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

ВІСНИК

ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

4'2021

Матеріали друкуються мовами оригіналів – українською та англійською

Науково-виробничий фаховий журнал
2021, № 4 (103)

ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

© «Вісник Полтавської державної аграрної академії», 2021

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

ВІСНИК

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

4'2021

Materials are published in original languages – Ukrainian and English

Scientific and production professional journal
2021, № 4 (103)

ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

© Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2021

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

Виходить чотири рази на рік.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

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

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

Редакційна колегія з галузі «Сільське господарство»:
А. ДОЛГАНЬЧУК-ШЬРУДКА, док. габ. (Польща)
А. В. КАЛІНІЧЕНКО, д. с.–г. наук, (Україна, Польща)
І. В. КОРОТКОВА, к. хім. наук (Україна)
В. Ю. КРИКУНОВА, к. хім. наук (Україна)
М. М. МАРЕНИЧ, к. с.–г. наук, (Україна)
Н. М. ОПАРА, к. с.–г. наук, (Україна)
В. М. ПИСАРЕНКО, д. с.–г. наук, (Україна)
А. А. 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 Полтавського державного аграрного університету (протокол № 8 від 23.12.2021 р.)

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

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

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

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

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

The journal is published four times a year.

EDITORIAL BOARD:

Chief of Editorial 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 University (protocol No. 8 of 23.12.2021).

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

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

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

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

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Дьомін Д. Г., Кулик М. І., Михно Ю. В. Реалізація потенціалу насіннєвої продуктивності сорго багаторічного при застосуванні препарату «Агростимулін» 13

Ласло О. О., Мельничук А. В. Ефективність застосування регулятора Вимпел-2 та комплексного мікродобрива у посівах сої 24

Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Артеменко Д. Ю. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та регуляторів росту рослин 30

Іжболдін О. О. Спектр мутаційних змін у пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) при дії гамма-променів 36

Семенов А. О., Сахно Т. В., Семенова Н. В., Ляшенко В. В. Вплив УФ-випромінювання на біологічні властивості та водопоглинання при передпосівному опроміненні насіння ріпаку озимого 44

Мостов'як С. М., Мостов'як І. І. Екологічно безпечний захист смородини чорної (*Ribes nigrum* L.) від сисних шкідників 53

Ляшенко В. В., Карасенко В. М., Кракотець С. І. Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої 64

Кирнасівська Н. В., Колеснікова О. А. Агрокліматична оцінка вологозабезпеченості періоду вегетації озимої пшениці у Вінницькій області 71

Козар С. Ф., Білоконська О. М. Вплив *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836 сумісно з полісахаридно-білковим комплексом на урожайність огірка 79

Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання 85

Астахова Я. В., Гасанова І. І., Кулик А. О. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення в Північному Степу 91

Шовкова О. В., Коротич Є. В. Ефективність мікродобрив для передпосівної обробки насіння сої 98

Міленко О. Г., Антонець М. О., Копань Д. В., Добровольський С. О., Лукіна А. Р. Урожайність скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння 103

Шевніков М. Я., Тищенко В. М., Костенко М. П. Вивчення ультраскоростиглих сортів проса в поукісних і післяжнивних посівах залежно від попередників і способів сівби 112

Бараболя О. В., Вакулюк Д. С., Прудкий Т. А. Вплив сортових особливостей картоплі на якість і лежкість 120

Маренич М. М., Дяжук Р. У., Іванюта О. О., Мерезен Н. Л. Особливості формування урожайності пшениці озимої в органічних посівах в умовах недостатнього зволоження 126

Поспєлов С. В., Поспєлова Г. Д., Нечипоренко Н. І., Міщенко О. В., Черняк О. О., Скляр С. С., Іванічко О. В. Аналіз фітопатогенного стану посівів соняшнику в період вегетації за різних агрокліматичних умов 133

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Тараненко А. О., Цьова Ю. А., Середа М. С., Кузенко Л. Ю., Солодовник М. А. Потенціал біомаси відходів сільського господарства для виробництва біоенергетики в Полтавській області 142

Федько Р. М., Антонець М. О., Антонець О. А., Віблий О. М. Біологічні та екологічні особливості *Sambucus nigra* в умовах Лівобережного Придніпров'я 154

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

Осадча Ю. В., Сахацький Г. І. Діагностичне значення інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей 162

Корбич Н. М. Взаємозв'язок довжини вовни з показниками продуктивності овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи 171

Любенко О. І., Пасєчко Д.-В. Д., Красновид Т. Ю. Оптимальна щільність посадки курчат-бройлерів в умовах фермерських господарств 178

Захаренко М. О., Хоценко А. В., Ващенко П. А., Шостя А. М., Поліщук А. А., Усенко С. О., Шаферівський Б. С. Поведінка лактуючих корів за безприв'язно-боксового великогрупового утримання та дії високої температури повітря 183

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Деркач І. М., Духницький В. Б., Деркач С. С., Лозовий В. М., Коструб В. В., Лоза Ю. В., Мідик С. В., Морозова В. С., Ушкалов В. О., Фрицький І. О., Плутенко М. О. Вплив клатрохелату Феруму(IV) на вміст феруму у деяких внутрішніх органах поросят 188

Панасова Т. Г., Звенігородська Т. В., Туль О. І., Грек В. О. Ефективність осіменіння корів у спонтанну охоту, визначену за допомогою системи автоматизованого контролю їх рухової активності 195

Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Волосовець В. Ю., Волосовець Н. Ю., Гоголь О. М. Окремі аспекти діагностики і лікування у собак алопеції Х 201

Паславські Р., Паславська У., Сорокова С. Небезпечні продути для тварин. Отруєння цибулею і часником собак та котів 207

Долгін О. С. Дослідження епізоотичної ситуації щодо трихурозу собак на території України 214

Коваленко С. О. Порівняльна ефективність мортальних та вітальних методів лабораторної діагностики хоріоптозу у великої рогатої худоби 221

Бурцева Д. Д., Локес-Крупка Т. П., Кравченко С. О., Хоменко А. Н. Терапевтичне лікування котів за сечокам'яної хвороби 227

Киричко О. Б., Киричко Б. П., Шерстюк Л. М., Панова А. М. Гематологічні та біохімічні показники крові хворих на панлейкопенію котів при застосуванні розчину полтавського бішофіту 233

Курман А. Ф., Каришева Л. П., Щербина О. В., Чижевський І. В. Вплив хронічного низькодозового іонізуючого опромінення на імунну систему, механізми нейроендокринної регуляції і окремі біохімічні показники тварин в умовах радіаційно забруднених угідь України 239

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Ляшенко С. В., Яценко Ю. В., Лазоренко А. І. Результати експериментальних досліджень енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев 249

Сайчук О. В., Аветісян В. К., Колпаченко Н. М., Маніло В. Л., Біловод О. І., Дудник В. В. Дослідження процесу подрібнювання стеблової маси 259

CONTENTS

AGRICULTURE. PLANT GROWING

D'omin D., Kulyk M., Myhno Yu. Potential realization of perennial sorghum seed productivity at "Agrostymulin" application 13

Laslo O. O., Melnychuk A. V. The effectiveness of using Vympel-2 growth regulator and complex micro-fertilizer on soybean sown areas 24

