування корів, хворих на прихований мастит. Більшість дослідників вважає, що найбільш ефективним є лікування в сухостійний період шляхом застосування антибіотиків та препаратів, виготовлених на їхній основі, на 3–4 добу після запуску та за 10–12 діб перед очікуваними родами [2, 5, 32].

Станом на 01.08.2014 року в Україні зареєстровано 45 препаратів для ветеринарної медицини, з яких 20 (44,4 %) препаратів вітчизняних і 25 (55,5 %) закордонних. Причому 42 (93,3 %) препарати мали у своєму складі антибіотики і тільки 3 (6,7 %) були без них [20].

При застосуванні препаратів із антибіотиками для лікування тварин у період лактації молоко певний час буде забруднене ними і, таким чином, небезпечним як продукт харчування та шкідливим для переробки в молокопродукти як саме, так і його суміш із молоком від клінічно здорових тварин. Тому продовжуються пошуки засобів лікування корів, хворих на прихований мастит, які би були позбавлені названих недоліків, мали б екологічну чистоту, високу терапевтичну ефективність і відносно низьку вартість.

На сьогодні випробувані із позитивними результатами щодо лікування корів, хворих на мастит, водний розчин колоїдних наночастинок металу (оксиду металу чи гідроксиду металу) з використанням одного чи декількох металів із груп срібла, міді, магнію, кобальту, цинку і заліза [10], препарат із бджолиної сировини (прополіс, витяжка із підмору, віск) та олії рицинової – антимаст [26, 29], спорова культура Bacillus subtilis як пробіотик [22], анатоксини грибів із родів Candida,Aspergillus і Mucor та тіосульфат натрію [15], селеноорганічний препарат селекора чи селеніт натрію окремо і в поєднанні з антимікробним препаратом дієномастом [11], анатоксин стафілококовий полівалентний – АСП [31], імуностимулюючий тканинний препарат СТП [30], імуностимулюючий препарат аміноселетон [23], лазерні промені [16] тощо.

Вищезазначеним вимогам щодо засобів для лікування хворих на мастит тварин відповідає розчин Полтавського бішофіту (РПБ) [5, 6] та препарати, виготовлені на його основі – біпол [21], санобіт [14] та продукти Товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Лабораторія натуральних технологій» ЛНТ (м. Полтава) – гель проти клінічно вираженого маститу, прихованого маститу і інші. Перші випробування показали, що РПБ має лікувальну ефективність при клінічно вираженому [14] і прихованому маститі корів [5, 18].

Мета роботи – вивчити частоту виявлення корів, хворих на мастит, а також клінічний стан та деякі морфологічні показники крові корів, хворих на прихований мастит, до та після застосування РПБ та гелю проти прихованого маститу.

Матеріали і методи досліджень

Дослід проводили 2019–2020 років на базі проблемної наукової лабораторії кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавської державної аграрної академії та молочнотоварній фермі (МТФ) Приватного підприємства (ПП) «Калашники», с. Калашники Полтавського району Полтавської області. В досліді використали розчин Полтавського бішофіту (РПБ), одержаний на кафедру від фірми ТОВ «Мінерал» (м. Полтава) зі свердловини с. Затурино Полтавського району. Він мав щільність 1280 г/л і, згідно з даними [6], загальну концентрацію солей -370±0,7 і іонів магнію ++ - 98,6±2,04 г/л.

На МТФ, де проведено експеримент, утримувалась 261 корова чорно-рябої породи віком від 3 до 7 років. Їх доїли двічі на добу механічним способом.

Для виявлення корів, хворих на прихований мастит, застосували анамнестичні дані, загальні клінічні методи досліджень і дослідження проб їхнього молока в тестах із 2 %-м розчином мастидину та відстоювання [2, 5, 33]. Із числа хворих з урахуванням живої маси тіла, віку, терміну лактації після родів і однодобового надою молока відібрали 24 корови. Із них сформували 4 групи по 6 голів у кожній. Хворі на прихований мастит корови групи 4 та клінічно здорові групи 5 були контролями. Дослід провели за схемою, наведеною в табл. 1.

1. Схема досліду на коровах, n= 6.

Групи №	Клінічний стан корів	Назви та способи застосування препаратів чи плацебо
1	Хворі на ПМ	РПБ внутрішньо із розрахунку 0,3 мл/кг живої маси тіла в розведенні водою із водогону в 5 разів
2		РПБ на шкіру ураженої частки вим'я по 20–30 мл шляхом втирання
3		Гель проти ПМ на шкіру ураженої частки вим'я по 10–15 мл шляхом втирання
4 кх		Вода із водогону внутрішньо по 500 мл
5 кз	Клінічно здорові	Вода із водогону внутрішньо по 500 мл

Примітки: – ПМ – прихований мастит, кх – клінічно хворі, кз – клінічно здорові.

Дозу РПБ для внутрішнього застосування визначали із розрахунку по 30 мг іонів магнію на 1 кг живої маси тіла тварини згідно із прийнятими методиками [4–7, 19] до розрахованої кількості розчину додавали 500–600 мл водогінної води і з допомогою гумової пляшки вводили корові через рот внутрішньо.

Гель проти прихованого маститу отримали із ТОВ ЛНТ, у якому він мав назву «LACTIS subclinical» – гель при субклінічному маститі.

У досліді було два цикли із 7-добовим інтервалом між ними. В кожному циклі препарати застосовували 7 разів із 22–24-годинним інтервалом після вечірнього доїння. В циклі 2 застосовували РПБ лише коровам, які залишились хворими на прихований мастит [6, 9].

За коровами велося постійне клінічне спостереження та щодобове дослідження проб їхнього молока з допомогою тесту з мастидином. До застосування препаратів та через 20–22 години після кожного циклу у корів брали проби крові для визначення кількості еритроцитів, лейкоцитів і гемоглобіну та по 10-12 мл крові із яремної вени для біохімічних досліджень сироватки на рівень магнію, кальцію, фосфору за описаними методиками [19]. Цифровий матеріал обробляли шляхом застосування методів біостатистистики опублікованих у відомому джерелі [17].

Результати досліджень та їх обговорення

Із 261 обстеженої корови у 57 (21,84 %) виявили ураження запаленням молочних залоз. Причому 5 (1,92 %) корів мали клінічно виражені форми маститу, а 52 (19,92 %) корови – приховану форму, із яких у 13 (25,0 %) була ураженою одна частина вим'я, 22 (42,3 %) – дві частки, 13 (25,0 %) – три і 4 (7,7 %) – чотири частини.

Усі корови, яким застосовували РПБ, мали задовільний клінічний стан. Було лише одне виключення – майже в усіх корів виявили хитання різців на 1–2 мм у чашечках нижньої щелепи, що свідчило про порушення в них мінерального обміну, зокрема кальцію і фосфору. Результати гематологічних та біохімічних досліджень наведені в табл. 2.

Із табл. 2 видно, що у корів груп 1 і 2, яким застосували РПБ у першому циклі порівняно з контролем спостерігали вірогідне підвищення у крові кількості еритроцитів ($p<0,05–0,001$) і гемоглобіну ($p<0,05–0,01$), а в сироватці крові – іонів магнію ($p<0,05$). У всіх тварин досліду, включаючи і контрольну, виявлено порушення співвідношення «кальцій : фосфор» через нестачу кальцію.

Корови групи 3 мали лише вірогідне ($p<0,05$) підвищення у крові кількості гемоглобіну до 119,06±1.24 г/л (контроль 109,08±2,25 г/л), що, зважаючи на наукові публікації [5], є наслідком недостатньої дози препарату.

2. Результати досліджень проб крові корів дослідних груп, M±m

Групи	n	Еритроцити, (10^{12}/л)	Лейкоцити, (10^{9}/л)	Гемоглобін, (г/л)	В неорганічних солях, мг/100 мл			Ca : P
					Mg	Ca	P	
Перед початком досліду								
1	6	5,24±0,30	12,04±0,22*	110,42±2,23	2,10±0,10	10,25±0,32	8,16±0,13	1,26 : 1
2	6	5,21±0,16	11,44±0,11**	112,25±3,40	2,14±0,09	10,43±0,54	8,23±0,55	1,27 : 1
3	6	5,11±0,12	11,42±0,23*	110,08±2,34	2,18±0,12	10,55±0,24	8,65±0,33	1,22 : 1
4кх	6	5,35±0,11	10,75±0,16*	112,44±3,33	2,19±0.13	10,22±0,35	8,24+0,36	1,24 : 1
5кз	6	5,42±0,21	7,82±0,26	109,19±2,32	2,09±0,02	10,65±0,36	8,10±0,40	1,31 : 1
Після циклу 1								
1	6	6,69±0,12**	12,20±0,40*	128.60±3.40**	2,24±0,02*	9,97±1,02	8,20±1,02	1,22 : 1
2	6	6,53±0,26***	10,06±0,23	127,02±2.40**	2,19±0,02*	10,24±0,12	9,14±0,08	1,20 : 1
3	6	6,49±0,32	10,65±0,37*	119,06±1.24*	2,16±0,04	10,27±0,26	9,12±0,72	1,13 : 1
4.кх	6	5,88±0,13	11,12±0,42*	107,04±1.55	2,14±0,04	8,97±0,02	7,85±0,65	1,14 : 1
5.кз	6	5,80±0,05	9,08±0,26	109,08±2,25	2,10±0,02	9,87±0,32	8,40±0,61	1,18 : 1
Після циклу 2								
1	3	6,80	8,36	128,00	2,30	10,88	9,10	1,20 : 1
2	3	6,98	8,47	132,00	2,17	10,60	8,27	1,28 : 1
3	3	6,81	7,63	129,16	2,27	10,74	8,47	1,27 : 1
4.кх	6	5,72±0,24	11,36±0,12*	110,11±2,43	2,12±0,06	9,82±0,11	7,98±0,64	1,23 : 1
5.кз	6	5,72±0,15	8,22±0,16	114,17±0,04	2,10±0,09	10,02±0,26	8,80±0,71	1,14 : 1

Примітки: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 – порівняно з показниками клінічно здорових корів; кх – корови, хворі на прихований мастит, яким препарати не застосовували, кз – корови клінічно здорові.

У крові корів циклу 2 порівняно з контролем була підвищеною кількість еритроцитів і гемоглобіну, а в сироватці – магнію. Але через малу кількість вибірок немає можливості визнати їх різницю вірогідною.

Дані табл. 3 показують, що в циклі 1 перші корови, яким застосували препарати із РПБ, стали клінічно здоровими через 6 діб і на 7-му добу їх стало по 3 у групах 1–3. У циклі 2 в цих групах було по 3 корови. Вони також вилікувалися на 5–6-у добу після повторного прийому препаратів.

3. Кількість клінічно здорових корів, виявлених серед хворих на прихований мастит, після застосування препаратів в обох циклах

Групи	1-й цикл						2-й цикл						
	n	діб від початку лікування				залишилось хворими	n	діб від початку лікування					залишилось хворими
		1–4	5	6	7			1–2	3–4	5	6	7	
1	6	0	0	3	3	3	3	0	0	1	3	3	0
2	6	0	0	2	3	3	3	0	0	0	2	3	0
3	6	0	0	1	3	3	3	0	0	0	2	3	0
4 кх	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	6
5 кз	6	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	0

Примітка: 0 – клінічно здорових корів не виявлено.

Отже, при застосуванні РПБ внутрішньо чи нашкірно ми отримали подібний лікувальний ефект. Найбільш зручним при використанні є препарат у вигляді гелю, тому використання такої його форми є перспективним. Вона є більш простою і зручною у застосуванні при нанесенні на шкіру вим'я порівняно із нанесенням на шкіру РПБ чи введенням його внутрішньо.

Висновки

1. З'ясовано, що застосування розчину Полтавського бішофіту внутрішньо, на шкіру вим'я й у вигляді гелю 7 діб поспіль з 22–24-годинним інтервалом у двох циклах із 7-добовим інтервалом між ними мало позитивний ефект. Три корови в першому і три у другому циклах не мали ознак прихованого маститу на шосту-сьому добу досліду.

2. Отримані результати показали, що РПБ та гелевий препарат на його основі має перспективу щодо лікування корів, хворих на прихований мастит.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях плануємо вивчити імунологічні показники крові корів, хворих на прихований мастит.

References

1. Abdessemed, D. (2014). Subklinicheskij mastit u korov v poslerodovoj period (verifikaciya diagnoza i terapiya). *Candidate's thesis*. Saratov [In Russian].

2. Antymastytna prohrama Baiier. Vysoki nadoi. TOV «Baiier». Retrived from: www.vet.bayer.ua [In Ukrainian].

3. Balym, Yu. P. (2004). Poshyrennia mastytiv u koriv, rozrobka zasobiv yikh profilaktyky ta terapii z zastosuvanniam yodoforiv. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].

4. Berdnyk, V. P., Aranchii, S. V., Berdnyk, I. Yu., Kyrychko, O. B., & Bublyk O. O. (2005). *Metodychni rekomendatsii shchodo diahnostyky, profilaktyky subklinichnoho mastytu koriv ta borotby z nym*. Poltava [In Ukrainian].

5. Berdnyk, V. P., Aranchii, S. V. Kyrychko, B. P., Berdnyk, I. Yu., Kyrychko, O. B., Titarenko, O. V., Kit, A. A., Rakovska, Yu. O., & Pasynoho, O. O. (2012). *Metodychni rekomendatsii shchodo zastosuvannia rozchynu poltavskoho bishofitu u veterynarnii medytsyni ta tvarynnytstvi*. Poltava [In Ukrainian].

6. Berdnyk, V. P., & Kit, A. A. (2013). Standartyzatsiia rozchynu poltavskoho bishofitu dlia zastosuvannia u veterynarnii medytsyni i tvarynnytstvi. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 97, 503–504 [In Ukrainian].

7. Berdnyk, V. P., Kit, A. A., & Rakovska, Yu. O. (2013). Rezultaty eksperymentalnykh doslidzhen vlastyvostei RPB yak preparatu dlia zastosuvannia u veterynarnii medytsyni. *Veterynarna Medytsyna: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 97,505– 506 [In Ukrainian].

8. Berdnyk, V. P., Aranchii, Ya. S., Kyrychko, O. B., Bublyk, O. O., Shcherbak, V. I., & Marchenko, T. M. (2018). *Patent Ukrainy № 128182*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

9. Borysevych, V. B., Kaplunenko, V. H., Kosinov, M. V., Borysevych, B. V., & Borysevych, V. B. (2009). *Patent Ukrainy № 42290*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

10. Bryuhova, I. V. (2004). Farmakologicheskaya aktivnost i profilakticheskaya effektivnost selekora pri mastite u korov v period suhostoya. *Candidate's thesis*. Voronezh [In Russian].

11. Burlaka, B. S. (2010). Razrabotka i issledovanie kompozicionnyh lekarstvennyh sredstv dlja naruzhnogo primenenija s bishofitom i dimeksidom. *Candidate's thesis*. Kiev [In Russian].

12. Voitenko, S. L., Tenditnyk, V. S., Rybalka, M. M., Vasylieva, O. O., Berdnyk, V. P., Derzhhovskyi, O. O., & Petrenko, S. M. (2018). *Tekhnolohiia produktsii molochnoho i miasnoho skotarstva, svynarstva ta ptakhivnytstva*. Poltava: Dyvosvit [In Ukrainian].

13. Babov, K. D., Zolotarova, T. A., & Nasibulin, B. A. (2010). Vnutrishnii pryiom Poltavskoho bishofitu (eksperymentalno-klinichni doslidzhennia). Kyiv: KIM [In Ukrainian].

14. Dovhopol, V. F., Pluhatyrov, V. P., & Kulynych, S. M. (2006). *Patent Ukrainy № 15955*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

15. Idelbaev, I. (2007). Razrabotka kompleksnogo sposoba lecheniya korov pri razlichnyh formah mastita s ispolzovaniem immunomodulyatorov. *Candidate's thesis*. Saratov [In Russian].

16. Zazharska, N. M. (2001). Etiopatohenez, symptomatychna i patohenetychna terapiia mastyta u koriv. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].

17. Kalinin, M. I., & Yelisieiev, V. V. (2000). *K 17 Biometriia: Pidruchnyk dlia studentiv vuziv biolohichnykh i ekolohichnykh napriamkiv*. Mykolaiv: MF NaUKMA [In Ukrainian].

18. Kyrychko, O. B. (2006). Mikroflora moloka ta pokaznyky rezystentnosti zdorovykh i khvorykh na subklinichnyi mastyt koriv pry zastosuvanni poltavskoho bishofitu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv [In Ukrainian].

19. Kondrahin, I. P., Arhipov, A. V., Levchenko, V. I., Talanov, G. A., Frolova, L. A., & Novikov, V. Je. (2004). *Metody veterinarnoj klinicheskoj laboratornoj diagnostiki*. Moskva: Kolos [In Russian].

20. Murska, S. (2016). Modern scientific approach for quality assurance and milk products without develop safe antibiotics to treat mastitis cows patients. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (1), 205–219. Retrieved from: https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/74

21. Neduiev, Yu. M., & Aranchii, S. V. (2000). Patent Ukrainy № 30628. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlastnosti [In Ukrainian].

22. Pavlenko, O. B. (2004). Primenenie probiotika «Vetom-3» dlya lecheniya korov pri subklinicheskom mastite. *Candidate's thesis*. Voronezh [In Russian].

23. Pershin, S. S. (2016). Effektivnost primeneniya biologicheskogo stimulyatora Aminoseletona v kompleksnoj terapii bolnyh mastitom korov. *Candidate's thesis*. Voronezh [In Russian].

24. Pluhatyrov, V. P., Dovhopol, V. F., Berdnyk, V. P., & Adamova, O. B. (1998). Zastosuvannia bishofitu poltavskoho dlia likuvannia koriv, khvorykh na mastyt. *Visnyk Bilotserkivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 5, 76–79 [In Ukrainian].

25. Popov, Yu. (2004). Razrabotka i primenenie veterinarnyh kremov dlya profilaktiki i terapii mastita u korov. *Candidate's thesis*. Krasnodar [In Russian].

26. Postoienko, V. O., Peresta, A. M., Kalachnyuk, L., & Postoienko, H. V. (2016). Effect of apiphytopreparation ointment «antymast» on the natural resistance of cows with purulent catarrhal mastitis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (1), 124–127. Retrieved from: https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/57

27. Roman, L. H. (2015). Efektyvnist yodovmisnoho preparatu PIVS pry mastyti koriv. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomoria: Veterynarni Nauky*, 77, 88–93 [In Ukrainian].

28. Skibin, Y. V. (2012). Effektivnost preparatov yantarnoj kisloty v sisteme mer profilaktiki bakterialnogo mastita u korov v suhostojnyj period. *Candidate's thesis*. Belgorod [In Russian].

29. Sobko, H. V. (2018). Stan imunnoi y antyoksydantnoi system orhanizmu koriv, khvorykh na subklinichnu formu mastytu, za dii apifitopreparatu. *Candidate's thesis*. Lviv [In Ukrainian].

30. Stravskyi, Ya. S., & Shumanskyi, Yu. I. (2013). Tkanynnyi preparat "STP" u profilaktytsi subklinichnoho mastytu koriv, patolohii otelennia ta pisliaotelnoho periodu. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Instytutu Biolohii Tvaryn i Derzhavnoho Naukovo-Doslidnoho Kontrolnoho Instytutu Vetpreparativ ta Kormovykh Dobavok*, 14 (3–4), 96–100 [In Ukrainian].

31. Temnikova, L. V. (2012). Kompleksnyj preparat ASP pri mastite u korov. *Extended abstract of candidate's thesis*. Sank-Peterburg [In Russian].

32. Yablonskyi, V. A., Liubetskyi, V. Y., Berezovskyi, A. V., Yakubchak, O. M., Borodynia, V. I., Valchuk, O. A., & Mykhailiuk, M. M. (2007). *Metodychni rekomendatsii shchodo diahnostyky,likuvannia ta zapobihannia mastytu v tvaryn*. Kyiv: «Vetinform» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 11.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бердник В. П., Ракітіна А. І., Завалій М. Ф. Клінічний стан та показники крові корів, хворих на прихований мастит, до та після застосування розчину полтавського бішофіту. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 262–268.