Shepilova T. P., Petrenko D. I., Leshchenko S. M., Artemenko D. Yu. Formation of soybean productivity depending on sowing time and plant growth regulators 30

Izhboldin O. O. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) mutation changes spectrum under gamma-rays action 36

Semenov A. O., Sakhno T. V., Semenova N. V., Liashenko V. V. Influence of UV radiation on biological properties and water absorption during pre-sowing irradiation of winter rapeseeds 44

Mostoviak S. M., Mostoviak I. I. Ecologically safe protection of black currant (*Ribes nigrum* L.) against sucking pests 53

Liashenko V. V., Karasenko V. M., Krakotets S. I. The impact of soil tillage system and proceeding crops on winter wheat grain yield capacity and quality 64

Kyrnasivska N. V., Kolesnikova O. A. Agro-climatic moisture-supply estimation of winter wheat vegetation period in Vinnytsia region 71

Kozar S. F., Bilokonska O. M. Influence of IMB B-7836 Azotobacter chroococcum together with polysaccharide-protein complex on cucumber yielding capacity 79

Hanhur V. V., Pypko O. S., Prokopiv O. O. Soybean productivity depending on technology of pre-sowing tillage and inoculation 85

Astakhova Ya. V., Gasanova I. I., Kulyk A. O. Efficiency of winter wheat cultivation depending on sowing dates and fertilization in the Northern Steppe of Ukraine 91

Shovkova O. V., Korotych Ye. V. Effectiveness of micro-fertilizers for pre-sowing soybean seed treatment 98

Milenko O. H., Antonets M. O., Kopan D. V., Dobrovolskyi S. O., Lukina A. R. Yield capacity of early-maturing soybean varieties depending on seeding rate 103

Shevnikov M. Y., Tyshchenko V. M., Kostenko M. P. Study of millet ultra-early maturing varieties in post-cutting and post-reaping crops depending on predecessors and methods of sowing 112

Barabolia O. V., Vakuliuk D. S., Prudkyi T. A. The influence of potato variety peculiarities on tubers' and storage qualities 120

Marenych M. M., Diazhuk R. U., Ivaniuta O. O., Merezen N. L. Peculiarities of winter wheat yield formation in organic plants under insufficient moistening 126

Pospelov S. V., Pospielova G. D., Nechiporenko N. I., Mishchenko O.V., Cherniak O. O., Skliar S. S., Ivanichko O. V. Analysis of sunflower areas' phyto-pathogenic condition during vegetation period under different agro-climatic conditions 133

GRICULTURE. ECOLOGY

Taranenko A. O., Ts'ova Yu. A., Sereda M. S., Kuzenko L. Yu., Solodovnik M. A. Potential of agricultural waste biomass for bioenergy production in Poltava region..... 142

Fedko R. M., Antonets M. O., Antonets O. A., Viblyi O. M. Biological and ecological peculiarities of *Sambucus nigra* in the conditions of the Left Bank Dnieper 154

AGRICULTURE. ANIMAL BREEDING

Osadcha Yu. V., Sakhatsky G. I. Diagnostic value of integrated immune-hematological indices as markers of acute stress in hens..... 162

Korbych N. N. Interdependence of wool length with productivity indicators of Tavria type sheep, Askania fine-fleece breed..... 171

Liubenko O., Pasiechko D.-V., Krasnovid T. Optimal cage density of broiler chickens in the conditions of small farms..... 178

Zakharenko M. O., Khotsenko A. V., Vashchenko P. A., Shostya A. M., Polishchuk A. A., Usenko S. O., Shaferivsky B. S. Behavior of lactation cows at loose-box-type keeping in large groups under the influence of high air temperatures 183

VETERINARY MEDICINE

Derkach I., Dukhnitsky V., Derkach S., Lozovyi V., Kostrub V., Losa Yu., Midyk S., Morozova V., Ushkalov V., Fritsky I., Plutenko M. Influence of iron(IV) clatrochelate on iron content in some internal organs of piglets..... 188

Panasova T., Zvenihorodska T., Tul O., Grek V. The efficiency of cows' insemination in spontaneous estrus, determined by the system of automated control of their motional activity..... 195

Omelchenko A., Avramenko N., Volosovets V., Volosovets N., Gogol O. Some aspects of diagnostics and treatment of dog alopecia X..... 201

Paslawski R., Paslawska U., Sorokova S. Dangerous products for animals Onion and garlic poisoning of dogs and cats 207

Dolhin O. S. Monitoring epizootic situation of dog trichuriasis on the territory of Ukraine 214

Kovalenko S. Comparative efficacy of mortal and vital methods of cattle chorioptosis laboratory diagnostics 221

Burtseva D. D., Lokes-Krupka T. P., Kravchenko S. O., Khomenko A. N. Analysis of therapeutic treatment effectiveness of cat urinary bladder stone disease..... 227

Kyrychko O. B., Kyrychko B. P., Sherstiuk L. M., Panova A. M. Haematological and biochemical indices of blood in cats with feline panleukopenia when using Poltava bischofite solution 233

Kurman A., Karisheva L., Shcherbyna O., Chyzhevskyi I. The impact of chronically low-dose ionizing irradiation on the immune system, mechanisms of neuroendocrine regulation and certain biochemical indicators in animals under the conditions of radiation contaminated areas of Ukraine..... 239

TECHNICAL SCIENCES

Lyashenko S. V., Yatsenko Y .V., Lazorenko A. I. Experimental research results of energy-saving operating mode of mechanization implement for breaking tree branches 249

Saichuk O. V., Avetisyan V. K., Kolpachenko N. M., Manilo V. L., Bilovod O. I., Dudnyk V. V. Study of the process of crushing stem weight..... 259

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

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 633.17:631.53.01:631.8 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.01**

POTENTIAL REALIZATION OF PERENNIAL SORGHUM SEED PRODUCTIVITY AT "AGROSTYMULIN"APPLICATION

D. D'omin ORCID 0000-0003-3537-5016
M. Kulyk* ORCID 0000-0003-0241-6408
Yu. Myhno

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: kulykmaksym@ukr.net

How to Cite

D'omin, D., Kulyk, M., & Myhno, Yu. (2021). Potential realization of perennial sorghum seed productivity at "Agrostymulin" application. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 13–23. doi: 10.31210/visnyk2021.04.01

In order to ensure high economic effectiveness of agriculture in Ukraine, the development of the energy sector, along with food security, is also of high importance. This requires a comprehensive, in-depth study and introduction of plant energy resource into production. The study of ways to increase the biomass yields of energy crops at their cultivation on marginal lands is important as well. This envisages their agronomical justified cultivation and the use of phytomass. Perennial sorghum or Columbus grass (Sorghum Almum Parodi) is the most adapted to the growing conditions and highly productive among energy crops. It is also important to increase the seed yield of the crop to ensure a sufficient supply of seed material for new energy plants. The aim of our research was to determine the effect of "Agrostymulin" application on the seed yield of perennial sorghum. General and special (experimental) methods were used in the research. According to the approved methods, we determined the quantitative plant indicators and seed yield measurements. Significant differences and correlations between the experimental variants were identified on the basis of variance and correlation analyses. The research results made it possible to define the variability of plant biometric indicators and reveal the impact of "Agrostymulin" complex application on the peculiarities of perennial sorghum seed yield formation. It was determined that the duration of the growing season during all three years was within the range of 122–132 days. The complex application of the preparation enables to reduce its period, which is especially important in the early periods of plant growth and supports less weed infestation of young perennial sorghum plants. The use of "Agrostymulin" for seed treatment and foliar fertilization has the greatest impact on the height, density of stand and plant reproductive organs' indicators. In general, over the years, a significant increase in seed yield (1.9 t/ha) was obtained on the variants with complex "Agrostymulin" application, which significantly exceeded the control (by 0.5 t/ha). The prospects for further research will consist in identifying the ways to improve seed quality of sorghum crops in order to increase the sowing suitability of seed material of energy crops.