© Бердник Василь Петрович, Ракітіна Анастасія Ігорівна, Завалій Микола Федорович, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 616-001.4:002.3:089:615.246.2:276 |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.34

ANALYSIS OF SURGICAL PATHOLOGY IN THE VETERINARY CLINIC "ASTI", IN THE CITY OF KYIV

S. M. Kulynych* ORCID 0000-0003-1660-643X
G. O. Omelchenko ORCID 0000-0001-9389-8400
N. O. Avramenko ORCID 0000-0002-1920-5757
A. O. Bodnar

Poltava State Agrarian Academy, 1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: sergii.kulynych@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kulynych, S. M., Omelchenko, G. O., Avramenko, N. O., & Bodnar, A. O. (2021). Analysis of surgical pathology in the veterinary clinic "Asti" in the city of Kyiv. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 269–278. doi: 10.31210/visnyk2021.01.34

A significant part of all diseases of small domestic animals are non-infectious, among which the most common are surgical, which in a large city make up to 50 %. The aim of the work was to determine the spreading of surgical pathology among small animals in the veterinary clinic "Asti" (Kyiv), to establish the probable etiological factors causing them and the characteristic symptom complex of the detected pathologies. The task of the research was: by conducting a surgical examination to establish the spread of surgical pathology among small animals and to reveal the causes of their occurrence, to characterize the symptoms and the main changes in the identified pathologies. The object of the study were small animals of different age and breeds with surgical pathology, which came to the veterinary clinic "Asti" for veterinary care during 2019–2020. During the monitoring examination based on the anamnesis taken from the owners, as well as the data of the clinical examination and, if necessary, special studies, the spreading, etiology, inherent symptoms and diagnosis were established. The obtained results were compared with the data in the literature, after which the final diagnosis was made. The article presents data on spreading of surgical pathology in small animals in the veterinary clinic "Asti", namely the etiological factors and symptoms. Analyzing our statistics on spreading the pathology in the veterinary clinic and routine manipulations, it was found that during the reporting period, clinically healthy cats were vaccinated, preventive dehelminthization, treatment against ectoparasites, nail trimming and grooming procedures were conducted, and 993 animals were treated. It was determined that the most common of the diagnosed pathology was surgical 56 %, and its structure was dominated by abscesses 10.8 %, neoplasia made 10.7 %, mammary gland tumors – 7.7 %, otitis externa – 7.0 %, dermatitis – 6.9 %, and wounds – 5.9 %. The development of surgical pathology was accompanied by the development of an inflammatory reaction and the corresponding pathological changes in soft tissues and bones in the area of the pathological process localization.

Key words: *surgical pathology, small animals, neoplasms, wounds, eye diseases.*

АНАЛІЗ ХІРУРГІЧНОЇ ПАТОЛОГІЇ В УМОВАХ ВЕТЕРИНАРНОЇ КЛІНІКИ «АСТІ», МІСТО КИЇВ

С. М. Кулинич, Г. О. Омельченко, Н. О. Авраменко, А. О. Боднар
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Значну частину серед усіх захворювань дрібних свійських тварин складають неінфекційні, серед яких найбільш розповсюдженими є хірургічні, які в умовах великого міста сягають до 50 %. Мета роботи полягала у з'ясуванні поширеності хірургічної патології серед дрібних тварин в умовах ветеринарної клініки «Асті» (м. Київ), встановленні ймовірних етіологічних чинників, що їх спричиняють та характерного симптомокомлексу виявлених патологій. Серед завдань досліджень: шляхом проведення хірургічної диспансеризації встановити поширення хірургічної патології серед дрібних тварин та розкрити причини їх виникнення, охарактеризувати симптоми й основні зміни у разі виявлених патологій. Об'єктом дослідження були дрібні тварини різних вікових груп та порід із хірургічною патологією, що надходили до ветеринарної клініки «Асті» для надання ветеринарної допомоги протягом 2019–2020 років. Під час проведення моніторингового обстеження на основі зібраного у власників анамнезу, а також даних клінічного обстеження та за потреби спеціальних досліджень встановлювали поширення, етіологію, притаманну симптоматику, діагноз. Отримані результати порівнювали з даними в літературних джерелах, після чого зясовували остаточний діагноз. У статті представлені дані щодо розповсюдження хірургічної патології у дрібних тварин в умовах ветеринарної клініки «Асті», а саме з'ясовані етіологічні чинники, симптоматика. Встановлено, що з діагностованої патології найбільш поширеною була хірургічна (56 %), а в її структурі домінували абсцеси (10,8 %), неоплазії (10,7 %), пухлини молочних залоз (7,7 %), зовнішній отит (7,0 %), дерматити (6,9 %), рани (5,9 %). Розвиток хірургічної патології супроводжується розвитком запальної реакції та відповідними патологічними змінами м'яких тканин та кісток у ділянці локалізації патологічного процесу. Хірургічна патологія у дрібних домашніх тварин значно поширена і потребує постійного дослідження, вивчення та систематизації.

Ключові слова: *хірургічна патологія, дрібні тварини, неоплазії, рани, хвороби очей.*

Вступ

Щороку у великих містах значно збільшується кількість дрібних домашніх тварин, зокрема і собак. Через це підвищується частота захворювань різної етіології, тому необхідна постійна систематизація таких випадків, яка спрямує на них увагу фахівців ветеринарної медицини. Низка дослідників доводить, що хірургічна патологія останніми роками посідає вагоме місце в загальній структурі ветеринарної допомоги дрібним домашнім тваринам. Значну частину серед усіх захворювань дрібних свійських тварин складають неінфекційні, серед яких найбільш розповсюдженими є хірургічні, які в умовах великого міста сягають до 50 % [1–3]. За результатами моніторингу хірургічної патології серед дрібних свійських тварин в умовах великого міста переважають рани (9 %), флегмони (7 %), суглобова патологія (6,9 %), абсцеси (6,5 %) та переломи (5,7 %) [4].

Серед хірургічної патології досить поширеними є злоякісні новоутворення шкіри і молочної залози. Методи діагностики та лікування більшості форм цих патологій розроблені досить добре в гуманній медицині, але важливою проблемою залишається можливість проведення цілеспрямованої профілактики.

За даними інших авторів, хірургічна патологія захворювання ротової порожнини в собак відноситься до дуже поширених захворювань. [5–6]. Ця група хвороб перебуває практично в перших рядах із такими захворюваннями, як хвороби шкіри, серцево-судинної системи, органів зору і слуху [7–12].

Мета роботи полягала у з'ясуванні поширеності хірургічної патології серед дрібних тварин в умовах ветеринарної клініки «Асті» (м. Київ), встановленні ймовірних етіологічних чинників, що їх спричиняють.

Серед *завдання* досліджень: встановити поширення хірургічної патології серед дрібних тварин та розкрити причини їхнього виникнення.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2019–2020 років в умовах клініки ветеринарної медицини «Асті» (м. Київ). Об'єктом дослідження були дрібні тварини різних вікових груп та порід із хірургічною

патологією, що надходили до ветеринарної клініки для надання ветеринарної допомоги. Під час проведення обстеження на основі зібраного у власників анамнезу, а також даних клінічного обстеження та за умови потреби спеціальних досліджень встановлювали: діагноз, етіологію та поширення відповідних патологій. За звітний період клінічно здоровим котам проводили вакцинацію, профілактичну дегельмінтизацію, обробку від ектопаразитів, стригли кігті та здійснювали грумерські процедури, при цьому було оброблено 993 тварини. Також аналогічні процедури проводилися із собаками, при цьому було оброблено 1050 тварин. Усього за 2019–2020 рр. у клініці було прийнято 4689 тварини (первинно).

Результати досліджень та їх обговорення

За період 2019–2020 роки серед досліджених 1842 хворих тварин домінуючою формою патології були хірургічні захворювання, частина яких становила 56,08 % (рис.1).

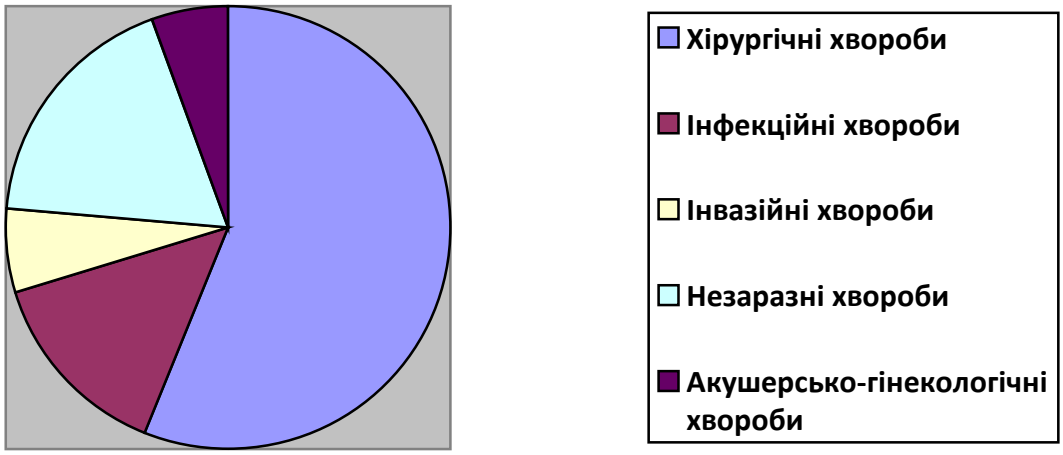


Рис. 1. Структура діагностованих захворювань тварин (2019–2020 рр.)

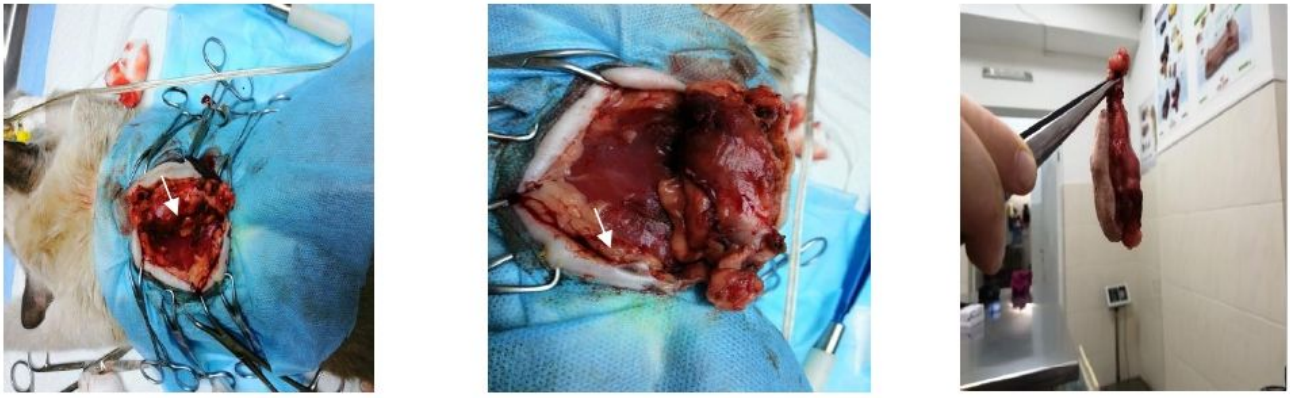
Проаналізувавши видову структуру хірургічної патології досліджуваних тварин, ми встановили, що у 525 випадках (50,8 %) хворіли собаки, 480 випадках (46,4 %) – коти та 28 випадках (2,7 %) – гризуни. Незаразні хвороби становили 17,86 %, інфекційні захворювання – 14,06 %, інвазійні хвороби – 6,35 % та акушерсько-гінекологічні захворювання – 5,65 % від загальної кількості тварин, які потрапили у клініку.

За даними таблиці 1, найбільш розповсюдженою формою хірургічної патології були неоплазії, які становили 10,7 % (6,5 % у собак та 4,1 % у котів).

В окрему групу через їх значне поширення були виділені пухлини молочних залоз, частина яких у загальній структурі патології становила 7,7 % (6,5 % у собак та 1,0 % у котів). Новоутворення відмічали різних типів. Найбільш часто діагностували саркому (рис. 2). Серед обстежених тварин, хворих на саркому, у третини було діагностовано гастроентеральну форму. При огляді таких тварин виявляли первинну пухлину на шкірі, яка не мала чітко окреслених меж.

1. Поширення хірургічної патології в умовах ветеринарної клініки «Асті», м. Київ (2019–2020 рр.)

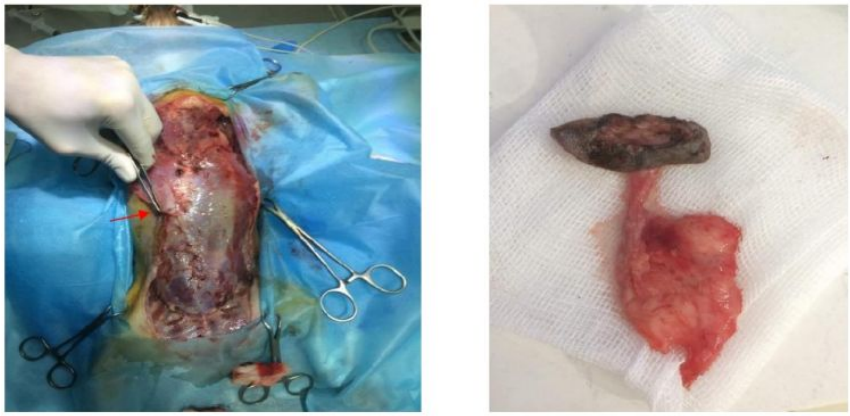
Вид тварини	Патологія	Кількість
кішка	новоутворення (різні)	68
собака	новоутворення (різні)	43
кішка	новоутворення молочної залози	68
собака	новоутворення молочної залози	12
кішка	зовнішній отит	58
собака	зовнішній отит	14
кішка	маласезійний отит	43
собака	маласезійний отит	71
кішка	травматичний кон'юктивіт	17
собака	травматичний кон'юктивіт	12
кішка	алергічний дерматит	20
собака	алергічний дерматит	33
кішка	атопічний дерматит	13
собака	атопічний дерматит	9
кішка	маласезійний дерматит	14
собака	маласезійний дерматит	41
кішка	абсцес	38
собака	абсцес	74
кішка	гнійна рана	7
собака	гнійна рана	47
собака	скальпована рана	5
кішка	синдром тривалого здавлювання	2
собака	пародонтоз	32
кішка	пародонтоз	13
кішка	лімфоплазмоцитарний гінгіво-стоматит	22
собака	артрит	28
собака	дисплазія кульшових суглобів	26
кішка	дисплазія ліктьових суглобів	11
собака	переломи кінцівок	9
кішка	переломи кінцівок	4
кішка	кататравма	17
собаки	кататравма	1
кішка	піометра	17
собака	піометра	21
гризуни	малокклюзія	28
собака	сторонне тіло під шкірою (остюк)	13
собака	заворот повіки	11
кішка	психогенна алопеція	37
собака	простатит	11
кішка	анафілактичний шок	3
кішка	пневмоторакс	2
собака	пневмоторакс	4
собака	плоскоклітинний рак	3
кішка	системна мастоцитома	1
собака	перитоніт	8
всього		1033



1 2 3

Рис. 2. Саркома у кішки, 9 років:
1. Розташування пухлини на тварині; 2. Саркома з метастазами; 3. Пухлина після видалення

Пухлини молочних залоз найбільш часто реєстрували в самок у віці від 6 до 12 років (рис. 3). Причому переважну більшість становили нестерилізовані тварини, а також кішки, у яких оваріогістероектомія була проведена у зрілому віці. Серед даних анамнезу у сук, що мали пухлини молочної залози, часто відмічали несправжню вагітність. Переконливої порідної схильності до неоплазії молочної залози виявлено не було, але здебільшого її реєстрували у метисів (28 %), кокер-спанієлів (11,2 %), пуделів (8,4 %), німецьких вівчарок та ротвейлерів (7,5 %). Серед кішок у структурі захворюваності пухлинами молочних залоз переважали безпорідні тварини (84,2 %), серед чистопорідних – найбільший відсоток склали кішки персидської (8 %) та сіамської (близько 5 %) порід.



1 2

Рис. 3. Пухлина молочної залози у кішки, 9 років:
1. Розташування пухлини на тварині; 2. Пухлина після видалення

Значного поширення у структурі хірургічної патології мав також маласезійний отит, який становив відповідно 11,3 % (6,8 % у собак та 4,1 % у котів). Частка зовнішнього отиту своєю чергою становила 7,0 % (1,3 % у собак та 5,6 % у котів). Залежно від особливостей етіологічного фактора, гостроти та характеру процесу отити перебігали по-різному. Всі зовнішні отити залежно від етіологічного фактору, що його провокували, були поділені на три групи: бактеріальні, мікотичні та паразитарні.

Найбільш поширеними із патології ока в загальній структурі були запальні процеси у сполучній оболонці, які складали 2,8 % (1,3 % у котів та 1,0 % у собак), носили гострий катаральний характер і траплялися у 83,2 % собак та 88,2 % котів.

Основними причинами виникнення кон’юнктивітів були травми – 8 випадків (66,0 %). У собак у двох випадках травми виникали внаслідок бійок з котами, внаслідок чого у тварин формувались дефекти на сполучній оболонці, які в подальшому призводили до формування запальних процесів. У

трьох випадках (25,0 %) як етіологічні чинники виступали сторонні тіла – фрагменти цегли та піщинки. В одному випадку (9,0 %) причину запалення встановити не вдалося. У 10 випадках серед котів формування запальних процесів було обумовлене травмами кон'юнктиви (58,8 %). Зокрема, було зареєстровано чотири випадки (23,5 %), у яких причиною гострого асептичного кон'юнктивіту було потрапляння в кон'юнктивальний мішок сторонніх предметів, зокрема піщінок. Також було зареєстровано три випадки появи кон'юнктивіту в котів, спричиненого протягами (17,6 %).

Залежно від етіологічних чинників клінічний перебіг дерматитів значно відрізнявся. У собак хворобу реєстрували у двох формах: лускатій (легкій) та пустульозній (тяжкій або злоякісній) формі. Абсцеси локалізувалися в різних частинах тіла у вигляді порожнин, заповнених гноєм із накопиченням різного гнійного ексудату, частіше густого та білого (рис. 4).

1 2

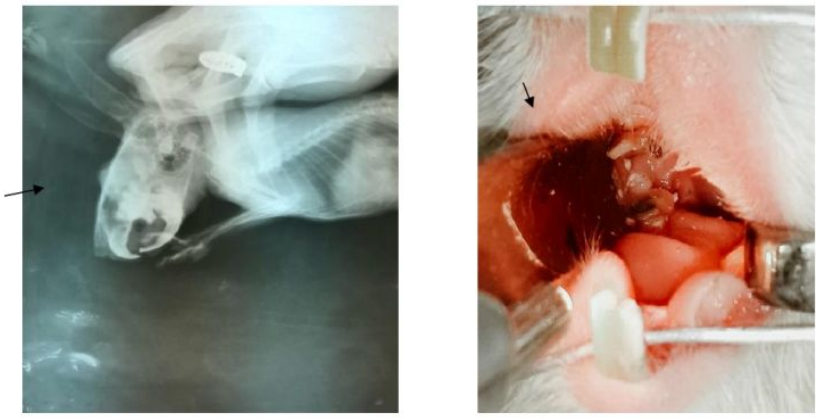
Рис. 4. Абсцес тканин параанального синусу, кіт, 3 роки:
1. Накопичення гною в синусі; 2. Рана після хірургічної обробки

З патології зубів було діаностовано пародонтоз (4,3 %) та гінгіво-стоматит (2,1 %). При проведенні огляду було з'ясовано, що паралельно з появою парадонтозу відмічали у тварин нашарування назубних відкладень. Хвороби зубів характеризувалися появою гелатозу, при цьому у тварин спостерігали набряк і почервоніння ясен, нашарування назубних відкладень. У разі видалення нашарувань спостерігали кровотечу та ознаки руйнування пародонту (рис. 5). Як ускладнення спостерігали болючість у лицьових м'язах, про що свідчила занепокоєність тварин при відкриванні ротової порожнини. В однієї тварини як ускладнення спостерігали розвиток периапікального абсцесу.

1 2

Рис. 5. Лімфоплазмацитарний гінгівіт, кіт, 1,5 р.:
1. Назубні відкладення; 2. Уражені ясна

У кролів та шиншил (рис. 6) також відмічали порушення змикання зубів та зміну прикусу. Малокклюзія виникала внаслідок надмірного відростання різців, через що спостерігали ушкодження слизової щік та язика. В ускладнених випадках тварини втрачали змогу приймати та повноцінно пережовувати корм.



1 2

Рис. 6. Малокклюзія у шиншили, 5 років:

1. Надмірне відростання різців на рентгенівському знімку; 2. Видалена зайва частина різців

Із захворювань шкіри було діагностовано алергічний та атопічіний дерматити, сумарна частина яких у структурі загальної патології становила відповідно 6,9 % (3,2 % у котів та 4,0 % у собак). Окремою формою уражень шкіри через його значне поширення виділяли маласезійний дерматит, який становив 5,3 % (1,3 % у котів та 3,9 % у собак).

Досить значну частину у структурі хірургічної патології становили абсцеси (10,8 %) у різних ділянках тіла (7,1 % у собак та 3,6 % у котів) та відкриті механічні ушкодження – 5,9 % (5,0 % у собак та 0,8 % у котів).

Ушкодження опорно-рухового апарату (2,7 %) характеризувалися формуванням артритів та в молодому віці до 1 року формуванням дисплазій (3,5 %).

Водночас травматичні ушкодження були представлені переломами кінцівок (1,2 %) та кататравмами (1,7 %). Говорячи про причини переломів, потрібно констатувати, що в котів у 100,0 % випадків вони були обумовлені впливом надмірних чинників, які значно перевищували опірність кістки, схожа ситуація була і у собак, проте у двох з них (22,2 %) переломи були ідеопатичними і обумовленими розвитком остеосаркоми стегна.

Оскільки для піометри у тварин передбачено лише хірургічне лікування, ми цю досить поширену акушерську патологію віднесли до хірургічних захворювань. Її частина у структурі загальної патології становила 3,6 % (2,0 % у собак та 1,6 % у котів). Гнійні ураження матки значно поширені в самок дрібних тварин і найчастіше виявлялись у кішок (82,3%) віком 4–10 років. У двох кішок (11,7 %) віком 5 років і 7 років в анамнезі було відповідно 3 і 5 вагітностей. Вісім тварин (47,0 %) були інтактними, тому ми виключаємо можливість інфікування порожнини матки цих тварин при паруванні. Крім того, не виключено, що інтактність призвела до гормонального дисбалансу. У шести кішок (35,2 %) з анамнестичних даних відомо збільшення частоти проявів статевої охоти до захворювання. Простатит ми діагностували у собак старше 8 років. Перитоніти виникали внаслідок проникаючих поранень при укусах.

У гризунів поширеною була малокклюзія (2,7 %), у кішок – психогенна алопеція (3,5 %). З інших хірургічних патологій, частина яких становить близько одного відсотка, у структурі загальної патології діагностували сторонні тіла, простатит, перитоніт та завороти повік. У поодиноких випадках діагностовано пневмоторакс, плоскоклітинний рак, системну мастоцитому.

При зборі анамнезу щодо причин появи гнійних ран ми з’ясували, що вони мають різні етіологічні чинники. Так, 12 випадків (23 %) різаних ран у собак виникали на кінцівках при наступанні тваринами на гострі травмуючі предмети (найчастіше, бите скло). П’ять випадків скальпованих ран (9,6 %) формувалися внаслідок дії на м’які тканини кігтів, а також сучків дерев. Також реєстрували 22 випадки (42,3 %) ушибленно-рваних гнійних ран, які формувались при ударах палками, камінням, автомобілями. Одинадцять випадків (21,1 %) колотих ран виникали в собак при контакті з гострими довгими предметами (сучки дерев), чотири випадки (57,1 %) у котів – при заковтуванні голок або при грі із блешнею з гачками. Також відмічено випадки післяопераційних ускладнень із формуванням гнійних ран (рис. 7), відповідно два випадки в собак (3,8 %) та три випадки в котів (42,8 %).

1 2

Рис. 7. Післяопераційне ускладнення в кішки 13,5 років:
1. Некроз тканин; 2. Розходження країв

Детально аналізуючи щодо локалізації такого типу уражень, як абсцеси, ми зясували, що вони не мали тенденцію до конкретної локалізації на тілі тварин, але частіше їх діагностували в ділянці голови та стегон. Причини формування абсцесів були різноманітними. У котів старше 5 років ми у 12 випадках (31,5 %) діагностували периапікальні абсцеси, причиною яких були захворювання зубів, а саме парадонтити та карієс (рис. 8).

1 2

Рис. 8. Периапікальний абсцес у кота, 17,0 років:
1. Скопичення гною; 2. Зміна конфігурації тканин.

Найчастіше випадки абсцесів у котів виникали при покусах іншими котами (52,6 %), рідше – при контакті з гострими предметами (13,1 %). В одному випадку діагностували абсцес параанальної залози (2,6 %). Водночас у собак переважна більшість абсцесів була обумовлена саме впливом надмірної механічної сили: у 52 випадках діагностували ушиби 3 ступеню з розміщенням м’яких тканин та формуваннях великих гематом та проколи сторонніми тілами шкіри (70,2 %), у 15 випадках (20,2 %) причиною були покуси інших тварин, у 6 випадках (8,1 %) причино-наслідкових зв’язків встановити не вдалося, в одному випадку (1,3 %) причиною формування було надмірне відростання кігтя і його вростання у м’які тканини.

Результати досліджень низки вчених вказують на те, що хірургічна патологія займає провідне місце в загальній структурі захворюваності дрібних домашніх тварин. 2002 року в місті Житомирі частина хірургічної патології складала 42,1 % [13], в Київському районі м. Одеси за 2003–2005 рр. –

43 % [14], серед дрібних тварин Білоцерківського НАУ 2011 року – 46,2 % [15], а в м. Одесі протягом 2013 року – 60,0 % [16] від загальної кількості тварин, які потрапили до хірургічних клінік, що неістотно відрізняється від даних, що ми отримали. За даними деяких авторів, у розрізі хірургічної патології значне місце займає травматизм, що становить 45,7 % [4], інших вчених [17–18] – 42–55 %, від усіх випадків хірургічної патології, що не збігається з нашими даними. Згідно з даними зарубіжних авторів, інфікування травм у собак сягає 17,9 % від загалу всіх випадків [19]. А за віковим показником частіше травматизм у собак зустрічається у віці 3–6 років (33,0 %), дещо рідше – у віці 7–10 років (31,3 %) [20–21].

Висновки

1. Встановлено, що в загальній структурі захворюваності дрібних домашніх тварин провідне місце займала хірургічна патологія (56 %), а в її структурі домінували абсцеси (10,8 %), неоплазії (10,7 %), пухлини молочних залоз (7,7 %), зовнішній отит (7,0 %), дерматити (6,9 %) та рани (5,9 %).

2. Доведено, що розвиток хірургічної патології супроводжується розвитком запальної реакції та відповідними патологічними змінами м’яких тканин та кісток у ділянці локалізації патологічного процесу.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується проаналізувати на базі ветеринарної клініки ефективність лікування тварин із хірургічною патологією.

References

1. Bilyi, D. D., Nikonenko, K. V., & Bila, N. V. (2015). Monitorynh poshyrenosti vypadkovykh ran u dribnykh sviskykh tvaryn v umovakh mista Dnipropetrovsk. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Naukovo-Doslidnoho Tsentru Biobezpeky ta Ekolohichnoho Kontroliu Resursiv APK*, 3, 1, 12–16 [In Ukrainian].

2. Ostanello, F., Gherardi, A., Caprioli, A., La Placa, L., Passini, A. & Prosperi, S. (2005). Incidence of injuries caused by dogs and cats treated in emergency departments in a major Italian city. *Emergency Medicine Journal*, 22 (4), 260–262. doi: 10.1136/emj.2004.014886

3. Marieiev, I. A., Trehub, O. O., Spitsyna, T. L., Koreiba, L. V., & Harashchuk, M. I. (2018). Monitorynh rozpovsiudzhennia khirurhichnoi patolohii v umovakh kliniky veterynarnoi medytsyny «Elitvet» mista Dnipro. *Vynakhidnytstvo ta ratsionalizatorstvo u medytsyni, biolohii ta ekolohii: materialy I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molodykh vchenykh.* Dnipro: Dniprovskyi DAEU [In Ukrainian].

4. Pustovit, R. V., Danyleiko, Yu. M., & Rublenko, M. V. (2006). Monitorynh khirurhichnoi patolohii sered dribnykh domashnikh tvaryn DLVM u Kyivskomu raioni m. Odesy za 2003–2005 roky. *Visnyk Bilotserkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 36, 132–137 [In Ukrainian].

5. Kasumov, M. K., Skopichev, V. G., & Stekol’nikov, A. A. (2006). Problemy veterinarnoj stomatologii. *Materialy Mizhnarodnoi konferentsii professorsko-prepodavatel’skogo sostava, nauchnyh sotrudnikov i aspirantov SPbGAVM*. Sankt-Peterburg [In Russian].

6. Golden, A. L, Stoller, M., & Harvey, C. E. (1982). A survey of oral and dental diseases in dogs anesthetized at a veterinary hospital. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 18, 891–899.

7. Tarasova, E. A. (2005). Differencial’naja diagnostika i lechenie novoobrazovanij molochnoj zhelezy i kozhi u melkih neproduktivnyh zhivotnyh. *Candidate’s thesis*. FGOU VPO «Sankt-Peterburgskaja gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny, Sankt-Peterburg [In Russian].

8. Maslikov, S. M. (2010). Poshyrenist ta prychyny vynyknennia kon’iunktyvitiv u kotiv. *Visnyk Dniprovskoho Derzhavnoho Ahrarno-Ekonomichnoho Universytetu*, 1, 104–108 [In Ukrainian].

9. Hierdieva, A. O., & Ilnitskyi, M. H. (2016). Poshyrennia khirurhichnoi patolohii u sobak v deiakykh raionakh m. Odesy. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 237, 42–49 [In Ukrainian].

10. Videnin, V. N., & Voshhevoz, A. T. (1998). O hirurgicheskih boleznjah u sobak i koshek v uslovijah bol’shogo goroda. *Aktual’nye problemy veterinarnoj hirurgii: Sbornik Nauchnyh Trudov*, 129, 10–12 [In Russian].

11. Spitsyna, T. L., & Zaitseva, Yu. S. (2016). Nozolohichnyi profil patolohii u sobak v umovakh pryvatnoi veterynarnoi likarni «Veterynarna shvydka dopomoha» misto Dnipropetrovsk. *Aktualni problemy v sferakh nauky ta shliakhy yikh vyrishennia: IV mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].

12. Katiukha, S. M., Mahrelo, N. V., & Vus, U. M. (2020). Analiz rozpodilennia zakhvoriuvan u sobak i

kotiv za vikom. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 36, 86–92. doi: 10.31073/vet_biotech36-08 [In Ukrainian].

13. Fasolia, V. P. (2004). Vikova, nozolohichna i poridna struktura khvorob sobak u m. Zhytomyri. *Visnyk Bilotserkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 28, 256–263 [In Ukrainian].

14. Pustovit, R. V. (2007). Kharakterystyka perelomiv trubchastykh kistok u dribnykh domashnikh tvaryn. *Visnyk Bilotserkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 44, 124–127 [In Ukrainian].

15. Rublenko, S. V., & Yeroshenko, O. V. (2012). Monitorynh veterynarnoi dopomohy i struktura khirurhichnoi patolohii sered dribnykh domashnikh tvaryn v umovakh miskoi kliniky. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1 (30), 150–154 [In Ukrainian].

16. Semeniak, S. A., Rublenko, S. V., & Danyleiko, Yu. M. (2011). Struktura perelomiv kistok u sobak v umovakh mehapolisu. *Visnyk Bilotserkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 13 (108), 218–223 [In Ukrainian].

17. Avramenko, T. O., Stetsiura, L. H., & Borysevych, V. B. (2007). Likuvannia travm u sobak. *Zbirnyk materialiv VI mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Kyiv [In Ukrainian].

18. Avramenko, T. O., Stetsiura, L. H., & Borysevych, V. B. (2001). Osoblyvosti travmatyzmu sobak v umovakh velykoho mista. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 38, 63–67 [In Ukrainian].

19. Mendoza, K., Benkouiten, S., & Brouqui, P. (2015). Epidemiology of injuries caused by mammals treated in emergency departments in Marseille, France. *Wounds*, 27 (9), 253–257.

20. Soukup, J. W., Hetzel, S. & Paul, A. (2015). Classification and Epidemiology of Traumatic Dentoalveolar Injuries in Dogs and Cats: 959 Injuries in 660 Patient Visits (2004–2012). *Journal of Veterinary Dentistry*, 32 (1), 6-14. doi: 10.1177/089875641503200101

21. Holt, D. & Griffin, G. (2000). Bite wounds in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 30 (3), 669–679. doi: 10.1016/s0195-5616(00)50045-x

Стаття надійшла до редакції 16.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кулинич С. М., Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Боднар А. О. Аналіз хірургічної патології в умовах ветеринарної клініки «Асті», місто Київ. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 269–278.

© Кулинич Сергій Миколайович, Омельченко Ганна Олексіївна, Авраменко Наталія Олексіївна, Боднар Аліна Олександрівна, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636.7.09:616.441-008.64-072:613.25 |
doi: 10.31210/visnyk2021.01.35

RESULTS OF INSTRUMENTAL STUDIES OF THE THYROID GLAND CONDITION IN DISEASED DOGS WITH HYPOTHYROIDISM AT THE BACKGROUND OF OBESITY

T. P. Lokes-Krupka[1]* ORCID 0000-0002-6302-9615
M. I. Tsvilichovsky[2] ORCID 0000-0002-5663-6644
N. S. Kanivets[1] ORCID 0000-0001-9520-2999
L. P. Karysheva[1] ORCID 0000-0002-0124-4774
T. L. Burda[1] ORCID 0000-0002-2262-9040

[1] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony Str., Kyiv 03041, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: terra_vet@ukr.net

How to Cite

Lokes-Krupka, T. P., Tsvilichovsky, M. I., Kanivets, N. S., Karysheva, L. P.,& Burda, T. L. (2021). Results of instrumental studies of the thyroid gland condition in diseased dogs with hypothyroidism at the background of obesity. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 279–284. doi: 10.31210/visnyk2021.01.35

The article presents the results of ultrasonography studies of the thyroid gland in domestic dogs suffering from hypothyroidism, and also differentiation depending on the degree of fleshing has been made. The research was conducted during 2018–2020 on the basis of veterinary clinics in Poltava and Kharkiv. During this time, 11 domestic dogs were examined, in which hypothyroidism was diagnosed during complex examination. These animals belonged to different breeds, had different sex and age. Depending on the degree of fleshing, the animals were divided into two experimental groups. The first group of animals had normal fleshing; the second one had a clinical symptom of obesity. After analyzing the obtained results, we registered more significant changes in the structure of the thyroid gland in dogs suffering from hypothyroidism in the first experimental group as compared with dogs with hypothyroidism at the background of obesity symptoms (the second experimental group). This was a 100 % increase in the gland echogenicity, a decrease in its size, uneven contours, as well as thickening of the organ capsule in 75 % of animals. A characteristic structural feature during ultrasonography of the thyroid gland in dogs with hypothyroidism at the background of obesity symptoms, was the presence of excessive amount of subcutaneous tissue in the study area, which significantly complicated the interpretation of the results. In these dogs only inhomogeneity of structure with the centers of the increased acoustic density was registered. More than half of the diseased dogs in the second group had decreased size of the gland; in the rest animals, the size of the organ did not change. It should be noted that a significant number of animals had an increase in the gland echogenicity, and the thickening of its capsule was found in less than half of the dogs in this group. The heterogeneity of the pancreas structure was common to all dogs suffering from hypothyroidism, regardless of the presence or absence of obesity,. Increased echogenicity, decreased size of the thyroid gland, uneven contours and thickening of the capsule were more often visualized at hypothyroidism of dogs with normal fleshing. The latter may be due to the presence of excessive amount of subcutaneous tissue in the examination area of obese dogs.

Key words: *hypothyroidism, obesity, ultrasonography, dogs.*

РЕЗУЛЬТАТИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАНУ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ В СОБАК ЗА НАЯВНОСТІ ГІПОТИРЕОЗУ НА ТЛІ ОЖИРІННЯ

***Т. П. Локес-Крупка*[1], *М. І. Цвіліховський*[2], *Н. С. Канівець*[1], *Л. П. Каришева*[1], *Т. Л. Бурда*[1]**
[1] Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна
[2] Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У статті наведені результати ультрасонографічних досліджень щитоподібної залози у свійських собак, хворих на гіпотиреоз, проведено диференціацію залежно від ступеню вгодованості. Дослідження проводили впродовж 2018–2020 років на базі клінік ветеринарної медицини м. Полтави та м. Харкова. За цей час було досліджено 11 свійських собак, у яких під час комплексного обстеження встановлений діагноз гіпотиреоз. Ці тварини належали до різних порід, мали різну статеву та вікову приналежність. Залежно від ступеню вгодованості тварин розподілили на дві дослідні групи. Перша група тварин – з нормальною вгодованістю; друга – із клінічним симптомом ожиріння. Провівши аналіз отриманих результатів, ми зареєстрували більш значні зміни у структурі щитоподібної залози у хворих на гіпотиреоз собак першої дослідної групи порівняно із собаками за наявності гіпотиреозу на тлі симптому ожиріння (друга дослідна група). Це – стовідсоткове зростання ехогенності залози, зменшення її розміру, нерівність контурів, а також потовщення капсули органу у 75 % тварин. Характерною структурною особливістю під час ультрасонографії щитоподібної залози в собак, хворих на гіпотиреоз на тлі симптому ожиріння, була наявність надмірної кількості підшкірної клітковини в досліджуваній ділянці, що значно ускладнювало інтерпретацію результатів. Саме в цих собак відмічали лише неоднорідність структури із вогнищами підвищеної акустичної щільності. У понад половини хворих собак з другої групи відмічали зменшення розмірів залози; у решти – розмір органу не змінювався. Варто відмітити, що у значної кількості тварин спостерігали підвищення ехогенності залози, а потовщення її капсули встановили у менш, ніж половини собак цієї групи. Спільним для всіх собак, хворих на гіпотиреоз, незалежно від наявності або відсутності ожиріння встановлено неоднорідність структури підшлункової залози. Підвищення ехогенності, зменшення розміру щитоподібної залози, нерівність її контурів та потовщення капсули частіше візуалізувались за наявності гіпотиреозу в собак із нормальною вгодованістю.

Ключові слова: *гіпотиреоз, ожиріння, ультрасонографія, собаки.*

Introduction

It is believed that in most cases, the development of excessive body weight in animals causes a violation of the metabolism of the thyroid gland hormones [1]. The most significant effects on the concentration of the thyroid gland hormones in the blood serum are the activity of their metabolism and transportation [2]. There is a close link between the metabolism of proteins and thyroid gland hormones. This relationship is explained by the fact that the latter (T4 and T3) are almost completely bound to proteins [3]. Therefore, most disorders of protein conjugation, in the future, may affect the total concentration of thyroid gland hormones in the blood serum. These processes also cause a long half-life of T4 (10-16 hours) [4, 5]. The major proteins that interact with thyroid gland hormones are thyroxin-binding globulin, thyroxin-binding pre-albumin, albumin, and high-density lipoprotein (HDL) and HDL2. It should be noted that the half-life of T3 is much shorter than the previous one (up to 6 hours). For T3, the major transport proteins are albumin and thyroxin-binding globulin [1, 6]. Some researchers claim that the measurement of free hormones provides an accurate assessment of the thyroid gland status, as compared with the total concentration of hormones because only unbound (free) hormone can enter cells and be excreted [7, 8].

Measuring the total concentration of thyroid gland hormones in the blood serum is the most standard definition animal thyroid gland functioning [8]. Most often, the concentrations of T4 and T3 are established, in clinical practice their metabolites are determined quite rarely [9, 10].

When assessing the functional state of the thyroid gland in dogs, the concentration of total T4 is usually more reliable than the concentration of total T3. According to the literature in the blood serum of patients with hypothyroidism, the concentration of total T4 increases in almost everyone, although the concentration in the blood serum of total T3 is registered in a small number of dogs (15–50 %) and may be within physiological fluctuations for this species [8]. Probably, this can be explained by the peculiarities of T3 secretion by the thyroid gland, as there is a directly proportional connection with the increase in thyroid gland-stimulating hormone (TSH), which can often be registered for hypothyroidism [11, 12]. That is why it is expedient to

determine the concentration of T3 after determining the concentration of total T4 in the blood serum of animals, as the latter indicator has a higher sensitivity [13, 14].

Actually the thyroid gland secretes thyroxin 1 (1 tetrayodtyronin) and 1-triiodothyronine hormones [15]. Iodine that comes with food is actively involved in the synthesis of both hormones [16]. Iodine interacts with Tyrosine amino acid, resulting in the formation of compounds – mono- and diiodotyrosine (precursors of thyroid gland hormones). As part of a special protein - thyroglobulin in the follicles of the thyroid gland are deposited newly synthesized thyroxin and triiodothyronine. To release into the blood, hormones are cleaved from the protein by proteolytic enzymes. These processes are regulated by thyroid gland-stimulating hormone [17–19]. Because the body is a holistic system, the metabolism undergoes pathological changes due to a decrease in thyroxin levels. Similar changes occur in all types of metabolism, with the exception of lipid metabolism (increase in blood serum cholesterol, triglycerol, low and very low density lipoprotein fractions), which in turn leads to a clinical manifestation – increased fatness in sick animals as a basis for obesity symptoms [3, 7].

In addition to determining the functional state of the thyroid gland in dogs with hypothyroidism, it is important to study the structural changes of the body. Most often, ultrasonography examination is performed to assess the condition of the thyroid gland and surrounding tissues (lymph nodes, blood vessels) and determine the size of both parts of the gland [20]. But it should be remembered that sometimes, due to functional insufficiency, structural changes may not be identified [21]. The main indicators for instrumental research are neoplasms in this area, clinical signs of endocrine disorders, routine biopsy of thyroid gland tissue [2, 6, and 22]. Therefore, the use of instrumental research methods is relevant and helps in establishing the diagnosis.

In view of the above given information, *the aim* of the work was ultrasonography examination of the thyroid gland in overweight dogs with hypothyroid glandism.

The main *tasks were determined*: to conduct ultrasonography examination of the thyroid gland in dogs with hypothyroidism; ultrasonography examination of the thyroid gland in clinically healthy animals; compare the results.