Key words: *perennial sorghum, plant height, density of stand, seed yield.*

РЕАЛІЗАЦІЯ ПОТЕНЦІАЛУ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО БАГАТОРІЧНОГО ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПРЕПАРАТУ «АГРОСТИМУЛІН»

Д. Г. Дьомін, М. І. Кулик, Ю. В. Михно
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

В Україні для забезпечення високих показників економічної ефективності сільського господарства разом із продовольчою безпекою, не менш важливим напрямом є розвиток енергетичного сектору.

Це потребує всебічного, глибокого вивчення та впровадження у виробництво рослинного енергетичного ресурсу. Актуальним питанням є вивчення шляхів збільшення врожайності біомаси енергетичних культур у разі їх вирощування на маргінальних землях. Це передбачає обґрунтоване їх вирощування й використання фітомаси з погляду агрономії. З-поміж енргокультур найбільш адаптованою до умов вирощування й високопродуктивною є сорго багаторічне або трава Колумба (Sorghum Almum Parodi). До того ж збільшення насіннєвої врожайності культури має актуальне значення у плані забезпечення достатньою кількістю насіннєвого матеріалу нових енергопосівів. Метою наших досліджень було визначення впливу застосування препарату «Агростимулін» на врожайність насіння сорго багаторічного. Під час проведення досліджень були застосовані як загальні, так і спеціальні (експериментальні) методи. Згідно із затвердженими методиками проводили визначення кількісних показників рослин й облік врожайності насіння. Застосування дисперсійного й кореляційних аналізів дало можливість оцінити суттєві відмінності та взаємозв'язки між варіантами досліду. Результати досліджень дали змогу встановити мінливість біометричних показників рослин та виявити вплив комплексного застосування «Агростимуліну» на рівень насіннєвої врожайності сорго багаторічного. Визначено, що тривалість вегетаційного періоду за усі три роки варіювала в межах 122–132 доби. Комплексне застосування препарату дозволяє зменшити його тривалість, що особливо важливо у початкові періоди росту рослин, та сприяє меншому засміченню бур'янами сходів сорго багаторічного. Застосування «Агростимуліну» для обробки насіння та при позакореневому підживленні має найбільший вплив на висоту та густоту стеблостою й показники генеративних органів рослин. Загалом за роки на варіантах комплексного застосування «Агростимуліну» отримали суттєве збільшення врожайності насіння (1,7 т/га), що істотно перевищувало контроль на 0,5 т/га. Перспективи подальших досліджень полягатимуть у встановленні шляхів поліпшення якості насіння соргових культур для збільшення посівної придатності насіннєвого матеріалу енергетичних культур.

Ключові слова: *сорго багаторічне, висота рослин, густота стеблостою, урожайність насіння.*

Вступ

На сьогодні для зменшення залежності від викопних джерел енергії у країнах, що розвиваються, виникає необхідність розвитку власного виробництва альтернативних видів палива, що визначено як одне із пріоритетних завдань «Зеленого курсу» Європейського Союзу та України як асоційованого учасника.

Актуальним питанням, що потребує детального вивчення, є удосконалення елементів технології вирощування енергетичних культур задля отримання біопалив. Водночас науковці не повною мірою обґрунтували особливості отримання якісного насіннєвого матеріалу для закладки нових посівів енергокультур. Потребують уточнення деякі аспекти застосування біопрепаратів, вивчення сортименту та економічної результативності під час вирощування сорго багаторічного. Особливо це важливо з погляду екології, що передбачає ощадний вплив на навколишнє природне середовище з урахуванням його збалансованого розвитку.

Зважаючи на все це, вивчення аспектів збільшення врожаю й насіннєвої продуктивності сорго багаторічного є актуальним питанням сьогодні. Не менш важливим є вивчення біопрепаратів та регуляторів росту рослин за умови вирощування на насіння цієї культури. Науковому обґрунтуванню цих питань і присвячена наукова публікація.

Сорго багаторічне *(Sorghum almum Parodi)* – це багаторічна, дуже високорослa трав'яниста рослина. Коренева система має мичкувату структуру, глибоко проникає у грунтовий профіль. Рослини сорго здатні до кущіння, що інколи призводить до загущення посівів. Це може призвести до вилягання рослин сорго 2–3 року вегетації. Стебла у сорго прямостоячі, висотою до трьох метрів. Литки – довгі, ланцетні, жилкування паралельне. Рослини формують суцвіттям (волоть). Насіння у сорго середнє за розміром, темнозабарвлене, інколи спостерігається самовисипання його під час дозрівання [1].

У період формування волоті врожайність зеленої надземної фітомаси сорго багаторічного сягає 30–35 т/га, в період цвітіння – 45–50 т/га, а в період дозрівання насіння – до 65–75 т/га. Вихід сухої біомаси варіює в межах від 11 до 14 т/га. Урожайність насіння сорго багаторічного формується на рівні 1,5–1,7 т/га. Енергетична цінність сорго багаторічного становить 3750–3810 ккал/кг [2]. Використання сорго також різноманітне: у тваринництві, птахівництві, паперовій промисловості, для виробництва біопалив та в інших сферах [3].

Соргові культури більш посухостійкі рослини, ніж інші представники родини тонконогові. Рослини сорго значно легше, ніж інші польові культури, переносять посуху, суховії і високі температури. На утворення одиниці врожаю рослини сорго витрачають значно менше вологи, ніж кукурудза. Це обумовлюється низьким транспіраційним коефіцієнтом сорго багаторічного. А також морфологічною та анатомічною будовою листків, які є вузькими й довгими, містять дрібні продихи. Не випадково сорго формує дрібноклітинну структуру листка, а восковий наліт на рослинах забезпечує йому високу пристосованість в умовах жаркого клімату. За надмірних температур повітря та наявності посухи ріст сорго припиняється, а поновлюється з настанням сприятливих умов для вегетації рослинного ценозу [4, 5].

Також визначено, що рослинні угрупування соргових культур здатні рости на засолених ґрунтах та переносити підвищену концентрацію ґрунтових солей. Через це і сама культура сорго за умови багаторічного свого культивування, та зважаючи на функціональні властивості кореневої системи, сприяє розсоленню ґрунтів [6].

Встановлено, що поряд з особливостями біології культури, продуктивність сорго багаторічного значною мірою залежить від агротехнічних заходів вирощування: ширини міжряддя й норми висіву насіння [7].

Провівши дослідження в умовах Полісся, Д. Б. Рахметов зі співавтором встановили, що строк сівби сорго багаторічного впливає на тривалість міжфазних періодів, висоту рослин і площу листкової поверхні в період вегетації культури. Оптимальні умови для росту й розвитку рослин та формування ними листко-стеблової маси виявилися при сівбі культури в першій декаді травня [8].