Materials and methods of research

We analyzed the reporting documentation and statistical processing of the obtained data of veterinary clinics in different cities of Ukraine, namely Poltava – veterinary clinics at the Department of Therapy named after Professor P. I. Lokes at Poltava State Agrarian Academy, VetTochka "PES+KIT", "Vet Comfort"; Kharkiv – Veterinary Clinic "PES+KIT" for 2018–2020.

During the study, 11 domestic dogs were examined, in which a complex examination diagnosed hypothyroidism [23]. The animals belonged to different breeds, had different sexes (six females and five males) and age.

We took 15 domestic dogs for control without visible signs of any pathology.

With the diagnosis of hypothyroidism in dogs, we identified two groups: the first – with normal fleshing; the second – with a clinical symptom of obesity.

Research results and their discussion

It is known that normally the thyroid gland of dogs has clear boundaries, homogeneous structure and characteristic structure [24, 25]. The study is performed in the area of the cranial third of the neck along the axis, slightly medially from the carotid artery and caudally from the larynx [26].

By analyzing the symptoms of the disease, we registered significant changes in the thyroid gland of dogs with hypothyroidism of the first experimental group (Table) in comparison with dogs with hypothyroidism at the background of obesity symptoms (second experimental group). This was a 100 % increase in the echogenicity of the gland, a decrease in its size, uneven contours, as well as thickening of the organ capsule in 75 % of animals. Normally, the thyroid gland in the transverse scan is visualized as a triangle, or has a rounded structure [21, 27].

A characteristic structural feature during ultrasound examination of the thyroid gland in dogs with hypothyroidism at the background of obesity symptoms, was the presence of excessive amount of subcutaneous tissue in the study area (Fig. 1), which significantly complicated the interpretation of the results [27]. In 100 % of dogs, only the heterogeneity of the structure with foci of high acoustic density was noted (Fig. 2).

Ultrasonographic symptoms of the thyroid gland hypothyroidism in dogs

Symptoms of the thyroid gland by ultrasound	Clinically healthy dogs, n=15		Hypothyroidism, the first group, n=4		Hypothyroidism, the second group, n=7	
	number	%	number	%	number	%
Increased echogenicity	0	0,0	4	100,0	5	71,4
Heterogeneity of structure	0	0,0	4	100,0	7	100,0
Homogeneity of structure	15	100,0	0	0,0	0	0,0
The size is not changed	15	100,0	0	0,0	3	42,9
Increase in size	0	0,0	0	0,0	0	0,0
The size is reduced	0	0,0	4	100,0	4	57,1
Uneven contours	0	0,0	4	100,0	7	0,0
Capsule thickening	0	0,0	3	75,0	3	42,9

Fig. 1. Ultrasonography of the thyroid gland of a dog with hypothyroidism. Husky dog, age 9 years

Fig. 2. Ultrasonography picture of the dog's thyroid gland with hypothyroidism at the background of obesity (increased echogenicity, compaction of the structure). Husky dog, age 9 years

Other symptoms were observed in a smaller number of animals as compared with the number of pathological changes in dogs of the first experimental group. In particular, in four of the seven diseased dogs (57.1 %) from the second group, a decrease in the size of the gland was registered; in the rest – the size of the body did not change. Meanwhile, in 71.4 % of animals there was an increase in the gland echogenicity, and thickening of its capsule was found in 42.9 % of dogs with hypothyroidism at the background of obesity.

Thus, during echosonography examination of dogs with hypothyroidism, it was found that, regardless of the presence or absence of obesity, a common symptom of structural disorders of the thyroid gland in 100 %

of animals was the heterogeneity of its structure. Increased echogenicity, decreased size of the thyroid gland, uneven contours and thickening of the capsule were more often visualized at hypothyroidism in dogs with normal fleshing. This may be due to the presence of excessive subcutaneous tissue in the study area in excessively obese dogs.

Conclusions

It was found that 100 % of dogs with hypothyroidism at the background of obesity manifested heterogeneity of the thyroid gland. In 71.4 % of diseased animals there was an increase in the gland echogenicity, a decrease in its size (57.1 %) and thickening of the capsule (42.9 %).

References

1. Sanyal, D., & Raychaudhuri, M. (2016). Hypothyroid glandism and obesity: An intriguing link. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 20 (4), 554–557. doi: 10.4103/2230-8210.183454

2. Maurin, M. P., Davies, D., Jahns, H., Shiel, R. E., & Mooney, C. T. (2019). Non-functional thyroid gland cystadenoma in three boxer dogs. *BMC Veterinary Research*, 15, 228. doi: 10.1186/s12917-019-1948-z

3. Eltelety, A. M., Nassar, A. A., El Batawi, A. M., & Ibrahim, S. G. (2020). Incidence and predictors of thyroid gland invasion by laryngeal carcinoma: a 7-year experience review. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 36 (1). doi: 10.1186/s43163-020-00029-x

4. Kolka, C. M., & Bergman, R. N. (2012). The Barrier Within: Endothelial Transport of Hormones. *Physiology*, 17, 237–247. doi: 10.1152/physiol.00012.2012

5. Hackney, A. C., & Lane, A. R. (2015). Exercise and the Regulation of Endocrine Hormones. *Molecular and Cellular Regulation of Adaptation to Exercise*, 293–311. doi:10.1016/bs.pmbts.2015.07.001

6. Rosol, T. J., & Meuten, D. J. (2016). Tumors of the Endocrine Glands. *Tumors in Domestic Animals*, 766–833. doi: 10.1002/9781119181200.ch18

7. Chotigavanich, C., Sureepong, P., Ongard, S., Eiamkulvorapong, A., Boonyaarunnate, T., Chongkolwatana, C., & Metheetrairut, C. (2016). Hypothyroid glandism after Hemithyroid glandectomy: The Incidence and Risk Factors. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 99 (1), 77–83.

8. Costilla, M., Macri Delbono, R., Klecha, A., Cremaschi, G. A., & Barreiro Arcos, M. L. (2019). Oxidative Stress Produced by Hyperthyroid glandism Status Induces the Antioxidant Enzyme Transcription through the Activation of the Nrf-2 Factor in Lymphoid Tissues of Balb/c Mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 1–14. doi: 10.1155/2019/7471890

9. Merson, J. (2018). Hypothyroid glandism. *Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 31 (12), 43–44. doi: 10.1097/01.jaa.0000547758.46299.d9

10. Ząbczyńska, M., Kozłowska, K., & Pocheć, E. (2018). Glycosylation in the Thyroid Gland: Vital Aspects of Glycoprotein Function in Thyrocyte Physiology and Thyroid gland Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (9), 2792. doi:10.3390/ijms19092792

11. Boretti, F. S., & Reusch, C. E. (2004). Endogenous TSH in the diagnosis of hypothyroid glandism in dogs. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, 146 (4), 183–188. doi: 10.1024/0036-7281.146.4.183

12. Kerp, H., Engels, K., Kramer, F., Doycheva, D., Sebastian, Hönes G., Zwanziger, D., Christian Moeller, L., Heuer, H., & Führer, D. (2019). Age effect on thyroid gland hormone brain response in male mice. *Endocrine*, 66 (3), 596–606. doi: 10.1007/s12020-019-02078-6

13. Lokes-Krupka, T. P., Tsvilichovsky, M. I., & Zarytskyi, S. M. (2020). Clinical signs of hypothyroidism in domestic dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 22 (99), 80–83. doi: 10.32718/nvlvet9913

14. Kemppainen, R. J., & Behrend, E. N. (2001). Diagnosis of Canine Hypothyroidism. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 31 (5), 951–962. doi: 10.1016/s0195-5616(01)50007-8

15. Tvarijonaviciute, A., Jaillardon, L., Cerón, J. J., & Siliart, B. (2013). Effects of thyroxin therapy on different analytes related to obesity and inflammation in dogs with hypothyroid glandism. *The Veterinary Journal*, 196 (1), 71–75. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.08.005

16. De Leo, S., Lee, S. Y., & Braverman, L. E. (2016). Hyperthyroid glandism. *The Lancet*, 388 (10047), 906–918. doi: 10.1016/s0140-6736(16)00278-6

17. Rijnbeek, A., & Kooistra, H. S. (2017). Adrenals. In: *Clinical Endocrinology of Dogs and Cats*, 1, 64–68. doi: 10.1007/978-94-009-0105-6

18. Bojanić, K., Acke, E., & Jones, B. (2011). Congenital hypothyroid glandism of dogs and cats: A

review. *New Zealand Veterinary Journal*, 59 (3), 115–122. doi: 10.1080/00480169.2011.567964

19. Bassett, J. H., & Williams, G. R. (2016). Role of Thyroid Gland Hormones in Skeletal Development and Bone Maintenance. *Endocrine Reviews*, 37, 135–140. doi: 10.1210/er.2015-1106

20. Pollard, R. E., Bohannon, L. K., & Feldman, E. C. (2015). Prevalence of incidental thyroid gland nodules in ultrasound studies of dogs with hypercalcemia (2008–2013). *Veterinary Radioogy & Ultrasound*, 56, 63–67. doi: 10.1111/vru.12181

21. Neelis, D. A., Mattoon, J. S., & Sellon, R. K. (2021). Neck. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 165–198. doi: 10.1016/b978-0-323-53337-9.00015-0

22. Mooney, C. T. (2011). Canine hypothyroid glandism: A review of aetiology and diagnosis. *New Zealand Veterinary Journal*, 59, 105–114. doi: 10.1080/00480169.2011.563729

23. Peterson, M. E. (2019). Hypothyroid glandism in Animals. *MSD and the MSD Veterinary Manual*. Retrieved from https://www.msdvetmanual.com/endocrine-system/the-thyroid gland-gland/hypothyroid glandism-in-animals#

24. Brömel, C., Pollard, R. E., Kass, P. H., Samii, V. F., Davidson, A. P., & Nelson, R. W. (2005). Ultrasonographic Evaluation of the Thyroid Gland in Healthy, Hypothyroid gland, and Euthyroid gland Golden Retrievers with Nonthyroid glandal Illness. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19 (4), 499–506. doi: 10.1111/j.1939-1676.2005.tb02718.x

25. Taeymans, O. (2009). Thyroid gland ultrasound in dogs: a review, *Ultrasound*, 17 (3), 137–143. doi: 10.1179/174313409X448534

26. Rajathi, S., Ramesh, G., Kannan, T. A., Sumathi, D., & Raja, K. (2019). Ultrasound Anatomy of the Thyroid Gland in Dogs. *Journal of Animal Research*, 9 (4), 527–532. doi: 10.30954/2277-940X.04.2019.5

27. Brömel, C., Pollard, R. E., Kass, P. H., Samii, V. F., Davidson, A. P., & Nelson, R. W. (2006). Comparison of ultrasonographic characteristics of the thyroid gland in healthy small-, medium-, and large-breed dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 67 (1), 70–77. doi: 10.2460/ajvr.67.1.70

Стаття надійшла до редакції 18.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Локес-Крупка Т. П., Цвіліховський М. І., Канівець Н. С., Каришева Л. П., Бурда Т. Л. Результати інструментальних досліджень стану щитоподібної залози в собак за наявності гіпотиреозу на тлі ожиріння. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 279–284.

© Локес-Крупка Терезія Петрівна, Цвіліховський Микола Іванович, Канівець Наталія Сергіївна, Каришева Людмила Павлівна, Бурда Тетяна Леонідівна, 2021

Veterinary medicine
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 636:4:591.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.36**

CONTENT OF MACRO-ELEMENTS AND ACTIVITY OF BLOOD ENZYMES IN SOWS OF DIFFERENT PREGNANCIES

A. Zamaziy* ORCID 0000-0003-3138-0424
V. Simon ORCID 0000-0001-9896-1974
Y. Karpenko ORCID 0000-0002-1651-1628
A. Bohoslovska ORCID 0000-0003-1940-4067

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: ganavar@ukr.net

How to Cite: *Zamaziy, A., Simon, V., Karpenko, Y., & Bohoslovska, A. (2021). Content of macro-elements and activity of blood enzymes in sows of different pregnancies. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 285–291. doi: 10.31210/visnyk2021.01.36*

The article presents the study results of macro-element nutrition of sows, the dynamics of their content and activity of enzymes in the blood, which were determined on Konelab 30 automatic analyzer, during the first, second and third pregnancies, which indicated macro-elements' lower level in the animals' blood during the first period of gestation. The results of the studies prove that sows of the first pregnancy use calcium intensively. Subsequently, in sows of the experimental group, the calcium content was consistently reduced to the 100th day of gestation by 1.09 times. Similar dynamics was detected by us as to the content of phosphorus in animals' blood of the control and experimental groups (decrease by 1.08 times). However, the ratio of calcium to phosphorus was, on average, at the level of 1.18 in animals of the control group and 1.19 in sows of the experimental group. The content of potassium in the blood of sows of the control group (the first pregnancy) increased by 1.20 times ($p<0.01$), while in the body of pregnant sows its intensive using was registered, as evidenced by a decrease in its content by 6.06 % during pregnancy. Sodium content in the blood of sows of the control group fluctuated at the level of 164.12±2.02 – 165.06±2.36 mmol/l during the experiment. Calcium in the blood of animals of the first group was found, on average, 1.71±0.22 mmol/l, which was 2.14 % less than in the control, and phosphorus, on the average, in animals of this group during the experiment was by 1.18 times less than this indicator in the blood of sows of the third experimental group ($p<0.01$). The ratio of calcium to phosphorus content was higher in animals of the first experimental group and made, on average, 1.42 during the experiment, and in sows of the third experimental group it decreased to 1.23.The activity of LF was higher in the blood of animals of the second experimental group by 1.03–1.09 times, as compared with sows of the first and third experimental groups, and the activity of AST and SPGT were lower in the blood of animals of the third experimental group. The studies have shown that during the gestation period, regardless of the animals' age, there is a decrease in the content of essential macro-elements and increase of the enzymes' activity in the blood, which indicates metabolic stress during pregnancy in sows' organism.

Key words: *period, pregnancy, macro-elements, dynamics.*

ВМІСТ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ КРОВІ СВИНОМАТОК РІЗНОЇ СУПОРОСНОСТІ

А. А. Замазій, В. С. Симон, Я. С. Карпенко, А. І. Богословська
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті наведені результати досліджень макроелементного живлення свиноматок, динаміку їх вмісту та активність ферментів у крові, які визначали на автоматичному аналізаторі Konelab 30. Дослідження проводили під час першої, другої та третьої супоросності. Отримані результати свідчать про більш низький рівень їх вмісту у крові тварин під час першого періоду виношування плодів. Результати проведених досліджень доводять, що у свиноматок першої супоросності відбувається інтенсивне використання Кальцію. В подальшому у свиноматок дослідної групи вміст Кальцію послідовно знижувався до 100-ї доби супоросності в 1,09 раза. Така динаміка встановлена за показником вмісту Фосфору у крові тварин контрольної та дослідних груп (зниження в 1,08 раза). Однак співвідношення вмісту Кальцію до Фосфору було в середньому на рівні 1,18 у тварин контрольної групи і 1,19 у свиноматок дослідної групи. Вміст Калію у крові свиноматок контрольної групи (перша супоросність) підвищився в 1,20 раза (p<0,01), тоді як в організмі супоросних свиноматок відбувалося його інтенсивне використання, про що свідчить зниження його вмісту впродовж супоросності на 6,06 %. Вміст Натрію у крові свиноматок контрольної групи коливався на рівні 164,12±2,02 – 165,06±2,36 ммоль/л упродовж досліду. Кальцію у крові тварин першої групи виявлено, в середньому, 1,71±0,22 ммоль/л, що на 2,14 % менше, ніж у контролі, а Фосфору в середньому у тварин цієї групи за період досліду в 1,18 раза менше у крові свиноматок третьої дослідної групи (p<0,01). Співвідношення вмісту Кальцію до Фосфору було вище у тварин першої дослідної групи і становило в середньому за період досліду 1,42, а у свиноматок третьої дослідної групи знижувалося до 1,23. Активність ЛФ виявилася вищою у крові тварин другої дослідної групи в 1,03–1,09 раза порівняно зі свиноматками першої та третьої дослідних груп, а активність AST і ALT були нижчими у крові тварин третьої дослідної групи. Результати досліджень доводять, що впродовж періоду супоросності незалежно від віку тварин відбувається зниження вмісту основних макроелементів і підвищується активність ферментів у крові, що свідчить про напруження обміну речовин у період супоросності в організмі свиноматок.

Ключові слова: *період, супоросність, макроелементи, динаміка.*

Вступ

Забезпечення населення нашої держави м’ясом і м’ясопродуктами можливе за умови належного вивчення й підтримання галузі свинарства. Свинарство – одна з надважливих та економічно вигідних галузей агропромислового виробництва. Ця галузь АПК посідає перше місце в забезпеченні населення м’ясом та салом. М’ясо свиней – джерело біологічно повноцінних та висококалорійних поживних речовин: білка, ліпідів, мінеральних речовин, вітамінів, особливо групи В та Е. В організмі людини свинина перетравлюється на 95 %, а сало – на 98 % [1, 2]. Це вимагає визначати усі можливі варіанти підвищення ефективності галузі свинарства і насамперед через забезпечення тварин макро- та мікроелементами в усі періоди їхнього росту та розвитку і використання [3, 4]. Висока продуктивність тварин позв’язана з інтенсивним обміном, супроводжується зниженням імунітету, особливо це помітно на поголів’ї молочного скота та свиней [5]. За цих умов продуктивне використання корів знижується до 2–3-х лактацій, свиноматок до 2-х років. Вважають що основною причиною неефективного використання тварин, причиною їх вибраковки є метаболічні захворювання, обумовлені порушенням забезпечення організму поживними речовинами, макро-, мікроелементами, що вимагає ретельних досліджень [6, 7].

Особливості росту та розвитку свиней, швидке досягнення статевої і фізіологічної зрілості, можливість отримати від свиноматок 2,5–3,0 опоросів за рік призводять до надзвичайного навантаження на організм і спонукають розв’язувати проблеми вирощування та ефективного використання тварин. У цьому плані особливої уваги вимагають питання щодо підтримання гомеостазу організму свиноматок, зниження процесів перекисного окислення ліпідів та підвищення сталості показників гомеостазу, у яких велике значення відіграють макро- та мікроелементи [8–14].

Макро-, мікроелементи мають широкий спектр дії на фізіологічні функції та метаболізм в організмі тварин, є складниками багатьох ферментів, активуючи й інгібуючи їх. Відповідно, вони впливають

на загальний обмін в організмі, на використання протеїну кормів, жирів, вуглеводів, на життєві функції організму, а їх активність залежить від обміну речовин [15].

Важливими компонентами у формуванні активних функціональних систем є кальцій і фосфор, наявність яких слугує для формування кісток, а також у синтезі молока [10]. Доведено, що усі макроелементи входять до складу різних тканин в організмі та виконують важливі регуляторні функції як складові компоненти ферментів. До того ж кожний окремий макроелемент виконує власні специфічні функції [11]. Встановлено, що кальцій є головним структурним елементом кісткової тканини, бере участь у процесі синтезу молока, згортанні крові, забезпечує процес скорочення м'язів [12]. Цей елемент необхідний для повноцінного формування кісткової системи, росту та розвитку плодів. Особливу потребу в забезпечення цим елементом має організм супоросних свиноматок, зважаючи на той факт, що одночасно організм тварини виношує до 10–15 плодів [14]. Важливим компонентом макроелементного забезпечення є фосфор. Цей елемент також є структурним компонентом кісток, відіграє важливу роль у процесах енергетичного забезпечення, входить до складу ДНК та РНК, численних ферментів, фосфоліпідів. Дослідники вказують на те, що дефіцит фосфору в організмі супроводжується симптомами дефіциту вітаміну D [15]. Недостатнє забезпечення Фосфором супроводжується порушенням росту тварин у пре-, та постнатальні періоди розвитку, порушується мінералізація кісток, призводить до паралічу кінцівок. Натрій бере участь у підтриманні кислотно-лужного балансу в організмі, є компонентом натрій-калієвого насосу. Порушення забезпечення організму натрієм призводить до алкалозу або до ацидозу, що порушує активність ферментативних систем і відповідно негативно впливає на гомеостаз [14–16]. Обмін Натрію щільно пов'язаний з обміном Калію в організмі, оскільки калій є основним внутрішньоклітинним елементом. Цей елемент, як і Натрій бере участь у регенерації потенціалу дії, підтримує натрій-калієвий та кислотно-лужний баланси в організмі. Магній є коферментом багатьох ферментів, активує стабільність нуклеїнових кислот [17].

Мікроелементи кобальт, селен, мідь, залізо входять до складу багатьох біологічно-активних речовин. Елементом, необхідним для синтезу гемоглобіну, є залізо. Для синтезу цитохрому, що забезпечує процес генерації біологічної енергії, тобто АТФ. Залізо також важливе для активного функціонування дегідрогеназ, каталази та пероксидази, основних ферментів ПОЛ [17–19]. Інші мікроелементи, наприклад, мідь, потрібні для активності оксигенази, марганець – для трансфераз, магній – для фосфодегідраз, цинк – для карбоксілпептидази, селен – для глутатіонредуктази. Мікроелементи також забезпечують функціональну активність флавопротеїдів. Ці елементи необхідні для енергетичного обміну речовин у мітохондріях клітин та беруть участь у системі детоксикації Д-амінокислот [19]. Дослідники вказують на те, що ефективність ферментів залежить від одного – єдиного атома металу [18]. Зважаючи на це, мікроелементи в невеликих кількостях надзвичайно інтенсивно впливають на обмін речовин в організмі тварин різного фізіологічного стану та віку [19, 20].

Мета роботи. Дослідити динаміку макроелементів та активність ферментів в організмі свиноматок різної супоросності для адекватної їх корекції у процесі виношування плодів.

Завдання досліджень. Виявити вміст основних макроелементів та активність ферментів у крові свиноматок під час першої, другої та третьої супоросності.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили упродовж 2019–2020 рр. в умовах ЗАО «Племсервіс» смт. Градижськ Глобинського району Полтавської області.

Для проведення досліджень ми сформували за принципом аналогів три групи свиноматок по 6 тварин у кожній: тварини контрольних груп (n=3) та свиноматки дослідних груп першої, другої та третьої супоросності (n=3). До контрольної групи були включені несупоросні свиноматки по три тварини, які були аналогами тварин першої, другої та третьої дослідної групи.

Аналіз зразків крові проводили на біохімічному автоматичному аналізаторі Konelab 30, виробництва Termo Fisher Scientific Фінляндії. Кров у дослідних та контрольних тварин відбирали на 30, 60 та 100 добу після супоросності.

Зразки крові від тварин відбирали згідно із загальноприйнятими методиками.

У період досліду умови утримання та годівлі у тварин дослідних та контрольних груп були однаковими.

Під час експериментальних досліджень дотримувалися міжнародних вимог «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986 р.), та відповідного Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводжен-

ня» № 3447–IV від 21.06.2006 р. [21].

Вірогідність різниць результатів досліджень оцінювали за t-критерієм Стьюдента та проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень (табл. 1) свідчать про те, що у свиноматок першої супоросності відбувається інтенсивне використання Кальцію. У крові тварин контрольної групи вміст Кальцію несуттєво коливався в період досліду.

У свиноматок дослідної групи вміст Кальцію послідовно знижувався до 100-ї доби супоросності в 1,09 раза. Така динаміка спостерігали за вмістом Фосфору у тварин контрольної та дослідної групи. У свиноматок контрольної групи вміст Фосфору у крові незначно коливався, а у тварин дослідної групи знизився в 1,08 раза. Однак співвідношення вмісту Кальцію до Фосфору було в середньому на рівні 1,18 у тварин контрольної групи і 1,19 у свиноматок дослідної групи. Вміст Калію у крові свиноматок контрольної групи (перша супоросність) підвищився в 1,20 раза (p<0,01), тоді як в організмі супоросних свиноматок відбувалось його інтенсивне використання, про що свідчить зниження вмісту Калію впродовж супоросності на 6,06 %. Натрію у крові свиноматок контрольної групи виявлено на рівні 164,12±2,02 – 165,06±2,36 ммоль/л упродовж досліду.

1. Вміст мікроелементів та активність ферментів крові свиноматок першої супоросності, M±m (n=3)

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Кальцій загальний, ммоль/л	К	1,72±0,32	1,70±0,25	1,83±0,23
	Д	1,63±0,24	1,52±0,16	1,50±0,12
Фосфор неорганічний ммоль/л	К	1,46±0,12	1,40±0,20	1,52±0,14
	Д	1,36±0,08,	1,30±0,12	1,26±0,08
ЛФ, Од/л	К	64,32±2,36	63,96±2,94	64,28±3,06
	Д	68,54±3,04	70,14±3,18	71,94±3,44
AST, Од/л	К	13,98±0,96	14,06±2,02	13,86±0,72
	Д	14,40±1,05	14,92±1,34	15,44±1,06
ALT, Од/л	К	16,20±0,96	16,94±2,04	17,02±0,88
	Д	17,44±1,08	18,06±1,92	18,86±1,34*
Співвідношення Ca/P, од	К	1,17	1,17	1,20
	Д	1,19	1,17	1,19
Калій, ммоль/л	К	2,12±0,16	2,16±0,12	2,54±0,22**
	Д	2,10±0,10	2,02±0,18	1,98±0,18
Магній, ммоль/л	К	0,96±0,08	0,95±0,12	0,94±0,08
	Д	0,93±0,06	0,89±0,08	0,88±0,12
Натрій, ммоль/л	К	164,12±2,02	165,06±2,36	164,92±2,18
	Д	161,62±1,94	160,02±1,86	156,44±1,56

Примітки: * – p<0,05, ** – p<0,01 – порівняно з показником на 30-ту добу досліду.

Водночас у свиноматок дослідної групи його вміст знижувався в 1,03, а магнію в 1,06 раза. Необхідно відмітити, що у свиноматок дослідної групи послідовно підвищувалась активність лужної фосфатази в 1,05 раза, AST в 1,07 раза, а ALT в 1,08 раза (p<0,05). На нашу думку, це свідчить про те, що свинки першої супоросності під час виношування плодів не є повністю фізіологічно зрілими, тому макроелементи використовуються як на ріст і розвиток плодів, так і для власного організму.

У свиноматок другої супоросності (табл. 2) ми також спостерігали зниження вмісту макроелементів у крові впродовж періоду виношування плодів.

Однак на 100-у добу супоросності вміст Кальцію у крові свиноматок другої дослідної групи був в 1,12–1,13 раза (p<0,01) більше, ніж у тварин першої дослідної групи. Необхідно відмітити, що вміст неорганічного Фосфору у крові свиноматок другої дослідної групи знижувався впродовж усього періоду досліду і на 100-у добу був в 1,16 раза (p<0,01) менше, ніж у тварин контрольної групи. Співвідношення Кальцію до Фосфору в середньому становило 1,43 у тварин контрольної групи і 1,42 у свиноматок дослідної групи. Вміст Калію та Натрію був на 100-у добу супоросності у тварин другої дослідної групи в 1,18–1,12 раза менше, ніж у тварин контрольної групи. Активність ЛФ підвищува-

лась у крові тварин другої дослідної групи послідовно в 1,02, в 1,07 та в 1,11 раза більше (p<0,05), ніж у тварин контрольної групи. Необхідно вказати, що активність AST і ALT була високою у тварин контрольної групи на 100-у добу досліду, однак вона була в 1,09–1,08 раза менше цього показника тварин дослідної групи.

2. Вміст мікроелементів та активність ферментів у крові свиноматок другої супоросності, M±m (n=3)

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Кальцій загальний, ммоль/л	К	1,84±0,26	1,92±0,32	1,84±0,24**
	Д	1,70±0,20	1,76±0,16	1,68±0,22
Фосфор неорганічний, ммоль/л	К	1,34±0,12	1,26±0,18	1,32±0,16
	Д	1,25±0,15	1,22±0,14	1,14±0,12**
ЛФ, Од/л	К	68,20±2,02	67,90±3,30	68,04±2,96
	Д	70,00±4,00	72,40±3,06	75,20±3,12*
AST, Од/л	К	14,60±0,96	14,20±2,06	13,80±1,30
	Д	12,80±1,20	14,84±1,94	15,08±2,06
ALT, Од/л	К	17,90±1,80	17,24±1,26	17,92±1,32
	Д	18,20±1,30	18,96±1,38	19,42±2,04
Співвідношення Са/ Р, од	К	1,37	1,82	1,39
	Д	1,36	1,44	1,47
Калій, ммоль/л	К	2,02±0,18	2,14±0,12	2,06±0,32
	Д	1,90±0,12	1,82±0,14	1,74±0,28
Магий, ммоль/л	К	1,12±0,14	1,16±0,16	1,16±0,12
	Д	1,01±0,11	1,02±0,14	0,98±0,08
Натрий, ммоль/л	К	152,20±2,25	150,14±3,02	152,26±4,12
	Д	139,86±2,04	138,42±1,58	136,14±2,16

Примітки: – див. табл. 1.

3. Вміст мікроелементів та активність ферментів у крові свиноматок третьої супоросності, M±m (n=3)

Показники	Групи тварин	30 доба	60 доба	100 доба
Кальцій загальний, ммоль/л	К	1,92±0,18	1,94±0,22	2,02±0,26
	Д	1,80±0,22	1,74±0,18	1,70±0,25
Фосфор неорганічний, ммоль/л	К	1,58±0,22	1,60±0,12	1,68±0,16
	Д	1,46±0,24	1,42±0,16	1,38±0,18*
ЛФ, Од/л	К	61,42±2,24	61,96±3,12	61,56±2,05
	Д	65,04±3,02	66,84±2,24	67,36±2,24
AST Од/л	К	12,24±1,06	12,36±1,18	12,68±2,07
	Д	13,02±0,96	13,54±0,84	13,92±1,95*
ALT Од/л	К	15,30±0,95	15,26±1,28	15,54±2,71
	Д	16,22±1,44	16,84±0,96	16,88±1,46*
Співвідношення Са/ Р, од	К	1,21	1,21	1,20
	Д	1,23	1,23	1,23
Калій, ммоль/л	К	2,08±0,26	2,12±0,24	2,18±0,32
	Д	2,02±0,12	2,00±0,10	1,86±0,12
Магний, ммол/л	К	0,96±0,08	0,94±0,08	0,97±0,08
	Д	0,91±0,11	0,90±0,10	0,88±0,06
Натрий, ммоль/	К	166,20±2,20	167,42±1,94	166,02±1,48
	Д	165,40±2,36	160,24±2,12	158,26±2,06

Примітки: * – p<0,05 – порівняно з показником на 30-ту добу досліду.

У свиноматок третьої дослідної групи вміст досліджених макроелементів був більше, ніж ці показники свиноматок першої дослідної групи (табл. 3).

Кальцію виявлено відповідно на 30-у добу в 1,10 раза, на 60-у добу в 1,14 раза, на 100-у добу в

1,13 раза, Фосфору в 1,07, 1,09 та в 1,10 раза (p<0,05) більше, ніж у тварин першої дослідної групи.

Активність ЛФ у крові тварин третьої дослідної групи була нижче, ніж у свиноматок першої дослідної групи в 1,05 раза на 30-у та 60-у добу досліджень і в 1,07 раза на 100-у добу. До 100-ї доби досліджень у свиноматок третьої дослідної групи активність AST і ALT підвищилась, однак була не вірогідно більше цих показників на 30-у добу досліду.

Водночас на 100-у добу досліду активність AST і ALT була у тварин третьої дослідної групи в 1,10–1,09 раза більше, ніж у тварин контрольної групи (p<0,05).

Проведені дослідження дали змогу з'ясувати вміст низки макро- та мікроелементів у крові супоросних свиноматок, які мають широкий спектр дії на фізіологічні функції та метаболізм в організмі тварин [1–10].

Було виявлено, що впродовж періоду супоросності у крові свиноматок відбувається зниження вмісту основних макроелементів, особливо у тварин під час першого виношування плодів, а саме вміст Кальцію виявився на 2,14 %, Фосфору в 1,18 раза менше цього показника крові свиноматок третьої дослідної групи. Також виявили підвищення активності ферментів [1–15], що свідчить про активізацію обміну речовин в організм тварин, особливо під час першої супоросності. Вважаємо, дослідження дадуть змогу виявити особливості обміну мікроелементів, що сприятиме проведенню корекцію для підвищення продуктивності тварин та життєздатності приплоду

Висновки

1. Упродовж періоду супоросності незалежно від її послідовності у крові свиноматок відбувається зниження вмісту основних макроелементів, особливо у тварин під час першого виношування плодів.

2. У свиноматок першої супоросності вміст Кальцію у крові в середньому виявився на 2,14 % менше, а вміст Фосфору в 1,18 раза менше цього показника крові свиноматок третьої дослідної групи.

3 Незалежно від послідовності процесу виношування плодів свиноматками підвищується активність ферментів, що свідчить про напруження обміну речовин в організмі тварин, особливо під час першої супоросності.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі дослідження з цього напряму дадуть змогу виявити особливості обміну макроелементів та активність ферментів в організмі свиноматок залежно від послідовності періоду супоросності та адекватно його відкорегувати для підвищення продуктивності тварин та життєздатності приплоду.

References

1. Akhmetova, V. V., Lyubin, N. A., & Dezhatkin, M. E. (2018). Parametres of carbohydrate metabolism when correcting mineral and energy nutrition of pigs. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (4 (44)), 123–126. doi: 10.18286/1816-4501-2018-4-123-126

2. Lyubin, N. A., Akhmetova, V. V., & Dezhatkin, M. E. (2016). Dynamics of blood parameters of store pigs when using supplementary feeding based on zeolite. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (2 (34)), 92–95. doi:10.18286/1816-4501-2016-2-92-95

3. Betin, A. N., & Frolov, A. I. (2020). An effect of mineral feed additive LiquiPhos Strong on meat qualities of pigs. *Meat Industry Journal*, (3), 43–46. doi:10.37861/2618-8252-2020-3-43-46

4. Chabaev, M. G., Nekrasov, R. V., Moshkutelo, I. I., Nadeev, V. P., Tsis, E. Y., & Yuldashbaev, Y. A. (2019). Growing pigs' production potential using feed mixes enriched with a bioorganic iron complex. *Russian Agricultural Sciences*, 45 (1), 72–76. doi: 10.3103/s1068367419010026

5. Dezhatkina, S. V., Lyubin, N. A., & Dezhatkin, M. E. (2018). Metabolism and productivity of animals when applying complex feed additive. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (1 (41)), 79–85. doi: 10.18286/1816-4501-2018-1-79-85

6. Dezhatkina, S. V., Lyubin, N. A., & Dezhatkin, M. E. (2017). Parametres of calcium - phosphorus tissue metabolism of pigs, when feeding them with soy okara. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (2 (38)), 76–79. doi: 10.18286/1816-4501-2017-2-76-79

7. Golushko, V. M., Kravchenko, A. V., & Linkevich, S. A. (2019). Different doses and forms of chromium in diets for young pigs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*, 57 (1), 74–84. doi: 10.29235/1817-7204-2019-57-1-74-84

8. Kambur, M. D., Zamaziy, A. A., & Kassich,V. Y. (2019). Vliyaniye kormleniya na obmen veshchestv sviney na otkorme. *Sbornik nauchnykh statey po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyash-*

chennoy 70 letiyu RUP «Nauchno–prakticheskiy tsentr natsionalnoy akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu [In Russian].

9. Kononsky, O. (1994). *Obmin riznyh rechovyn yak yedyne tsile*. Kyiv: Vyshchashkola [In Ukrainian].

10. Khalak, V. I., Grabovska, O. S., Luchka, I. V., & Denys, G. G. (2017). Blood serum biochemical indices of different categories of pigs by qualitative composition of muscle tissue. *The Animal Biology*, 19 (4), 64–72. doi: 10.15407/animbiol19.04.064

11. Kotliar, O. (2016). Comparison of efficiency of effect of saline and chelated forms of Mn and Zn in feeding pigs. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (3), 29–34. doi: 10.31073/agrovisnyk201603-06

12. Marchenko, F. S., & Storozhuk, T. V. (2010). Khelatni mikroelementy – vazhlyvyy component kombikormiv ta premiksiv. *Zernovi Produkty i Kombikormy*, 1, 37–39 [In Russian].

13. Niyazov, N. S., Mishin, V. F., & Lurashkin, Yu. P. (2018). Polnoratsionnyye kombikorma s razlichnym urovnem protein I aminokislot dlya sviney. *Zootekhniya*, 11, 11–13 [In Russian].

14. Okolyshev, S., & Timoshenko, Yu. (2020). Zhivaya massa pri rozhdenii I produktivnost' sviney. *Svinovodstvo*, doi: 10.25701/ZZR.2020.53.83.011 [In Russian].

15. Oriol, D., & Gasa, J. (2017). Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 34–52. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.07.018

16. Ren, P., Cushing, J., & Wedekind, K. (2019). Interactive effects of Zn sources, Cu sources and phytase on growth performance in nursery pigs. *Journal of Animal Science*, 97, 212–213. doi: 10.1093/jas/skz122.373

17. Şahin, E., & Gümüşlü, S. (2007). Immobilization stress in rat tissues: Alterations in protein oxidation, lipid peroxidation and antioxidant defense system. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 144 (4), 342–347. doi: 10.1016/j.cbpc.2006.10.009

18. Shlenkina, T. M., & Lubin, N. A. (2018). Efficiency of mineral additives substantiated by pig control slaughter parametes. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (3 (43)), 211–214. doi:10.18286/1816-4501-2018-3-211-214

19. Todoriuk, V. B., Gutyj, B. V., Khomyk, R. I., & Vasiv, R. O. (2016). Vplyv Ferroveta 7,5 % i feroselana kontsentratsii u mineralnykh rechovyn v syrovattsi krovi porosiat, khvorykh ferumdefitsytnoiu anemiieiu. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 18 (3 (71)), 139–143. doi: 10.15421/nvlvet7131 [In Ukrainian].

20. Zal'tsman, V. A. (2016). Kontsentrirovannyye korma: proizvodstvo, khraneniye i ispol'zovaniye. *Nivy Rossii*, 7 (140), 27–32 [In Russian].

21. Zakon Ukrainy Pro zachyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya vid 21.02.2006 № 3447-IV. *VR Ukrainy*. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 18.02.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Замазій А. А., Симон В. С., Карпенко Я. С., Богословська А. І. Вміст макроелементів та активність ферментів крові свиноматок різної супоросності. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 285–291.

© Замазій Андрій Анатолійович, Симон Всеволод Станіславович, Карпенко Ярослав Сергійович, Богословська Анастасія Ігорівна, 2021

Technical sciences
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.354.2 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.37

STUDYING THE RELIABILITY OF HYDRAULIC SYSTEM ELEMENTS OF GRAIN COMBINE HARVESTERS

*O. A. Burlaka** ORCID 0000-0002-2296-7234
O. V. Gorbenko ORCID 0000-0003-2473-0801
A. O. Kelemesh ORCID 0000-0001-9429-8570

** Corresponding author*
E-mail: antonkelemesh@gmail.com
Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

How to Cite *Burlaka, O. A., Gorbenko, O. V., & Kelemesh, A. O. (2021). Studying the reliability of hydraulic system elements of grain combine harvesters. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 292–301. doi: 10.31210/visnyk2021.01.37*

The article presents the results of scientific research on the main reasons for failure of KN 50.16.U1 pressure valve plunger and ways to restore it. The mechanism is used in the main hydraulic systems of "Nyva-effect", "Don-680" "Don-680M"brands of grain combine harvesters, and also grain combine harvesters of "Don", "Vector" and "Acros" series. The chosen topic is relevant because in most cases, the consequence of the failure of KN 50.16.U1 is a complete failure of the main hydraulic system, or partial failure of its components with a significant operation slowdown of the of the hydraulic system cylinders. Moreover, an emergency case is the valve plunger seizing in the intermediate position. This case is usually accompanied by ruptures of high-pressure pipelines, ruptures or failure due to the formation of internal leaks of gear pumps such as NSh-32, NSh-28. Even being able to operate, but technologically incorrectly adjusted KN 50.16.U1 valve leads to accelerated wear of other elements of the combine main hydraulic system: gear pumps, sectional electrohydraulic distributors. During the study, the following methods were used: organoleptic, direct measurement of absolute linear values, mathematical methods of processing the results of experimental studies. According to the results of measuring the absolute dimensions of the diameter of the cylindrical part of KN 50.16.U1 pressure valve plunger in the zone of intensive wear, it was found that: 25 % of plungers in KN 50.16.U1 pressure valves need to be restored due to mechanical wear; about 20 % of plungers in KN 50.16.U1 pressure valves have traces of corrosion chemical wear; about 10 % of the studied samples have traces of both mechanical and corrosion wear. Thus, the repair of most of the investigated valves – about 55%, requires not only the replacement of rubber and plastic seals and rings, but also galvanic restoration of the working surfaces of KN 50.16.U1 valve plunger with subsequent grinding and polishing of the working cylindrical surface to nominal size.

Key words: *hydraulic system, combine harvester, wear, valve plunger, restoration, technical service.*

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРОСИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

О. А. Бурлака, О. В. Горбенко, А. О. Келемеш
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

У статті викладені результати наукових досліджень основних причин відмови в роботі та обґрунтовані шляхи відновлення плунжера клапана напірного КН 50.16 У1, що використовується в основних гідросистемах зернозбиральних комбайнів марок «Нива-ефект», серії «Дон», серії «Вектор»,

серії «Акрос», кормозбиральних комбайнів марок «Дон-680», «Дон-680М». Обрана тема актуальна, оскільки дуже часто наслідком виходу з ладу КН 50.16 У1 є повна відмова основної гідросистеми або часткова відмова її складових частин зі значним уповільненням роботи циліндрів гідросистеми. До того ж аварійним випадком є заклинювання плунжера клапана у проміжному положенні, що супроводжується, як правило, розривами трубопроводів високого тиску, виходом з ладу через утворення внутрішніх протічок шестеренних насосів типу НШ-32, НШ-28. Навіть працездатний, але технологічно неправильно відрегульований клапан КН 50.16 У1 призводить до прискореного зносу інших елементів основної гідросистеми комбайна: шестеренних насосів, секційних електрогідророзподільників. При проведенні дослідження були застосовані методи органолептичний, безпосереднього вимірювання абсолютних лінійних величин, математичні методи обробки результатів експериментальних досліджень. За результатами вимірювання абсолютних розмірів діаметру циліндричної частини плунжера клапана напірного КН 50.16.У1 у зоні інтенсивного зносу було виявлено: 25 % плунжерів у напірних клапанах КН 50.16.У1 потребують відновлення через механічний знос; близько 20 % плунжерів у напірних клапанах КН 50.16.У1 мають сліди корозійного хімічного зносу; близько 10 % із досліджуваних зразків мають сліди як механічного, так і корозійного зносу. Отже, ремонт більшості досліджуваних клапанів – близько 55 %, потребує не тільки заміни гумових та пластикових ущільнювачів та кілець, але й гальванічного відновлення робочих поверхонь плунжера клапана КН 50.16.У1 з подальшим шліфуванням та поліруванням робочої циліндричної поверхні до номінального розміру.