Інші дослідження з вивчення якості насіннєвого матеріалу сорго багаторічного показали, що схожість і життєздатність його змінюється залежно від часу збирання. Наприклад, насіння, зібране в фазу молочної стиглості, має лабораторну схожість на рівні 32,4–60,0 %. Насіння, зібране у фазу повної стиглості, значно підвищує свої посівні якості та є придатним для сівби [9, 10].

До того ж науковці визначили, що врожайність надземної вегетативної маси рослин сорго багаторічного – біомаси – значною мірою залежить і від технології вирощування культури. Оптимізація певного комплексу агрозаходів вирощування сорго не тільки збільшує його врожайність, але і підвищує енергоємність продукції та забезпечує більший вихід енергії [11–13].

Визначено, що сорго багаторічне за умови вирощування задля отримання біомаси, після відповідної обробки здатне забезпечувати певний рівень енергії. При вирощуванні енергокультур необхідно зменшувати енергозатрати, застосовуючи елементи енергозберігаючої технології вирощування, при цьому енергетична ефективність виробництва біомаси буде зростати, що відобразиться у збільшенні виходу енергії з 1 га та підвищенні коефіцієнту енергетичної ефективності [14].

В окремих публікаціях визначено, що застосування регуляторів росту рослин позитивно впливало на кількісні показники сорго. Визначено, що застосування Емістиму С дозволило збільшити їх висоту до 3,4 м. Встановлено, що регулятор росту Регоплант збільшує крупність насіння до 8,0–8,2 г [15].

Якщо вирощувати сорго багаторічне на насіння, тоді його врожайність змінюється залежно від року життя, способу сівби, густоти стояння рослин. На фоні різних елементів технології вирощування густота стеблостою має вплив на продуктивність культури. Визначено, що найбільшу насіннєву продуктивність рослини сорго формують мають у перші роки вегетації – 1,9–2,2 т/га. На завершальному етапі використання посівів урожайність насіння знижується до 700–800 кг/га, що пояснюється зменшенням щільності травостою, а також нерівномірністю достигання насіння на генеративних пагонах сорго багаторічного [16].

Наведений огляд літературних джерел свідчить про те, що сорго багаторічне є рослиною з високими адаптованими властивостями. Цю культуру в Україні вирощують за науково-обґрунтованою технологією агрозаходів, застосовуючи заздалегідь підготовлені площі. А для отримання стабільної та високої насіннєвої врожайності сорго багаторічного необхідно більш досконало вивчити сортимент культури та удосконалювати насінництво, що і обумовлює актуальність наших досліджень згідно з обраною темою.

Зважаючи на вищенаведену проблематику, ми провели комплексні дослідження з визначення шляхів збільшення потенціалу продуктивності насіння сорго багаторічного.

Метою дослідження є визначення особливостей формування насіннєвої врожайності сорго багаторічного залежно від елементів технології вирощування культури при застосуванні препарату «Агростимулін».

Передбачено виконання таких ***завдань*** *досліду:*

1. Встановити тривалість міжфазних періодів росту і розвитку рослин та вегетаційного періоду сорго багаторічного за варіантами досліду.

2. Визначити мінливість кількісних показників генеративної частини рослин сорго багаторічного в розрізі варіантів досліду.

3. Встановити рівень насіннєвої врожайності сорго багаторічного залежно від застосування препарату.

Матеріал і методика досліджень

Дослід закладено і проведено на колекції «Енергетичних культур» Полтавського державного аграрного університету упродовж 2019–2021 років. Ґрунти дослідної ділянки мали такі характеристики: вміст гумусу – 3,4 %, лужно-гідролізованого азоту – 192,5 мг/кг ґрунту, фосфору – 616,0 мг/кг ґрунту, калію – 775,0 мг/кг ґрунту, кальцію – 12,6 мг/кг ґрунту, магнію – 1,3 мг/кг ґрунту, сірки – 10,1 мг/кг ґрунту, pH сольове становить 7,2.

Погодні умови в роки проведення досліджень були різними. Зафіксовано зміну щомісячної температури повітря й нерівномірність опадів порівняно із середньобагаторічними даними (рис. 1–2).

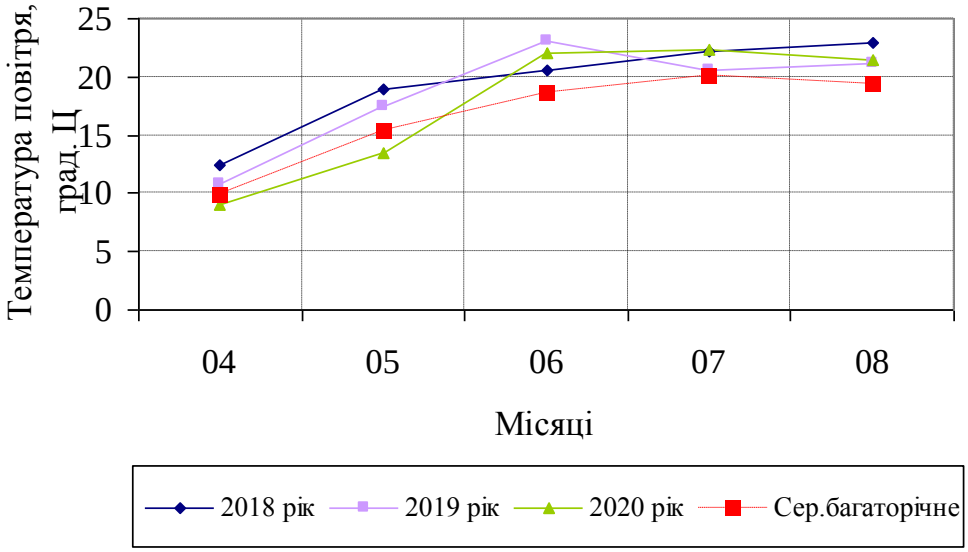


Рис. 1. Температура повітря за період вегетації сорго багаторічного, 2018–2020 рр.

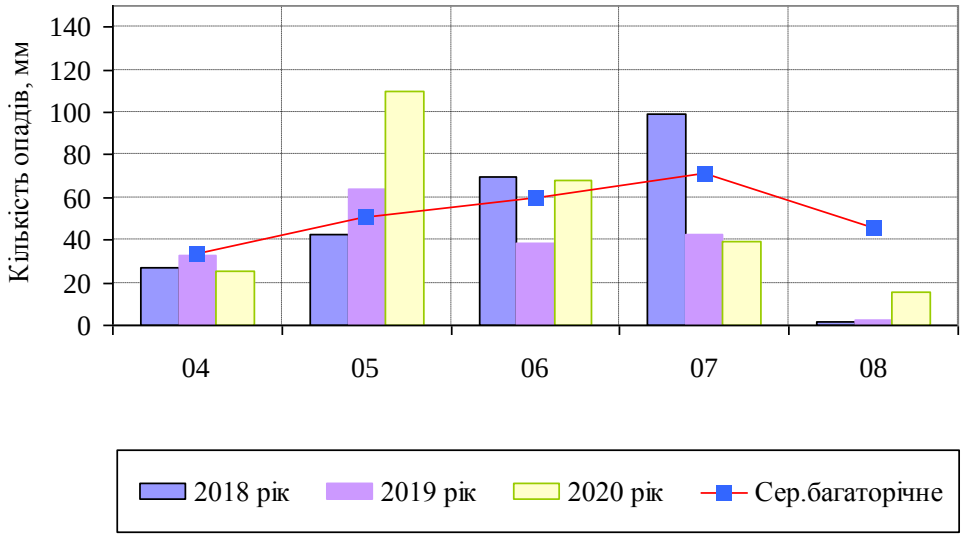


Рис. 2. Кількість опадів за період вегетації сорго багаторічного, 2018–2020 рр.