Ключові слова: *гідросистема, комбайн, знос, плунжер клапана, відновлення, технічний сервіс.*

Вступ

Сучасний зернозбиральний комбайн – це складна технологічна система, якість та надійність роботи якої впливає на підсумковий результат виробничих технологій вирощування та збирання зернових, зернобобових та технічних культур у рослинництві.

Комплекс наукових досліджень, що присвячені зернозбиральним комбайнам, містить праці таких відомих українських вчених: Погорілого Л. В., Сакуна В. А., Шейченка В. О., Погорільця О. М., Головчука А. Ф, Демко А. А., Зенко М. Д., Ліника М. К., Нєдовєсова В. І. та ін. [8, 16, 26, 27, 28, 7].

Питання якості сепарації хлібної маси молотарками зернозбиральних комбайнів досліджено в наукових міжнародних публікаціях [21, 22, 23, 24, 26, 27, 28].

Обговорення результатів досліджень щодо впливу системи технічного сервісу на якість роботи зернозбиральних комбайнів викладено у працях [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9].

Наукові засади формування надійності підсистем зернозбиральних комбайнів та оцінка їхньої ефективності описана в публікаціях [11, 12, 13, 14, 15].

Питання взаємозв'язків технічного сервісу, методик та методологій відновлення деталей зернозбиральних комбайнів та визначення інтегрованих показників ефективності роботи зернозбиральних комбайнів наведено у працях [16, 17, 18, 19, 29, 30].

Але, зважаючи на досить всеосяжний комплекс результатів наукових досліджень з підвищення надійності роботи зернозбиральних комбайнів, межі наукового пошуку не існує, а деякі питання розкриті недостатньо. На нашу думку, нових аспектів можуть набути дослідження елементів гідросистем комбайнів марок «Нива-ефект», «Дон-680», «Дон-680М» серій: «Дон», «Вектор», «Акрос», що досить широко використовують аграрні підприємства України.

Ця наукова публікація присвячена дослідженню надійності роботи та удосконаленню технологій відновлення ключового елементу основної гідросистеми зернозбиральних комбайнів марок «Нива-ефект», кормозбиральних комбайнів марок «Дон-680», «Дон-680М»; зернозбиральних комбайнів серії «Дон», серії «Вектор», серії «Акрос» – клапана напірного КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000). Стисло відмітимо, що основними функціями такого гідравлічного вузла є створення холостого режиму роботи основної гідросистеми; режиму роботи під тиском (як правило 12,5МПа або 16,5МПа) та запобігання перевантаженню гідросистеми – скидання надлишкового гідравлічного масла, якщо тиск перевищує номінальний розрахунковий (12,5МПа або 16,5МПа).

Ми не будемо детально описувати принцип роботи та будову напірного гідроклапана, а саме зупинимося на особливостях його діагностування, використання, технічного обслуговування та ремонту деяких основних елементів. Тобто викладена в подальшому інформація, на нашу думку, буде актуальна не тільки з наукової, але і з практичної точки зору, зокрема аграрним підприємствам різних організаційно-правових форм господарювання, де використовують зернозбиральні комбайни таких моделей.

Вибір об'єкту досліджень (клапана напірного КН 50.16 У1) обґрунтовано такими факторами:

1. Аварійна ситуація основної гідросистеми зернозбирального комбайна може бути причиною виникнення нещасних випадків при роботі на комбайні.

2. Відмова у його роботі може бути спричинена недоліками конструкції клапана, фізичним зносом його деталей та порушенням правил експлуатації основної гідросистеми зернозбирального комбайна.

3. Переважно наслідком виходу з ладу КН 50.16 У1 є повна відмова основної гідросистеми або часткова відмова її складових частин зі значним уповільненням роботи циліндрів відносно невеликого об'єму – циліндри вивантажувального шнеку, молотарки, варіаторів.

4. Більш неприємним та небезпечним аварійним випадком є заклинювання плунжера клапана 7 (рис. 1) у проміжному положенні, коли останній своїм корпусом повністю перекриває зливну магістраль поз. 4 (рис. 1). Такий випадок супроводжується, як правило, розривами трубопроводів високого тиску, розривами, або виходом з ладу через утворення внутрішніх протічок шестеренних насосів типу НШ-32, НШ-28. Насос НШ-28 перебуває в тандемі з насосами НШ-10. Заміна такого тандема на новий або його ремонт досить вартісний.

5. Навіть працездатний, але технологічно неправильно відрегульований клапан КН 50.16 У1 призводить до прискореного зносу інших елементів основної гідросистеми комбайна: шестеренних насосів, секційних електрогідророзподільників. У цьому випадку більш типовою помилкою є завищення тиску спрацювання запобіжної частини клапана КН 50.16 У1. (більше 12,5МПа у більш ранніх модифікацій або більше 16,5 МПа – ДОН-1500Б та новіші моделі).

6. Вартість нового оригінального клапану КН 50.16 У1. перевищує 3000 грн та він не завжди підходить на конкретну марку комбайна.

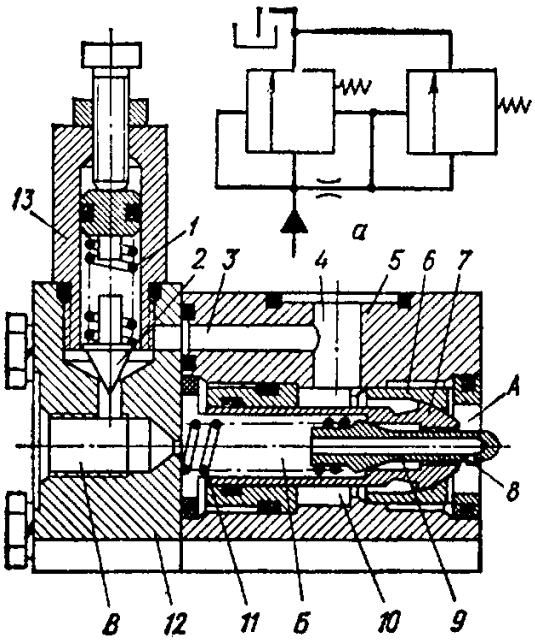


Рис. 1. Конструктивна та гідравлічна схеми клапана КН 50.16 У1.

Позначки: а – гідравлічна схема; в – конструктивна схема: 1 – пружина запобіжної секції, 2 – голка; 3 – дренажний канал; 4 – зливна магістраль; 5 – корпус напірно-переливної секції; 6 – сідло; 7 – плунжер; 8 – дросельний отвір потоку управління; 9 – конічна вставка плунжера; 10 – зливні отвори; пружина плунжера; 12 – корпус переливної секції; 13 – корпус запобіжної секції. *Джерело:* [30].

7. На ринку України існує пропозиція неоригінальних клапанів КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000) (рис. 2 поз. Б), які порівняно з оригінальними (рис. 2, поз. В, Г) мають набагато більшу вірогідність аварійних станів та відмов або є взагалі непрацездатними.

Вищенаведені пункти, на нашу думку, є достатнім підґрунтям для доведення доцільності відновлення такого гідравлічного компонента, як КН 50.16 У1.

На основі викладеного *метою* цієї статті є дослідження ступеня зносу основних деталей та пошук оптимальних способів відновлення клапана напірного КН 50.16 У1.

Рис. 2. Об'єкт дослідження – клапан напірний КН 50.16 У1 (КН50-12,6\108.00.000
Позначки: *А – схема та загальний вигляд плунжера клапана КН 50.16 У1;*
Б – Клапан напірний КН 50.16 У1 (неоригінальний);
В – Клапан напірний КН 50.16 У1 (оригінальний – ранні моделі серія «Дон»);
Г – Клапан напірний КН 50.16 У1 (оригінал – більш пізні моделі, інтегрований з клапаном РПУ серія«Акрос»)

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі *завдання* дослідження:

1. На основі багаторічного досвіду використання зернозбиральних комбайнів та науково-технічної співпраці з аграрними підприємствами відібрати зразки плунжерів клапанів КН 50.16 У1, що відмовили в роботі та потребували ремонту.

2. Виміряти та дослідити абсолютні розміри плунжера клапана в зоні підвищеного зносу та визначити основні тенденції прискореного зносу плунжерів.

3. Надати науково обґрунтовані рекомендації з підвищення рівня технічної надійності клапана КН 50.16 У1 та зі способів відновлення його складових частин.

Матеріали і методи досліджень

При проведенні наукового дослідження в цій роботі були застосовані органолептичні методи, методи безпосереднього вимірювання абсолютних лінійних величин, математичні методи обробки результатів експериментальних досліджень.

Дослідження проводили на понад, ніж 20 зразків плунжерів клапана КН 50.16 У1. (рис. 3).

Зоною вимірювання прийнято місця максимального зносу у трьох площинах поз. 1, 2, 3 (рис. 4). Знос у кожній площині вимірювався у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Рис. 3. Зразки плунжерів для досліджень

Позначки: 1 – плунжер з явно вираженими слідами механічного та корозійного зносу; 2 – плунжер з явно вираженими слідами механічного зносу; 3 – плунжер з неякісно виготовленою робочою поверхнею; 4 – плунжер з явно вираженими слідами механічного, корозійного зносу та термічного перегріву гідросистеми; 5 – плунжер з явно вираженими слідами механічного зносу та термічного перегріву гідросистеми; 6 – плунжер без явних слідів зносу.

Рис. 4. Плунжер клапана КН 50.16 У1 з прийнятими для вимірювання поясами 1,2,3 в зоні максимального зносу

Для отримання більш точних та достовірних даних вимірювання абсолютних розмірів плунжера клапана КН 50.16 У1 у зоні підвищеного зносу ми використали електронний мікрометр типу МК та оптиметр (рис. 5)

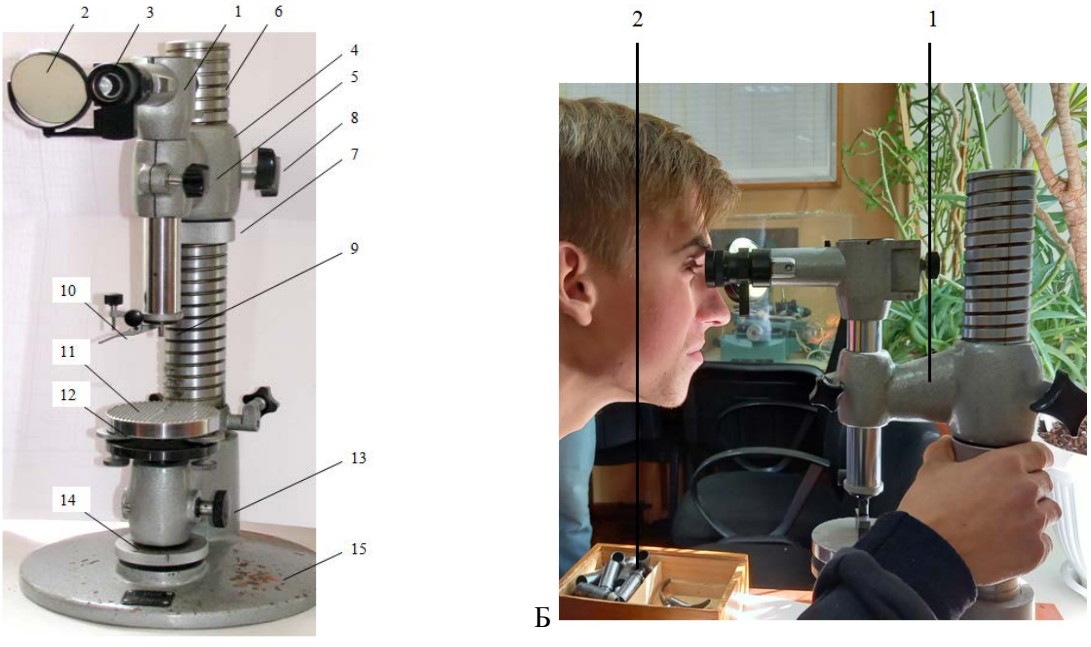


Рис. 5. Обладнання для проведення досліджень

Позначки: А – загальний вигляд вертикального оптиметра: 1 – трубка, або авто-колімаційна трубка з освітлюваним дзеркалом 2 і окуляром 3; 4 – кронштейн, 5 – гвинт для закріплення трубки у кронштейні; 6 – колонка, 7 – гайка, яка використовується для грубої установки кронштейна й одночасно є його опорою; 8 – стопор кронштейна, 9 – вимірювальний наконечник, 10 – відводка (аретир) вимірювального наконечника, 11 – предметний столик, 12 – регулювальні гвинти столика, 13 – стопор столика; 15 – основа приладу. Г – процес вимірювання дослідних зразків.
Б – вимірювання дослідного зразка оптиметром: 1 – оптиметр, 2 – дослідні зразки.

При вимірюванні оптиметром повинен бути забезпечений точковий або лінійний контакт вимірювального наконечника з вимірюваним об’єктом. Це досягається використанням відповідних наконечників. Для циліндричних деталей діаметром понад 10 мм використовуються сферичні наконечники.

Для вимірювання діаметрів плунжерів клапана оптиметр потрібно налаштувати на номінальний розмір плунжера за допомогою плоскопаралельних кінцевих мір. Для цього використовуються плитки номінального розміру. Далі підводиться відповідний наконечник до дотику з поверхнею плиток і установлюється шкала оптиметра на нуль. Потім відводкою відвести наконечник, а замість плиток встановити плунжер. Притиснувши до столика, фіксують положення шкали оптиметра.

Дійсний розмір плунжера підраховують за формулою [29, 30]:

$$d_{д} = N \pm \Delta, \qquad (1)$$

де N – розмір блоку плиток, рівний номінальному розміру деталей;
Δ – відхилення стрілки від нуля в поділках шкали.

Результати досліджень та їх обговорення

На основі практичного досвіду використання зернозбиральних та кормозбиральних комбайнів в аграрних підприємствах, можна визначити такі основні причини виходу з ладу клапана напірного КН 50.16 У1:

1) наявність сторонніх домішок та часток у маслі основної гідравлічної системи комбайна;
2) знос, руйнування та старіння гумових та полімерних ущільнювачів;
3) втрата жорсткості зворотної пружини (поз. 11, рис. 1);
4) знос поверхні плунжера напірно-переливної частини (поз. 7, рис. 1);
5) послаблення різьбового з’єднання в зоні запобіжної частини клапана (поз. 13, рис. 1);
6) знос конічних посадок: плунжер – сідло (зона А, рис. 1);
7) знос конічних посадок: голка – сідло (поз. 2, рис. 1)

Не викликає сумніву, що при виконанні якісних ремонтно-обслуговуючих робіт, всі гумові та по-

лімерні ущільнювачі клапана підлягають заміні.

Наше дослідження, як вище згадано, зосереджено на оцінці причин зносу, технічного стану циліндричної поверхні плунжера клапана КН 50.16 У1 та пошуку шляхів його науково обґрунтованого відновлення.

З технічних вимог до виготовлення деталей гідроапаратури, що працює робочими поверхнями з ущільнювальними гумовими елементами – прийнятий 9 квалітет. Тому відхилення дійсних розмірів діаметру плунжера від його номінального розрахункового значення матимуть розміри: максимально допустимий діаметр = 15,984 мм; мінімально допустимий діаметр – 15,941 мм;

Результати вимірювання абсолютних розмірів діаметру циліндричної частини плунжера клапана напірного КН 50.16.У1 в зоні інтенсивного зносу подано в табл. 1.

1. Результати вимірювання абсолютних розмірів діаметру в зоні інтенсивного зносу плунжера клапана напірного КН 50.16 У1

Номер зразка	1 пояс		2 пояс		3 пояс	
	Перерізи вимірювання					
	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б
1	15,965	15,962	15,972	15,967	15,977	15,970
2	15,971	15,969	15,973	15,972	15,978	15,967
3	15,967	15,965	15,974	15,973	15,969	15,976
4	15,672	15,962	15,966	15,964	15,963	15,967
5	**15,927**	**15,922**	**15,927**	**15,928**	**15,923**	**15,928**
6	15,961	15,955	15,958	15,959	15,960	15,956
7	15,951	15,954	15,955	15,955	15,955	15,955
8	15,960	15,964	15,965	15,964	15,964	15,975
9	15,963	15,968	15,973	15,971	15,968	15,968
10	15,963	15,967	15,964	15,968	15,966	15,967
11	15,959	15,961	15,977	15,969	15,960	15,958
12	**15,940**	**15,952**	**15,955**	**15,954**	**15,960**	**15,956**
13	15,960	15,956	15,968	15,963	15,970	15,970
14	**15,951**	**15,940**	**15,952**	**15,950**	**15,947**	**15,947**
15	**15,936**	**15,945**	**15,949**	**15,950**	**15,948**	**15,933**
16	**15,937**	**15,945**	**15,950**	**15,953**	**15,951**	**15,949**
17	15,967	15,967	15,972	15,967	15,967	15,974
18	15,970	15,964	15,968	15,969	15,970	15,969
19	15,964	15,962	15,963	15,961	15,960	15,965
20	15,941	15,951	15,955	15,964	15,543	15,967

З таблиці 1 видно, що зразки № 5, 12, 14, 15 та 16 мають механічний знос, що виходить за допуски на виготовлення плунжера. Такі зразки потребують відновлення. Зважаючи на конструктивні особливості клапана та характер його роботи, на нашу думку, найбільш оптимальним способом відновлення є гальванічне нарощування металу на зношені поверхні з подальшим шліфуванням та поліруванням до номінального розміру і відповідної шорсткості.

Вагомим є те, що майже 25 % плунжерів у напірних клапанах КН 50.16.У1 потребують відновлення через механічний знос.

За результатами органолептичних досліджень близько 20 % плунжерів у напірних клапанах КН 50.16.У1 мають сліди корозійного хімічного зносу. На нашу думку, такі явища стали наслідком використання гідравлічного масла з кислим середовищем (як правило це відпрацьоване масло двигуна) або масла з перевищеною концентрацією сірки. Остання в поєднанні з вологою і високою температурою дає кислу реакцію через утворення компонентів сірчаної кислоти.

Близько 10 % з досліджуваних зразків мають сліди як механічного, так і корозійного зносу, тому також потребують гальванічного відновлення.

Тобто, як видно з результатів проведених досліджень, якісний ремонт вагомої частини клапанів КН 50.16.У1 – близько 55 %, потребує не тільки заміни гумових та пластикових ущільнювачів та кілець, але й гальванічного відновлення робочих поверхонь плунжера клапана КН 50.16.У1.

Також треба відмітити, що на термін технічної справності клапана напірного КН 50.16.У1 впливає марка масла, що використовується в основній гідравлічній системі: М-10$Г_2$, М-10$В_2$ ГОСТ 8581-78 (літнє – при максимально допустимій температурі масла +80°С), М-8$Г_2$, М-8$В_2$ ГОСТ 8581-78, М-8А ГОСТ 10540-78 (зимове – при максимально допустимій температурі масла +65 °С), або в системах з інтегрованими баками МГЕ-46В (МГ-30У) ТУ 38.001347-83. Якщо на комбайнах встановлена гідростатична трансмісія закордонного виробництва, то масло згідно з інструкцією з використання такої трансмісії.

Останнім часом необхідно звертати увагу і на якість фільтруючих елементів гідросистем комбайнів, особливо в машинах з інтегрованими баками.

Висновки

1. Одним з основних та функціонально важливих елементів основних гідросистем зернозбиральних та кормозбиральних комбайнів марок «Нива-ефект», «Дон-680», «Дон-680М» серій: «Дон», «Вектор», «Акрос», що досить широко використовують аграрні підприємства України, слід вважати клапан напірний КН 50.16 У1, тому, що відхилення в його роботі (відмова) може призвести до суттєвих матеріальних втрат та нещасних випадків, зокрема і пожеж під час проведення збиральних робіт.

2. Заклинювання плунжера клапана КН 50.16 У1 в середньому положенні супроводжується, як правило, розривами трубопроводів високого тиску, розривами, або виходом з ладу через утворення внутрішніх протічок шестеренних насосів типу НШ-32, НШ-28.

3. На основі багаторічного досвіду використання зернозбиральних комбайнів та науково-технічної співпраці з аграрними підприємствами ми відібрали понад 20 зразків плунжерів клапанів КН 50.16 У1, що відмовили в роботі та потребували ремонту.

4. За результатами вимірювання абсолютних розмірів діаметру циліндричної частини плунжера клапана напірного КН 50.16.У1 в зоні інтенсивного зносу за допомогою вертикального оптиметра було виявлено: майже 25 % плунжерів у напірних клапанах КН 50.16.У1 потребують відновлення через механічний знос; близько 20 % плунжерів у напірних клапанах КН 50.16.У1 мають сліди корозійного хімічного зносу; близько 10 % з досліджуваних зразків мають сліди як механічного, так і корозійного зносу. Отже, якісний ремонт вагомої частини досліджуваних клапанів – близько 55 %, потребує не тільки заміни гумових та пластикових ущільнювачів і кілець, але й гальванічного відновлення робочих поверхонь плунжера клапана КН 50.16.У1.

5. Встановлено, що на термін технічної справності клапана напірного КН 50.16.У1 впливає марка масла, що використовується в основній гідравлічній системі: М-10$Г_2$, М-10$В_2$ ГОСТ 8581-78 (літнє – при максимально допустимій температурі масла +80°С), М-8$Г_2$, М-8$В_2$ ГОСТ 8581-78, М-8А ГОСТ 10540-78 (зимове – при максимально допустимій температурі масла +65°С), або в системах з інтегрованими баками МГЕ-46В (МГ-30У) ТУ 38.001347-83. Якщо на комбайнах встановлена гідростатична трансмісія закордонного виробництва, то масло згідно з інструкцією з використання такої трансмісії.

Перспективи подальших досліджень. Наведені в цій роботі дослідження базувалися на зниженні надійності роботи клапана напірного через механічний знос поверхонь деталей. Проте викликає зацікавлення продовження досліджень з метою пошуку впливу шорсткості поверхні деталі на ресурс та експлуатаційні показники роботи елементів гідросистеми зернозбиральних комбайнів.

References

1. Boyko, A., & Dumenko, K. (2011). Vplyv efektyvnosti sfery tekhnichnoho obsluhovuvannia na vstanovlennia funktsii hotovnosti ta vidnovlennia zernozbyralnoi tekhniky. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK,* 1, 11–14 [In Ukrainian].

2. Bondarenko, O., & Dumenko, K. (2011). Vykorystannia par tertia vuhletsevykh kompozytsiinykh materialiv v ekstremalnykh umovakh roboty zernozbyralnoi tekhniky. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomoria,* 3 (60), 165–170 [In Ukrainian].

3. Bondar, M., Zavoloka, A., & Svyrydenko, N. (2010). Povyshenye pozharobezopasnosty ekspluatatsyy pernouborochnoho kombayna: kontseptsyya y puty ee realyzatsyy. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK,* 8, 12–16 [In Russian].

4. Brovarets, O. O. (2014). Rehulʹovana vysota zrizu zernozbyralʹnykh kombayniv – zasib pidvyshchennya efektyvnosti roboty zernozbyralʹnykh kombayniv. *Khranenye y Pererabotka Zerna,* 3, 16–19 [In Ukrainian].

5. Vasylʹchenko, V., & Ruzhylo, Z. (2012). Pidhotovka zbyralʹnoyi tekhniky do zymivli. *Ahrarna Tekhnika ta Obladnannya*, 4, 78–80 [In Ukrainian].

6. Vasylʹchenko, V. (2013) Pidhotovka kombayna do zhnyv. Shcho potribno zrobyty, aby minimizuvaty vtraty. *Ahronom*, 2, 202–205. [In Ukrainian].

7. Burlaka, O. A., & Yakhin, S. V. (2018). Pidvyshchennya efektyvnosti roboty skrebkovykh elevatoriv z vidtsentrovym typom rozvantazhennya. *Visnyk Poltavskoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 195–200. doi. 10.31210/visnyk2018.04.31 [In Ukrainian].

8. Holovchuk, A. F., Marchenko, V. I., & Orlov, V. F (2004). *Ekspluatatsiya ta remont sil's'kohospodars'koyi tekhniky: pidruch. u 3 kn. Kombayny zernozbyral'ni.* – Kyiv: Hramota [In Ukrainian].

9. Demko, O. A., Demko, A. A., & Nadtochiy, O. V. (2014). Zakonomirnosti vplyvu tryvalosti ekspluatatsiyi zernozbyralʹnykh kombayniv na yikh tekhnichnyy stan. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 145, 161–167 [In Ukrainian].

10. Dumenko, K. M. (2011). Intehrovanyy pokaznyk efektyvnosti roboty zernozbyralʹnykh kombayniv. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky Prychornomor'ya*, 4 (61(1)), 220–224 [In Ukrainian].

11. Dumenko, K. M., & Bondarenko, O. V. (2011). Naukovi zasady formuvannya nadiynosti pidsystem zernozbyralʹnykh kombayniv *Naukovyy Visnyk Luhans'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu*, 9, 412–419 [In Ukrainian].

12. Dumenko, K. M. (2012). Statystychnyy analiz dynamiky rozpodilu vidmov pidsystem kombayniv. *Naukovyy Visnyk Luhans'koho Natsional'noho Ahrarnoho Universytetu,* 35, 113–118 [In Ukrainian].

13. Dumenko, K. M., Komisarova, L. O., & Shevchenko, K. S. (2014). Vidnovlennya pratsezdatnoho stanu vitchyznyanykh zernozbyralʹnykh kombayniv. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka,* 145, 21–27 [In Ukrainian].

14. Dumenko, K. M., Boyko, A. I., & Bondarenko, O. V. (2012). Funktsiyi vidnovlennya pidsystem zernozbyralʹnykh kombayniv pry riznykh rivnyakh potentsialu bazy tekhnichnoho obsluhovuvannya. *Pratsi Tavriys'koho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu*, 12 (3), 42–52 [In Ukrainian].

15. Karabynesh, S., Veznyuk, V., & Demchenko, A. (2014). Servysom po barabanu. Remont i profylaktyka molotylʹnoho uzla zernouborochnoho kombayna. *Zerno*, 5, 156–161 [In Russian].

16. Kravchuk, V., Zanʹko, M., & Lysak, O. (2016). Ekspluatatsiyna otsinka kombayna MF-7370PL "BETA" kompaniyi MASSEY FERGUSON na zbyrannya yachmenyu. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 4, 10–17 [In Ukrainian].

17. Kukhtov, V. H., Znaydyuk, V. H., & Pohorilyy, V. V. (2014). Do pytannya normuvannya rivnya nadiynosti novykh zernozbyralʹnykh kombayniv vitchyznyanoho vyrobnytstva. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 151, 5–12 [In Ukrainian].

18. Lytvynyuk, L. (2015). Deyaki osoblyvosti pidvyshchennya produktyvnosti zernozbyralʹnoho kombayna i pokrashchennya rodyuchosti hruntu. *Tekhnika i Tekhnolohiyi APK*, 10, 25–27 [In Ukrainian].

19. Sydorchuk, L. L. (2013). Systemnyy analiz pidprohram vykorystannya ta tekhnichnoho servisu zernozbyralʹnykh kombayniv. *Mekhanizatsiya i Elektryfikatsiya Sil's'koho Hospodarstva,* 97 (2), 404–412 [In Ukrainian].

20. Smashnyuk, O. V. (2010). Zakonomirnosti vidmov zernozbyralʹnykh kombayniv v umovakh ekspluatatsiyi. *Mekhanizatsiya ta Elektryfikatsiya Sil's'koho Hospodarstva,* 94, 431–437 [In Ukrainian].

21. Choi, M., Lee, K., Jang, B., Kim, Y., Chung, S., & Lee, J. (2018) Grain flow rate sensing for a 55 kW full-feed type multi-purpose combine. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11 (5), 206–210. doi: 10.25165/j.ijabe.20181105.2686

22. Fiscus, D. E., Foster, G. H., & Raufman, H. H. (1971). Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. *Transactions of the ASAE,* 14 (3), 480–485. doi: 10.13031/2013.38319

23. Menezes, P. C. de, Silva, R. P. da, Carneiro, F. M., Girio, L. A. da S., Oliveira, M. F. de, & Voltarelli, M. A. (2018). Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(10), 732–738. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738

24. Shahbazi, F., Valizadeh, S., & Dowlatshah, A. (2012). Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy, *Agricultural Engineering International : CIGR Journal*, 14 (4), 150–155.

25. Sheichenko, V., Kuzmych, A., Shevchuk, M., Shevchuk, V., & Belovod, O. (2019). Research of

quality indicators of wheat seeds separated by prethreshing device, *INMATEH - Agricultural Engineering*, 57 (1), 157–164.

26. Shpokas, L., Adamchuk, V., Bulgakov, V., & Nozdrovicky, L. (2016). The experimental research of combine harvesters, *Research in Agricultural Engineering*, 62, 106–112. doi:10.17221/16/2015-RAE

27. Zielinski, A., & Mos, M. (2009). Effects of seed moisture and the rotary speed of a drum on the germination and vigour of naked and husked oat cultivars, *Cereal Research Communications*, 37 (2), 277–286. doi: 10.1556/crc.37.2009.2.16

28. Kelemesh, A., & Gorbenko, O. (2015). Research of kinematic and agricultural parameters of working tools when processing the cylinder liners. *Mechanization in Agriculture & Conserving of the resources*, 61 (12), 32–33.

29. Gorbenko, O., & Kelemesh, A. (2015) Justification of choosing recovery method for cylinder liners of autotractor engines. *Proceedings of the IInd International Scientific and Practical Conference "Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions", 24–25 Sept. 2015.* 2 (2), 9–11 Dubai: UAE.

30. Vasylenko, V. S., Hramakov, N. V., Taran, I. H., & Shchekoldin, H. A. (2000). *Kombayni zernoubrochnye samokhodnye «DON-1500B» i «DON-1200B». Instkruktsyya po ekspluatatsiyi i tekhnicheskomu obsluhovunya*. OAO «Rostsel′mash» [In Russian].

Стаття надійшла до редакції 30.09.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бурлака О. А., Горбенко О. В., Келемеш А. О. Дослідження надійності елементів гідросистеми зернозбиральних комбайнів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 292–301.

© Бурлака Олексій Анатолійович, Горбенко Олександр Вікторович, Келемеш Антон Олександрович, 2020

Technical sciences
BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY
ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)
https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

original article | UDC 631.361:631.53.01 | **doi: 10.31210/visnyk2021.01.38**

INVESTIGATION OF GRAIN MATERIAL MOVEMENT ON GRAVITATION INSTALLATION TRAYS

V. M. Arendarenko ORCID 0000-0003-0701-7983
T. V. Samoilenko ORCID 0000-0003-4756-6223
O. M. Ivanov* ORCID 0000-0002-1761-9913

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: oleegivanov@yahoo.com

How to Cite *Arendarenko, V. M., Samoilenko, T. V., & Ivanov, O. M. (2021). Investigation of grain material movement on gravitation installation trays. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 302–309. doi: 10.31210/visnyk2021.01.38*

Various technological operations are widely used at elevator enterprises. They include such operations as: sorting, separating, drying, transporting, and loading of silos with grain. For the rational using of these and other processes, it is necessary to take into account the possibility of interacting grains with each other and working devices of machines. This interaction depends on the nature of grain material movement both on the surfaces of working parts of the relevant equipment and in devices for performing secondary operations connected with grain transportation to silo loading openings and the loading itself. Insufficient consideration of the peculiarities of grain flow movement can result in violating technological modes of elevator operating and, consequently, the quality of grain products stored in silos deteriorates. The technological process of loading silos with grain material, using open spiral loaders, takes place in the mode of rapid gravitation motion. A principal feature of this type of movement is the presence of conditions for rapid moving of grains in grain layer. As a result of it, grains acquire a significant speed of chaotic movement. The work was aimed at identifying structural and kinematic characteristics of gravitation flows in an installation with discrete variable slope angles of acceleration and brake trays. The main tasks of the work were laboratory study of wheat, corn and sunflower seed movement in U-shaped trays in order to establish the actual time of grain material movement in both the accelerator and brake trays. The trays were made of rolled steel, had the same length and roughness. Such studies using the gravitation installation are necessary to detect the rate of accelerating and breaking loose grain material of standard moisture content. It has been found that for the effective operation of the gravitation installation it is necessary that the inclination angle of the acceleration tray was much larger than the angle of the natural slope of grain material. Whereas, the inclination angle of the brake tray must be 1.22 times bigger than the angle of grain natural slope. Such ratio of angles makes it possible to obtain the movement of grain material in the brake tray at almost a constant linear speed, without a sharp increase in the mass and volume of grain load in this area.

***Key words**: installation, acceleration and brake trays, inclination angles, grain, time of descent.*

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ПО ЛОТКАМ ГРАВІТАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

В. М. Арендаренко, Т. В. Самойленко, О. М. Іванов
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

На елеваторних підприємствах широко використовують різні технологічні операції. До них відносяться такі операції, як сортування, сепарація, сушіння, транспортування і завантаження силосів зерном. Для раціонального використання цих та інших процесів необхідно враховувати можливості

взаємодії зернин між собою і робочими органами машин. Така взаємодія залежить від характеру руху зернового матеріалу як по поверхням робочих органів відповідного обладнання, так і у пристроях для виконання допоміжних операцій, пов'язаних із транспортуванням зерна до завантажувальних отворів силосів, та саме завантаження. Недостатнє врахування особливостей руху зернових потоків може призвести до порушення технологічних режимів функціювання елеватора і, як наслідок, погіршується якість зернової продукції, яка зберігається в силосах. Технологічний процес завантаження силосів зерновим матеріалом з використанням відкритих спіральних завантажувачів відбувається в режимі швидкого гравітаційного руху. Принциповою особливістю такого роду руху є наявність умов швидкого зсуву зернин у зерновому шарі. В результаті такого руху зернини суттєво пришвидшуються і хаотично переміщуються. Метою роботи було виявити структурно-кінематичні характеристики гравітаційних потоків в установці з дискретно змінними кутами нахилу розгінного і гальмівного лотків. Основними завданнями роботи є лабораторне дослідження руху насіння пшениці, кукурудзи та соняшнику в U-подібних лотках для того, щоб установити фактичний час руху зернового матеріалу як у розгінному, так і в гальмівному лотках. Лотки виготовлені зі сталевого прокату, мають однакову довжину та шорсткість. Такі дослідження з використанням гравітаційної установки необхідні для виявлення темпу розгону і гальмування сипкого зернового матеріалу стандартної вологості. Встановлено, що для ефективної роботи гравітаційної установки необхідно, щоб кут нахилу розгінного лотка був набагато більшим від кута природного відкосу зернового матеріалу. Тоді як кут нахилу гальмівного лотка повинен бути в 1,22 раза більшим від кута природного відкосу зерна. Таке співвідношення кутів дає можливість отримати рух зернового матеріалу в гальмівному лотку практично з постійною лінійною швидкістю без різкого збільшення маси і об'єму зернового вантажу на цій ділянці.

Ключові слова: *установка, розгінний і гальмівний лотки, кути нахилу, зерно, час спуску.*

Вступ

У сільському господарстві виробляється і переробляється різноманітне насіння зернобобових культур. Більшість цього зерна в Україні переробляється і зберігається на великих елеваторних підприємствах. При надходженні зерна на елеватори воно підлягає певним технологічним операціям, які пов'язані із сортуванням, сушінням, сепарацією, транспортуванням та завантаженням його в силоси.

Однією з проблем є те, що завантаження силосів зерновим матеріалом відбувається через потенціальну енергію падаючого на дно силосу зерна. Таке завантаження призводить до того, що в нижній частині силосу накопичується бите або травмоване зерно [4–7, 11, 12, 15, 21, 23].

Для зменшення травмування зерна вчені пропонують різні гальмівні пристрої [10, 25], котрі зменшують енергію руху зернового матеріалу. Ми в роботі [8] запропонували спіральний завантажувальний пристрій зі змінними кутами нахилу гвинтової лінії.

Для раціональної організації спуску зернового матеріалу по цьому пристрою необхідно враховувати взаємодію зернових частинок потоку [16, 19, 26], яка залежить від характеру руху по робочому органу пристрою, так і від кутів нахилу гвинтової лінії. Недостатнє врахування особливостей руху зернового вантажу при проєктуванні завантажувальних пристроїв такої конструкції може призвести до порушення технологічного процесу зберігання зерна в силосі, Травмоване зерно в нижній частині циліндричної ємності має знижену стійкість при довготривалому зберіганні [5, 10, 13, 24].

При завантаженні силосів зерном спостерігається таке явище, як сегрегація [11, 13, 20, 25]. Вона, як правило, з'являється при гравітаційному завантаженні силосів компактним струменем. Це означає, що більш крупні й округлені зернівки скочуються до внутрішньої стіни силосу, тоді як дрібні накопичуються на середині зернового насипу. Утворення такого насипу знижує міцність силосної споруди [5, 11, 22], що своєю чергою впливає на стабільність зберігання і випуску зернового матеріалу, а як наслідок якість кінцевого продукту знижується.

Багато технологічних процесів з переміщення зернового матеріалу відбувається в умовах швидкого гравітаційного руху [1–3, 9, 14, 21, 23]. Принциповою особливістю такого роду зернових потоків є наявність умови швидкого зсуву зернин, у результаті чого зернини набувають лінійних і кутових швидкостей з хаотичним переміщенням їх в зерновому шарі потоку [1, 13, 14].

Швидкі гравітаційні потоки супроводжуються активною взаємодією окремих зернин одна з одною, внаслідок такої дії з'являються нові технологічні ефекти, пов'язані зі змішуванням і розділенням.

Тому з метою вивчення структурно-кінематичних характеристик швидких гравітаційних потоків у

завантажувальних пристроях зі змінними кутами нахилу до горизонту необхідно розробити і виготовити гравітаційну лабораторну установку такого типу.

Мета роботи – необхідність оптимізувати кути нахилу розгінної і гальмівної ділянок відкритого сегментного каналу гравітаційної установки.

Завдання досліджень:

1. Виготовити лабораторну установку з розгінною і гальмівною ділянками руху зернового матеріалу в силовому полі Землі.

2. Дослідити час руху різного зернового вантажу відповідно по розгінному і гальмівному каналах.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження швидкого гравітаційного руху зернових матеріалів проводили в лабораторії кафедри технології та обладнання переробних і харчових виробництв Полтавської державної аграрної академії. В дослідженнях використовували лабораторну установку (рис. 1), котра складалась з бункера для зберігання зерна 1, розгінного 2 і гальмівного 3 лотків, які у своєму перерізі мають форму сегмента, при цьому кут нахилу лотків відносно горизонту можна змінювати за допомогою вертикальних тяг 5 [23]. Для опису механіки зернового потоку ми використали теорія газової динаміки у формі відомого закону Менделєєва–Клапейрона [1, 2, 18, 23].

$$p(y)\overline{\varepsilon}(y) = \chi\left(\frac{du}{dy}\right)^2, \tag{1}$$

де *p(y)* – гідростатичний тиск, $\overline{\varepsilon}(y)$ – середнє значення порозності зернового потоку, χ – коефіцієнт, який залежить від фізико-механічних властивостей досліджуваного зернового матеріалу, $\left(\frac{du}{dy}\right)^2$ – квадрат швидкості переміщуваного сипкого зернового середовища.

Оскільки у формулу 1 входить ділатансія [1, 18] (зміна об’єму зернового матеріалу при зсувній деформації) зернового середовища при зсуві, то вона визначається:

$$\overline{\varepsilon}(y) = \frac{1}{1-\varepsilon_o}, \tag{2}$$

де ε_o – пористість нерухомого зернового шару ($\varepsilon_o = \frac{V_н - V}{V_н}$, де $V_н$, V –об’єм насипного шару зерна та об’єм, який займають зернини цього шару).

У дослідах використовувалось насіння таких культур, як пшениця, кукурудза і соняшник. Партія дослідного насіння зважувалася на електронних вагах і висипалась у бункер установки. Після відкриття шиберної заслінки бункера за допомогою секундоміра фіксували час руху зернового матеріалу по робочим поверхням лотків. Дослід повторяли з п’ятикратним повтором.

На першому етапі досліджувався час руху зернового матеріалу тільки по робочій поверхні розгінного лотка. На початку розгінний лоток встановлювали під кутом $\alpha = 26{,}4^0$ до горизонту. На цьому куті досліджували час руху зерна пшениці стандартної вологості. Потім, на цьому ж куті досліджували рух кукурудзи та соняшнику. Визначивши середній час руху насіння пшениці, кукурудзи і соняшнику на фіксованому куті $\alpha = 26{,}4^0$, необхідно змінити кут установки розгінного лотка. Після зміни кута досліди почергово повторялися.

Новий кут установки розгінного лотка визначався за такою формулою:

$$\alpha_i = arcsin\frac{BC}{AC}, \tag{3}$$

де α_i – новий кут установки розгінного лотка, АС = 1200 мм – робоча довжина розгінного лотка, ВС – висота нижньої частини лотка відносно горизонту.