Середньодобова й середньомісячна температури повітря за роки дослідження відрізнялися від багаторічних показників, а розподіл ефективних опадів протягом року був дуже нерівномірним та малоповторюваним щороку.

Температури повітря збільшувалися за роками дослідження. А от ГТК був мінливим: 2019 року він становив 0,83, 2020 року – 1,0 , а 2021 – 0,6.

Отже, ґрунтово-кліматичні умови за температурним чинником та кількістю опадів, місцем проведення досліджень відповідають біології багаторічних злакових трав.

Дослід закладено й проведено згідно з методикою Б. О. Доспєхова [17] за схемою двофакторного експерименту із рослинами сорго багаторічного (фактор А – рік, фактор Б – застосування препарату «Агростимулін»).

За вивчення сорго багаторічного проводили дослідження в польових умовах на «Колекції енергетичних культур» Полтавського ДАУ. Експеримент здійснено впродовж 2019–2021 рр. (рис. 3).

вар. 1	вар. 2	вар. 3	вар. 1
вар. 2	вар. 3	вар. 1	вар. 2
вар. 4	вар. 4	вар. 2	вар. 4
вар. 3	вар. 1	вар. 4	вар. 3
1 повтор.	*2 повтор.*	*3 повтор.*	*4 повтор.*

Рис. 3. Схематичне зображення варіантів у польовому досліді

Сорт сорго багаторічного, що обраний для дослідження, – Колумбо. Варіанти досліду включали: варіант 1 – контроль (без обробки), варіант 2 – застосування препарату «Агростимуліну» для обробки насіння, варіант 3 – застосування препарату «Агростимуліну» для обробки рослин по вегетації (листкова аплікація), варіант 4 – застосування препарату «Агростимуліну» для обробки насіння та сумісна обробки рослин по вегетації (листкова аплікація).

Облікова площа кожної ділянки становила 1,0 м^2, повторність – чотириразова, що повною мірою відповідає вимогам здійснення насінницьких досліджень із енергетичними культурами. Розміщення ділянок у дослідах було за рендомізованого чергування варіантів у повтореннях.

Польові досліди закладали, проводили та виконували з урахуванням усіх вимог методики агрономічної дослідної справи [18, 19], затверджених методичних рекомендацій, з урахуванням статистичного аналізу отриманих даних у пакеті Statistica 6.0 [20].

Отже, польові досліди із рослинами сорго багаторічного проводилися згідно з усіма вимогами методики дослідної справи. Також під час спостережень, обліків та аналізів застосовано загальноприйняті й затверджені науково-практичні рекомендації.

Результати досліджень та їх обговорення

Упродовж трьох років дослідження (2019–2021 рр.) ми вивчали тривалість міжфазних періодів росту і розвитку рослин сорго багаторічного: сівба – сходи, поява першого листка (с–сх), сходи – кущіння, 5 листків розгорнулося (сх–к), кущіння – вихід у трубку (к–вт), вихід у трубку – формування волоті, з’явлення суцвіття (вт–в), формування волоті – цвітіння (в–ц), цвітіння – достигання насіння (ц–дн), воскова стиглість насіння – повна стиглість (вс–пс), що виявилися досить мінливими за варіантами досліду (рис. 4) і загалом обумовили тривалість вегетаційного періоду культури.

Сходи за сортами та варіантами досліду у рослин сорго багаторічного відмічали у другій декаді травня. Відновлення вегетації рослин щорічно припадало на третю декаду травня. Наступні періоди росту й розвитку рослин сорго проходили нерівномірно та залежали від способу застосування препарату у досліді.

Варіювання періоду сівба–сходи за варіантами досліду була в межах від 12 до 14 діб. Період сходи–кущення був подовжений – від 22 до 24 діб. Від кущення до виходу у трубку минало від 16 до 19 діб, а від викидання волоті до її цвітіння проходив незначний період – від 19 до 20 діб. Проміжок часу від цвітіння до достигання насіння тривав від 27 до 28 діб, а до повної стиглості насіння – 16 діб. Звідси можемо стверджувати, що застосування препарату виявляється на початкових етапах онтогенезу рослин і не має впливу на швидкість достигання насіння у волоті.

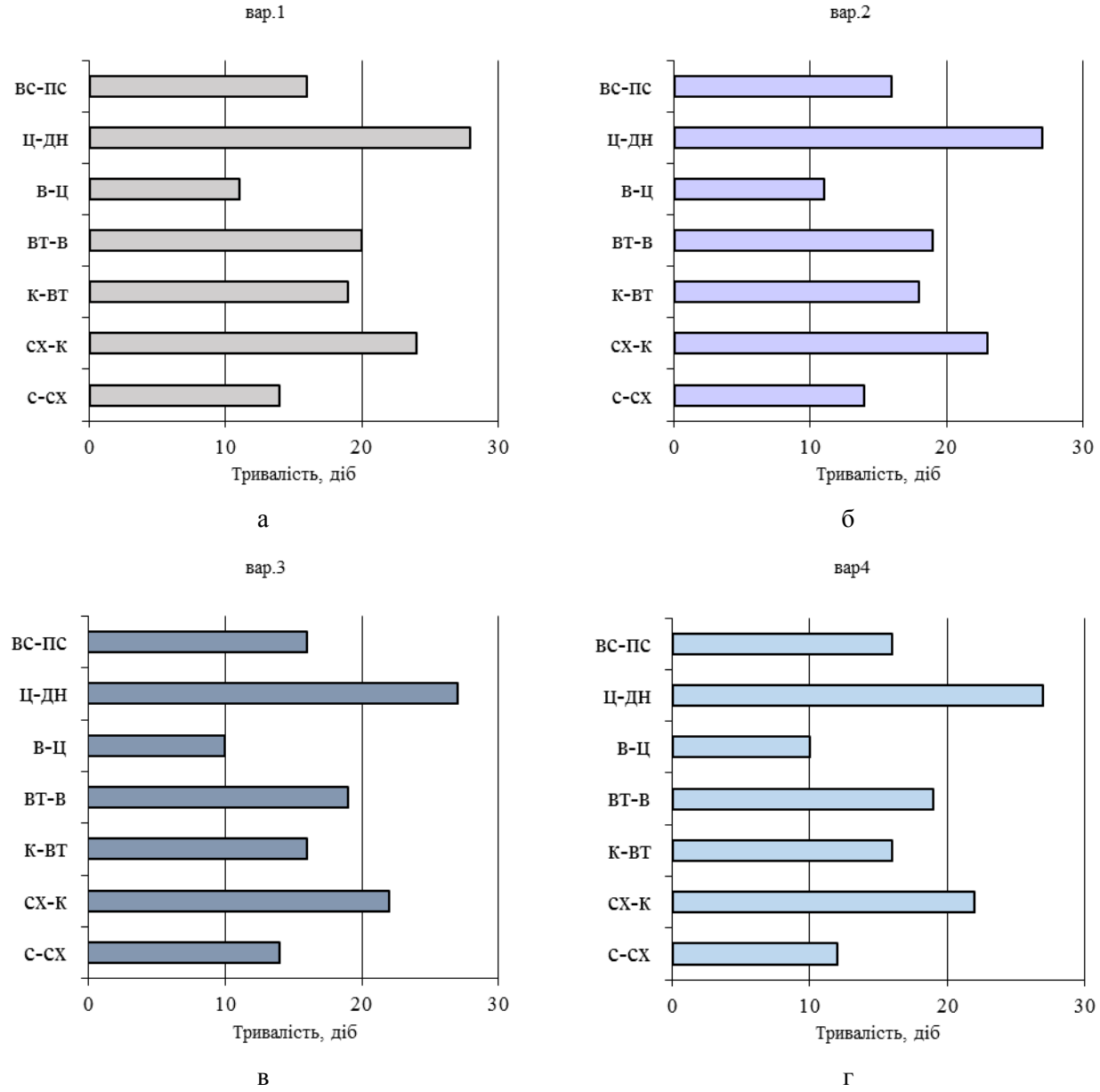


Рис. 4. Тривалість міжфазних періодів сорго багаторічного залежно від варіантів досліду, середнє за 2019–2021 рр.

а – варіант 1 (контроль), б – варіант 2 (застосування Агростимуліну у допосівну підготовку насіння), в – варіант 3 (застосування Агростимуліну у позакореневій обробці посівів), г – варіант 4 (застосування Агростимуліну у допосівну підготовку насіння та при листковій аплікації).

Зміна тривалості міжфазних періодів (сівба–сходи, сходи–кущення, кущення–вихід у трубку) переважно залежали від способу застосування препарату. А от на періоди викидання волоті–цвітіння та цвітіння–достигання насіння варіанти досліду не мали впливу. Водночас загальна тривалість вегетаційного періоду сорго багаторічного змінювалася залежно від досліджуваного чинника: у розрізі варіантів досліду варіювала в межах від 122 до 132 діб. Тобто застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння скорочує цей період на 5 діб, обробка по вегетації рослин – на 6 діб, а сумісне застосування цих заходів – на 10 діб.

Встановлено найбільшу висоту рослин на 3-му варіанті (застосування Агростимуліну у позакореневій обробці посівів), що призводило до незначного вилягання посівів. Також визначено, що рослини сорго на 2-му варіанті досліду (застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку

насіння) і на 4 варіанті (застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння та при листковій аплікації) мали середню висоту стеблостою порівняно із контрольними варіантами досліду (табл. 1).

1. Висота рослин сорго багаторічного (см), 2019–2021 рр.

Варіанти (Фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за варіантами	+ / – до контролю
	2019	2020	2021		
варіант 1 (контр.)	157,8	210,2	311,8	226,6	–
варіант 2	160,2	215,5	312,4	229,4	2,8
варіант 3	175,4	234,7	354,2	254,8	28,2
варіант 4	167,8	221,2	331,2	240,1	13,5
Середнє за роками	165,3	220,4	327,4	237,7	–
$НІР_{05}$ (фактор А)	–	–	–	8,82	
$НІР_{05}$ (фактор Б)	1,32	0,91	0,53	0,51	
$НІР_{05}$ (фактор АБ)	–	–	–	0,90	

Примітка: варіант 1 – контроль, варіант 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння, 3 – застосування «Агростимуліну» в позакореневій обробці посівів, 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння та при листковій аплікації.

Висота стеблостою сорго багаторічного в розрізі років дослідження варіювала від 157,8 до 354,2 см. З кожним роком приріст рослин у висоту збільшувався досить суттєво. На другий рік вегетації порівняно із першим висота рослин збільшилася і варіювала від 210,2 см (варіант 1) до 334,7 см (варіант 3). На третій вегетаційний рік порівняно із другим цей показник відповідно варіантів зріс – до 311,8 см і до 354,2 см. Збільшення висоти рослин третього року вегетації порівняно із першим за варіантами експерименту відповідно становив: варіант 1 – на 154,0 см, варіант 2 – на 152,2 см, варіант 3 – на 178,8 см (найбільше), варіант 4 – на 163,4 см. Це свідчить про те, що препарат «Агростимулін» при позакореневій обробці має більший вплив на зростання висоти рослин, аніж допосівна обробка насіння та комплексне його застосування на рослинах сорго багаторічного.

Також встановлено залежність між кількістю стебел у кущі рослин сорго багаторічного та застосуванням препарату за варіантами досліду (табл. 2).

2. Кількість продуктивних стебел у сорго багаторічного (шт./рослину), 2019–2021 рр.

Варіанти (Фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за варіантами	+ / – до контролю
	2019	2020	2021		
варіант 1 (контр.)	3,2	4,1	5,3	4,2	–
варіант 2	3,5	4,6	5,7	4,6	0,4
варіант 3	3,3	4,2	5,3	4,3	0,1
варіант 4	4,3	5,7	6,6	5,5	1,3
Середнє за роками	3,6	4,7	5,7	4,7	–
$НІР_{05}$ (фактор А)	–	–	–	0,40	
$НІР_{05}$ (фактор Б)	0,15	0,14	0,11	0,14	
$НІР_{05}$ (фактор АБ)	–	–	–	0,13	

Примітка: варіант 1 – контроль, варіант 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння, 3 – застосування «Агростимуліну» в позакореневій обробці посівів, 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння та при листковій аплікації.

У рослин сорго багаторічного варіювання кількості продуктивних стебел у кущі в розрізі років дослідження було в межах – від 3,2 до 6,6 шт./рослину. Цей показник збільшувався досить суттєво в перший рік вегетації – від 3,2 до 4,3 шт./рослину. У другий вегетаційний рік порівняно із першим він зростав й варіював від 4,1 (варіант 1) до 5,7 шт./рослину (варіант 4). У третій вегетаційний рік порівняно із другим цей показник відповідно варіантів зріс – до 5,3 і до 6,6 шт./рослину. Збільшення

кількості стебел на рослину у другий рік вегетації порівняно із першим за варіантами експерименту відповідно становило: варіант 1 – на 0,9, варіант 2 – на 1,1, варіант 3 – на 0,9 та найбільше – на варіанті 4 – на 1,4 шт./рослину. Третій рік порівняно з другим збільшував густоту рослин відповідно варіантів досліду, на: 1,2; 1,1; 1,1 та 0,9 шт./рослину, тобто застосування «Агростимуліну» для обробки насіння та за умови позакореневої аплікації має найбільший вплив на кількість стебел, що формуються у середньому на рослині. Загалом визначено найбільшу кількість стебел на варіантах, де комплексно застосовували «Агростимулін», що характерним є для усіх років дослідження.

Варіювання насіннєвої врожайності сорго багаторічного за роки і в межах варіантів було від 1,1 до 1,9 т/га. Суттєво більші показники були отримані на варіанті 4 в розрізі усіх років проведення експерименту (табл. 3).

3. Урожайність насіння сорго багаторічного (т/га), 2019–2021 рр.