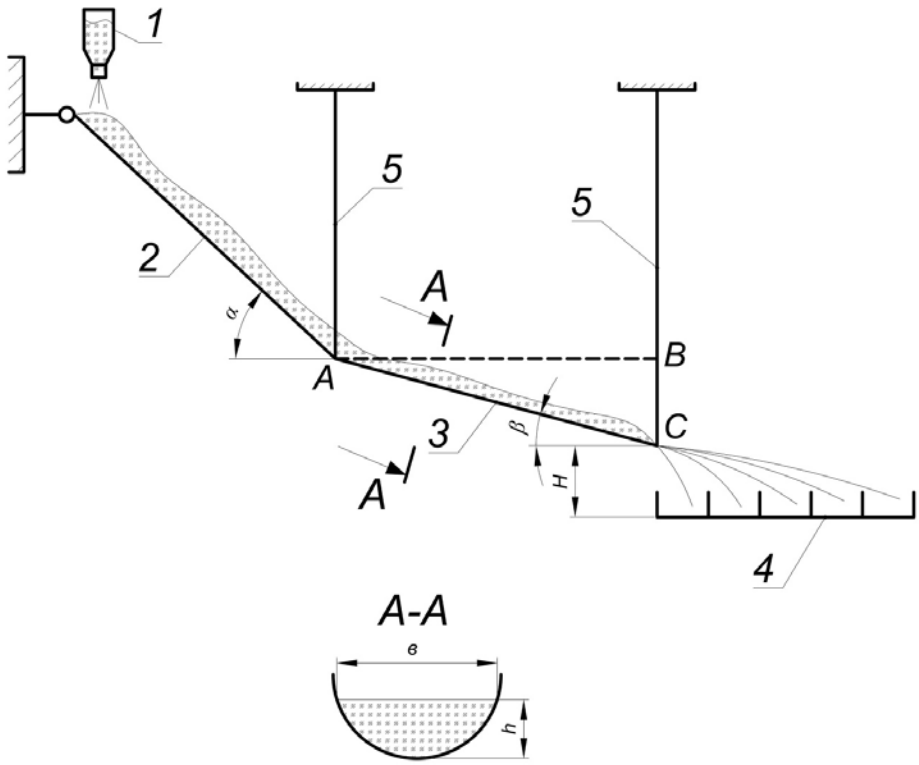


Рис. 1. Гравітаційна установка з розгінним і гальмівним лотками

На другому етапі досліджували час руху зернового матеріалу одночасно по розгінному і гальмівному лотках. Тобто розгінний і гальмівний лотки є одним робочим органом, але з різними кутами нахилу до горизонту.

При цьому загальна довжина такого лотка складає $l_з$ = 2400 мм.

Рух зерна по розгінній і гальмівній ділянці установки розглядався як ламінарна течія з різними швидкостями руху шарів. З рівняння нерозривності течії і зважаючи, що поперечні перерізи обох лотків однакові, отримуємо умову забезпечення стаціонарності потоку на обох ділянках [2, 3]. Тобто кінцева швидкість потоку зерна була не меншою, ніж початкова швидкість цього потоку на початку розгінної ділянки. Така умова забезпечує проходження зернового матеріалу по обох ділянках без накопичення його на гальмівній ділянці.

Розгінній лоток установки мав довжину l_1 = 1200 мм, а кут установки лотку α вибирався більшим за кут природного відкосу досліджуваного зернового матеріалу. Довжина гальмівного лотка складала l_2= 1200 мм, кут установки цього лотка до горизонту встановлювався таким чином, щоб виконувалась умова $\beta = (0{,}86...0{,}93)\cdot \alpha_i$. В дослідах $\beta = 0{,}92\cdot \alpha_i$. Кути природного відкосу приймалися: для пшениці $\zeta_п = 25^0$, кукурудзи $\zeta_к = 32^0$, соняшнику $\zeta_с = 35^0$ [17, 21, 24].

На третьому етапі проводили дослідження, направлені на встановлення функції щільності розподілення зернового матеріалу в напрямі, паралельному центральної осі розгінного і гальмівного лотків. Для цього на порозі зсипання зерна встановлювалася кювета 4, призначена для збирання зернового матеріалу, який вилітає із сегментного каналу установки (рис. 1). Кювета складається із п’яти секцій, які розділені перегородками з відстанню 10 см одна від одної. Висота установки кювета Н відносно горизонталі складала 30 см, а перша комірка знаходилася на деякій відстані від порога зсипання зерна. Робоча поверхня розгінного і гальмівного каналів мали однакову шорсткість, яка забезпечувала граничне прилипання зернового матеріалу до сегментного дна лотків.

Дослідження проводили в режимах, близьких до сталого ламінарного потоку, який досягався шляхом установки гальмівного лотка під кутом близьким до кута природного відкосу зернового матеріалу, що досліджувався.

Експеримент полягав у такому. Після встановлення кута α розгінного лотка послідовно встановлювались кути β_1, β_2, β_3 гальмівного лотка. Після встановлення кутів α і β_1 в бункер 1 установки заси-

пався зерновий матеріал. При відкритті заслінки з бункера по лоткам починався рухатися зерновий матеріал, який надходив у комірки кювети. Після закінчення руху зерна по розгінній і гальмівній ділянках з кутами α і β_1 проводилося зважування зернового матеріалу взятого з кожної комірки кювети. В першому досліді кути нахилу становили в розгінному лотку α = 70,4^0, а в гальмівному β_1 = 67,1^0. Наступні досліди проводилися аналогічно, але змінювався кут β. Зважування зернового матеріалу по кожній комірці кювети дало можливість визначити функцію щільності розподілення зернового матеріалу. Крім цього, в досліді визначали такі експериментальні дані: висота зернового шару h на порозі його зсипання в кювети, ширина верхнього шару зерна b, час заповнення комірок, відстань H між порогом зсипання і кюветом та кути нахилу розгінного і гальмівного лотків α і β.

Результати досліджень та їх обговорення

На рис. 2 наведені графіки залежності зміни часу руху пшениці, кукурудзи і соняшнику по робочій поверхні лотка до повного їх сходу, від кута установки розгінного лотка відносно горизонту. При цьому секундна подача пшениці на робочу частину розгінного лотка становить $q_п$ = 0,262 кг/с, відповідно кукурудзи $q_к$ = 0,244 кг/с , а соняшника $q_с$ = 0,286 кг/с.

Після обробки експериментальних даних були отримані такі рівняння регресії:

для зерна пшениці

$$t_п = -0{,}291 \cdot \alpha + 16{,}33; \quad (4)$$

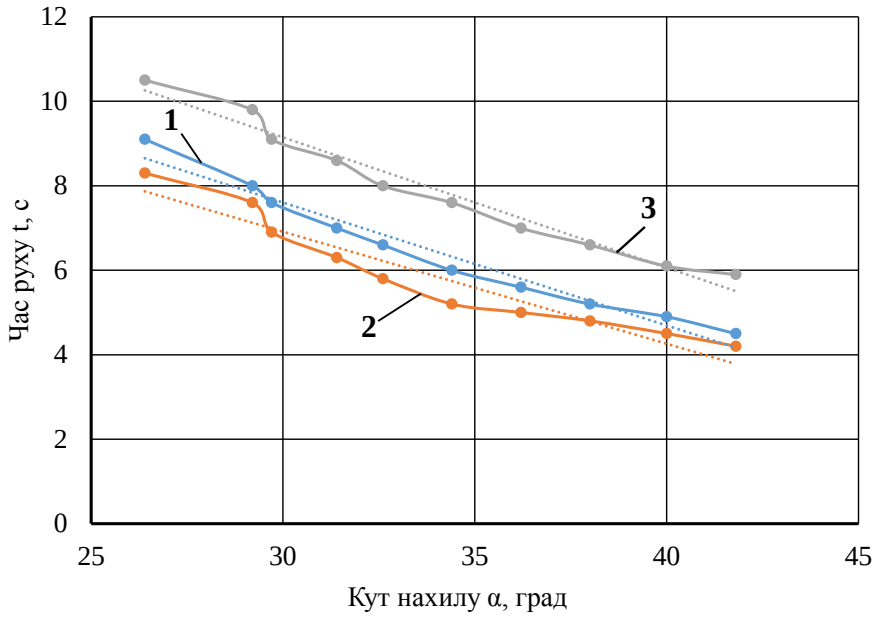
для зерна кукурудзи

$$t_к = -0{,}265 \cdot \alpha + 14{,}87; \quad (5)$$

для зерна соняшнику

$$t_с = -0{,}308 \cdot \alpha + 18{,}40. \quad (6)$$

Результати досліджень свідчать, що рух зернового матеріалу в розгінному лотку відбувається суцільним потоком з постійною глибиною h. Час руху зернового матеріалу залежить від кута встановлення розгінного лотка відносно горизонту. Крім того, швидкість спуску зерна залежить від форми і маси зернівок та коефіцієнта тертя і матеріалу, з якого виготовлений лоток. Встановлено, що найшвидше з лотка спускається насіння кукурудзи, а повільніше соняшнику.



1 – пшениця; 2 – кукурудза; 3 – соняшник.

Рис. 2. Залежність часу спуску зернового матеріалу в розгінному лотку від кутів його установки відносно горизонту

Якщо досліджувати рух пшениці одночасно по розгінному і гальмівному лотках з різними кутами нахилу до горизонту, то час проходження її по робочим поверхням змінюється по-різному (табл. 1).

Довжина робочих поверхонь лотків рівна між собою.

З таблиці видно, що зі збільшенням кутів α і β час спуску пшениці по робочих поверхнях установки зменшується. Для забезпечення повільного спуску зернового матеріалу в нижній частині силосу необхідно, щоб кут α мав максимальне значення, а кут β мінімальне. Наприклад, для пшениці $\alpha = 43^0$, а $\beta = 32^0$.

При дослідженні руху кукурудзи по розгінному лотку з кутом установки $\alpha = 70{,}4^0$ до горизонту з переходом руху кукурудзи на гальмівний лоток, який встановлено під кутом $\beta = 67{,}1^0$, виявлено, що час руху по рівним ділянкам пристрою різний. На першій розгінній ділянці час руху зернового матеріалу в 1,219 раза більший. ніж на гальмівній ділянці. При зміні кута β на нову величину $\beta = 63{,}8^0$, час руху зернового матеріалу у 1.328 разів більший, ніж на гальмівній. При зміні кута β в бік його зменшення спостерігається постійне збільшення сегментного профілю зернового потоку.

1. Зміна часу руху пшениці стандартної вологості в розгінному і гальмівному лотках, ($l_1 = l_2 = 1200$мм)

Величина кута установки розгінного і гальмівного лотків відносно горизонту, град		Час проходження насіння пшениці по робочим поверхням лотків, с		Сумарний час руху насіння пшениці, с
		розгінна ділянка	гальмівна ділянка	
α	β	t_1	t_2	$t_{сум}$
35	32	6,0	8,2	14,2
37	34	5,5	7,1	12,6
39	36	5,1	6,5	11,6
41	38	4,4	6,3	10,7
43	40	4,2	5,6	9,8

Завантаживши в бункер 1,0 кг насіння соняшнику стандартної вологості, визначили секундну подачу насіння на розгінний лоток. При діаметрі вихідного отвору бункера 40 мм вона склала q_c = 0,286 кг/с. Встановивши розгінний лоток під кутом $\alpha = 41^0$, а гальмівний під кутом $\beta = 38^0$, визначили час руху насіння соняшнику по робочим поверхням лотків. Час руху склав, відповідно t_1 = 7,1 с, t_2 = 10,3 с. Коли кут $\beta \leq \zeta$ відбувається інтенсивне гальмування зернового потоку і зерно повністю заповнює гальмівний і розгінний канали і відбувається пересипається зерна через краї лотків.

Діаграма щільності розподілення насіння кукурудзи в напрямі паралельному центральної осі гальмівного лотка наведена на рис. 3.

Із діаграми видно, що зерно кукурудзи, яке рухається в нижній частині лотка на порозі зсипання має найменшу швидкість, тобто воно потрапляє в найближчі комірки кювети. Зерно верхніх шарів має більшу швидкість, тому воно потрапляє в дальні комірки кювети.

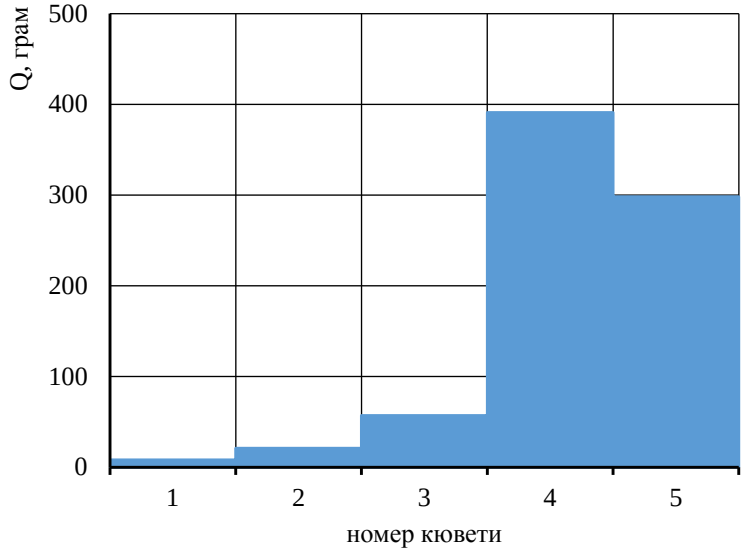


Рис. 3. Щільність розподілення насіння кукурудзи по кюветам

Висновки

Виявлено, що для нормальної роботи гравітаційної установки з дискретно змінними кутами нахилу лотків до горизонту необхідно, щоб кути нахилу розгінного і гальмівного лотків біли більші від кутів природного відкосу досліджуваного зернового матеріалу. Причому бажано, щоб кут нахилу розгінного лотка був набагато більшим від кута природного відкосу зернового матеріалу. Тоді як кут нахилу гальмівного лотка повинен бути в 1,22 раза більшим від кута природного відкосу зерна. Зменшення кута нахилу гальмівного лотка відносно горизонту призводить до інтенсивного гальмування зернового потоку, внаслідок чого різко починає збільшуватися об'єм зерна в лотках. Збільшення зерна в лотках приводить до пересипання зерна через краї лотків.

Перспективи подальших досліджень Подальші дослідження будуть направлені на виявлення ефективних кутів розгінної і гальмівної ділянок спірального завантажувача силосів зерном. Планується провести дослідження з визначення втрат енергії внаслідок зіткнення зернин одна з одною в зерновому потоці особливо при переході їх із розгінної на гальмівну ділянку гравітаційної установки.

References

1. Dolgunin, V. N., & Borshhev, V. Y. (2005*). Bystrye gravitacionnye techeniya zernistyx materialov: texnika izmereniya, zakonomernosti, texnologicheskoe primenenie*. Moskva: Izdatelstvo Mashinostroenie – 1 [In Russian].
2. Sevidzh, S. (1985). Gravitacionnoe techenie nesvyazannyx granulirovannyx materialov v lotkax i kanalax. *Mexanika granulirovannyx sred: Teoriya bystryx dvizhenij*, 86-146 [In Russian].
3. Tishhenko, L. N. (2004). *Intensifikaciya separirovaniya zerna*. Xarkov: nauchnaya kniga [In Russian].
4. Samoilenko, T. V., Arendarenko, V. M., & Antonets, A. V. (2020). Kinematyka rukhu zerna po spiralnomu prystroiu zi zminnym kutom spusku. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 267–274. doi: 10.31210/visnyk2020.01.31 [In Ukrainian].
5. Moya, M., Aguado, P. J., & Ayuga, F. (2013). Mechanical properties of some granular agricultural materials used in silo design. *International Agrophysics*, 27 (2), 181–193. doi: 10.2478/v10247-012-0084-9
6. Strona, I. G., & Pugachev, A. N. (1972). *Travmirovaniya semyan i ego povrezhdenie*. Moskva: Kolos [In Russian].
7. Negi, S. C., Lu, Z., & Jofriet, J. C. (1997). A numerical model for flow of granular materials in silos. Part 2: model validation. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 68 (3), 231–236. doi: 10.1006/jaer.1997.0197
8. Samoilenko, T. V., Ivanov, O. M., Melnyk, V. I., & Arendarenko, V. M. (2018). *Patent Ukrainy № 129364*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti [In Ukrainian].
9. Tverdokhlib, I. V. (2017). Dynamika rukhu chastynky v sypkomu zernovomu seredovyshchi. *Vibratsiia v Tekhnitsi ta Tekhnolohiiakh*, 3, 128–135 [In Ukrainian].
10. Melnyk, V. I., & Samoilenko, T. V. (2018). Analiz napriamiv udoskonalennia konstruktsii prystroiv dlia zavantazhennia sylosiv. *Inzheneriia Pryrodokorystuvannia*, 1, 83–91 [In Ukrainian].
11. Mosina, N. N. (2004). Sovershenstvovanie zagruzki xranilishh i podvizhnogo sostava sypuchimi gruzami. *Candidate's thesis*. Sankt – Peterburg – Pushkin [In Russian].
12. Arendarenko, V. M., & Samoilenko, T. V. (2018). Matematychne modeliuvannia protsesu zavantazhennia sylosiv zernom. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 158–161 [In Ukrainian].
13. Mosina, N. N. (2003). Metodika opredeleniya pokazatelej processa zagruzki bunkera sypuchim materialom. *Sovremennye texnologii, sredstva mexanizacii i texnicheskoe obsluzhivanie v APK*, (55–57). Samara: Samarskaya gosudarstvennaya selskoxozyajstvennaya akademiya [In Russian].
14. Borshhev, V. Y., & Dolgunin, V. N. (2006). Harakteristiki sdvigovogo potoka zernistoj sredy i rekomendacii po organizacii texnologicheskix processov. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 2, 401–408 [In Russian].
15. Tarasenko, A. P. (2003). *Snizhenie travmirovaniya semyan pri uborke i posleuborochnoj obrabotke*. Voronezh: FGOU VPO Voronezhskij GAU [In Russian].
16. Boiko, D. I. (2008). Rivniannia dynamika sypkoho materialu v robochii zoni zmishuvacha ta yoho rishennia. *Tekhnichnyi Servis Ahropromyslovoho, Lisovoho ta Transportnoho Kompleksiv*, 2, 75–82 [In Ukrainian].
17. Zenkov, R. L. (1964). *Mexanika nasypnyx gruzov*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].

18. Sous, S. (1971). *Gidrodinamika mnogofaznyx sistem*. Moskva: Mir [In Russian].

19. Borshhev, V. Y., Dolgunin, V. N., & Dronov, M. Y. (2005). Kaskadnaya gravitacionnaya separaciya zernovyx materialov: osobennosti texnologii i modelirovanie. *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 11, 903–909 [In Russian].

20. Dolgunin, V. N., Ukolov, A. A., & Klassen, V. P. (1992). Model mexanizma segregacii pri bystrom gravitacionnom techenii chasticz. *Teoreticheskie Osnovy Ximicheskix Texnologij*, 5, 100–109 [In Russian].

21. Arendarenko, V.M., & Antonets, A.V. (2020). Shvydkist rukhu zernovoho potoku po spiralnomu prystroiu iz zminnym kutom spusku. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh, studentiv ta aspirantiv*, (72–75). Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].

22. Cheng, X., Gao, M., Hu, M., & Du, X. (2019). The Simulation of static stress distribution of wheat piles in silos by the modified Cam-clay model. *International Agrophysics*, 33 (1), 11–19. doi: 10.31545/intagr/103749

23. Arendarenko, V. M., Antonets, A. V., Savchenko, N. K., & Ivanov, O. M. (2020). Rozrakhunkova model hravitatsiinoho rukhu zernovoho materialu u pokhylomu kanali zi dyskretno zminnym kutom nakhylu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 273–282. doi: 10.31210/visnyk2020.04.35 [In Ukrainian].

24. Trisvinskij, L. A. (1985). *Xranenie zerna*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].

25. Arendarenko, V. M., & Samoilenko, T. V. (2020). Sposoby zavantazhennia sylosiv zernovym materialom. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh, studentiv ta aspirantiv*, (52–54). Poltava [In Ukrainian].

26. Flehantov, L. O., & Antonets, A. V. (2017). Kompyuterne modelyuvannya mekhanichnoho rukhu tila zasobamy MATHCAD. *Informatsiyni Tekhnolohiyi v Osviti*, 30, 97–109. doi: 10.14308/ite000622 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 30.01.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Арендаренко В. М., Самойленко Т. В., Іванов О. М. Дослідження руху зернового матеріалу по лоткам гравітаційної установки. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 302–309.

© Арендаренко Володимир Миколайович,Самойленко Тетяна Володимирівна, Іванов Олег Миколайович, 2021

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*
Літературні редактори: *Дедухно А. В.*
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*
Комп'ютерна верстка та дизайн: *Свєшнікова А. О.*
Під час створення макету було використано матеріали,
які знаходяться у вільному доступі мережі Інтернет.

Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 22. Тираж 300 пр. Зам. № 33.
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.