Варіанти (Фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за варіантами	+ / – до контролю
	2019	2020	2021		
варіант 1 (контр.)	1,10	1,20	1,40	1,23	–
варіант 2	1,20	1,30	1,40	1,30	0,07
варіант 3	1,30	1,40	1,60	1,43	0,20
варіант 4	1,50	1,80	1,90	1,73	0,50
Середнє за роками	1,28	1,43	1,58	1,43	–
$НІР_{05}$ (фактор А)	–	–	–	0,15	
$НІР_{05}$ (фактор Б)	0,08	0,09	0,11	0,10	
$НІР_{05}$ (фактор АБ)	–	–	–	0,09	

Примітка: варіант 1 – контроль, варіант 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння, 3 – застосування «Агростимуліну» в позакореневій обробці посівів, 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння та при листковій аплікації.

Варіювання врожайності насіння сорго в перший рік було – від 1,1 до 1,5 т/га. На другий рік – від 1,2 до 1,8 т/га, а на третій – від 1,4 до 1,9 т/га (рис. 5). Найбільше значення за даним показником визначено на варіантах комплексного використання «Агростимуліну» (1,5–1,9 т/га), найнижче – на контролі (1,1–1,4 т/га).

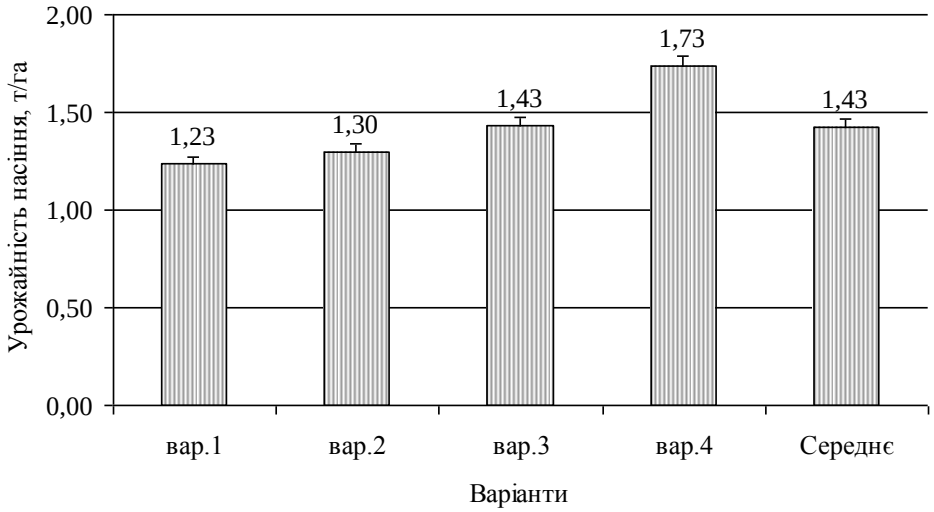


Рис. 5. Загальна врожайність насіння (т/га) сорго багаторічного, середнє за 2019–2021 рр.
Примітка: варіант 1 – контроль, варіант 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння, 3 – застосування «Агростимуліну» в позакореневій обробці посівів, 2 – застосування «Агростимуліну» в допосівну підготовку насіння та при листковій аплікації.

Загалом за роки дослідження на варіантах комплексного застосування Агростимуліну отримали суттєве збільшення врожайності насіння сорго багаторічного (1,7 т/га), що істотно перевищувало контроль на 0,5 т/га.

Встановлено щільний зв'язок середньої сили між висотою та густотою стеблостою, а також взаємовплив цих показників на врожайність насіння сорго багаторічного (рис. 6–9).

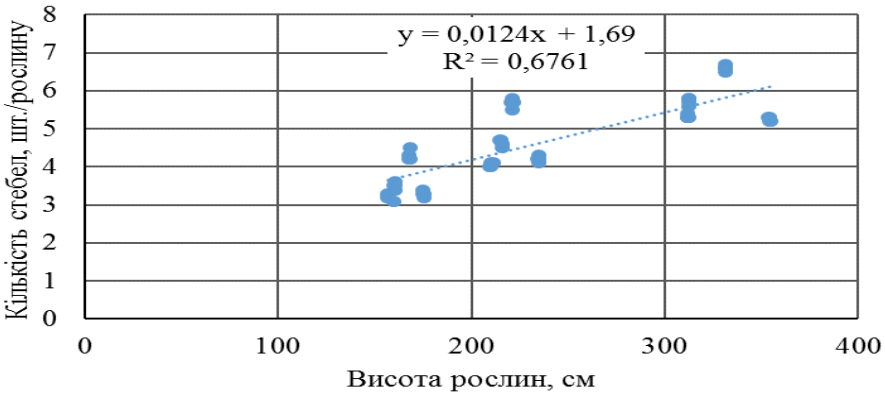


Рис. 6. Залежність між висотою стеблостою та кількістю стебел на рослині сорго багаторічного, 2019–2021 рр.

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

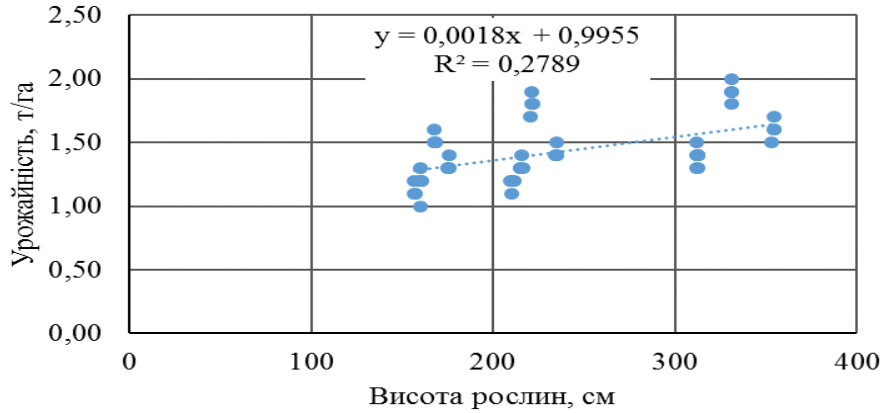


Рис. 7. Залежність між висотою стеблостою та врожайність насіння сорго багаторічного, 2019–2021 рр.

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

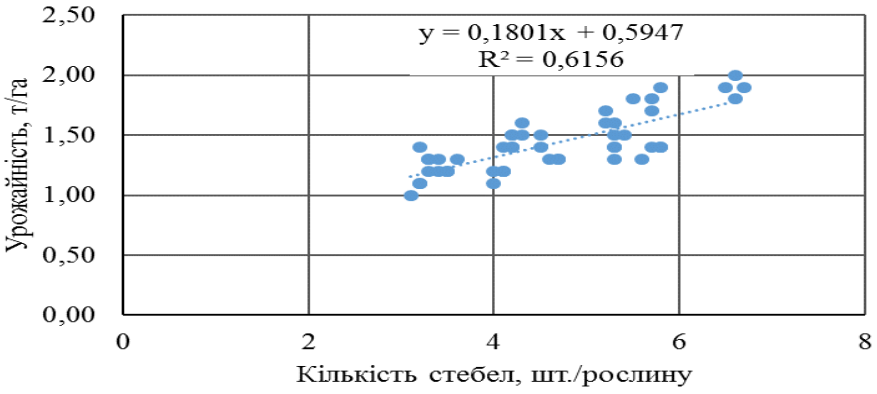


Рис. 8. Залежність між кількістю стебел на рослині та врожайністю насіння сорго багаторічного, 2019–2021 рр.

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

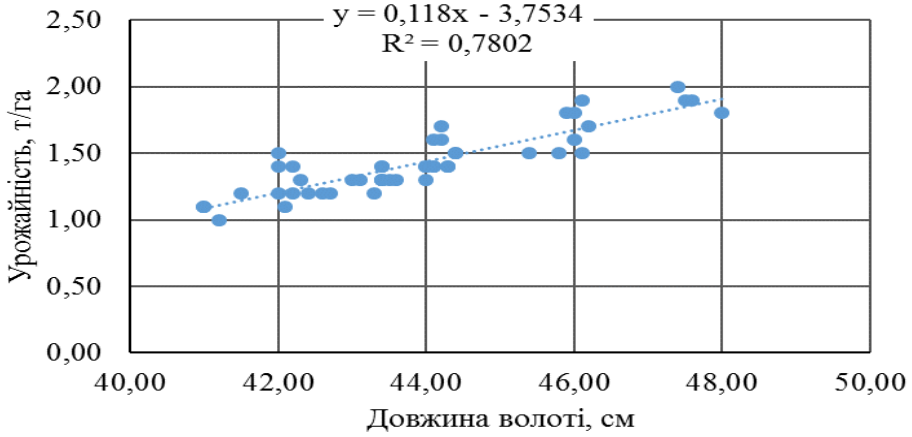


Рис. 9. Залежність між довжиною волоті та врожайністю насіння сорго багаторічного, 2019–2021 рр.

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

Отже, на формування насіннєвої врожайності сорго багаторічного більшою мірою впливатиме середня довжина волоті (R^2 = 0,78) та кількість продуктивних стебел на рослині (R^2 = 0,62), аніж висота стеблостою (R^2 = 0,29).

Висновки

1. Встановлено, що початкові темпи проходження міжфазних періодів росту й розвитку рослин сорго багаторічного скорочуються при застосуванні «Агростимуліну». Тривалість вегетаційного періоду зменшилась на 4 варіанті (при комплексному застосуванні препарату) – на 10 діб (122 доби) на противагу контрольним варіантам (132 доби). Встановлено, що вегетаційний період для варіантів допосівної обробки насіння або лише обробки по вегетації рослин варіював у межах – від 124 до 128 діб.

2. Узагальнюючи результати досліджень, встановлено, що висота рослин сорго багаторічного за роки вирощування варіювала від 165,3 до 327,4 см. У середньому за роки найвищими рослини були на варіантах при застосуванні листкової аплікації рослин (254,8 см). Визначено, що найбільш інтенсивний приріст рослин сорго відбувається у літні місяці (червень–липень).

3. Кількість продуктивних стебел у рослин сорго багаторічного змінювалися як за роками, так і варіантами досліду – від 3,2 до 6,6 шт. на рослину, з найбільшим значенням на варіанті 4 (комплексне застосування препарату).

4. На варіантах комплексного застосування «Агростимуліну» отримали суттєве збільшення врожайності насіння сорго багаторічного (1,7 т/га), що істотно перевищувало контроль на 0,5 т/га та інші варіанти досліду (на 0,1–0,2 т/га). На насіннєву врожайність сорго суттєвий вплив має середня довжина волоті (R^2 = 0,78) та кількість продуктивних стебел на рослині (R^2 = 0,62).

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у з'ясуванні шляхів поліпшення якості насіння соргових культур для збільшення посівної придатності насіннєвого матеріалу.

References

1. Rakhmetov, D. B. (2011). *Teoretychni ta prykladni aspekty introdukciyi roslyn v Ukrayini: monografiya*. Kyiv: Agrar Media Grup [In Ukrainian].

2. Kurylo, V. L., Rakhmetov, D. B., & Kulyk, M. I. (2018). Biolohichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1 (88), 11–17. doi: 10.31210/visnyk2018.01.01 [In Ukrainian].

3. Sivak, E. E., & Volkova, S. N. (2009). Perspektivyi ispolzovaniya netraditsionnoy kulturyi – kolumbovoy travyi dlya zaschityi pochv ot erozii. *Agrarnaya nauka*, 8, 22–30. [In Russian].

4. Shepel, N. A. (1989). *Sorgo – yntensyvnaja kultura*. Simferopol: Tavryja [In Ukrainian].

5. Makarov, L. H. (2006). *Sorgovi kul'tury: monografija*. Kherson, Ajlant [In Ukrainian].

6. Kulyk, M. I. (2016). *Enerhetychni kultury: navchalnyi posibnyk*. Poltava: Astraia [In Ukrainian].

7. Fedorchuk, M. I., Kokovikhin, S. V., & Kalenska, S. M. (2017). *Naukovo-teoretychni zasady ta praktychni aspekty formuvannia ekoloho-bezpechnykh tekhnolohii vyroshchuvannia ta pererobky sorho v stepovii zoni Ukrainy: Monohrafiia*. Kherson [In Ukrainian].

8. Rakhmetov, D. B., & Kozlyk. S. M. (2011). Vplyv strokiv sivby na rist i rozvytok roslyn sorho bahatorichnoho. *Naukovi Naukovi dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia*. Retrived from: https://nd.nubip.edu.ua/2011_4/11rdb.pdf [In Ukrainian].

9. Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2009). *Proso. Osoblyvosti biolohii, fiziolohii, henetyky: monohrafiia.* Instytut tsukrovykh buriakiv, Ukrayins`ka agrarna akademiya nauk. Kyiv: Kolobih [In Ukrainian].

10. Roika, M. V. (red.) (2017). *Tekhnolohii ta tekhnichni zasoby dlia vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv i bioenerhetychnykh kultur: monohrafiia*. Vinnytsia [In Ukrainian].

11. Volkov, S. N., & Sivak, E. E. (2009). Effektivnost introduktsii Kolumbovoy travyi v selskohozyaystvennoe proizvodstvo regionov tsentralnogo Chernozemya. *Vestnik Kurganskoy Selskohozyaystvennoy Akademii*, 5, 56–61. [In Russian].

12. Roik, M. V., Kurylo, V. L., & Humentyk, M. Ya. (2010). Enerhetychni kultury dlia vyrobnytstva biopalyva. *Naukovi Pratsi Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 7 (26), 12–15. [In Ukrainian].

13. Cherenkov, A. V., Shevchenko, M. S., & Dziubetskyi, B. V. (2011). *Sorhovi kultury: tekhnolohiia, vykorystannia, hibrydy ta sorty*. Dnipropetrovsk: TOV «Roial Prynt» [In Ukrainian].

14. Kulyk, M. I., Kurylo, V. L., & Kalinichenko, O. V. (2019). Urozhainist ta enerhetychna efektyvnist vyrobnytstva vidnovliuvanoi roslynnoi syrovyny enerhetychnykh kultur. In: Kulyk, M. I., & Kalinichenko, O. V. (reds.). *Optymalni enerhetychni systemy z urakhuvanniam naiavnoho potentsialu vidnovliuvanykh dzherel enerhii u Lisostepu Ukrainy: kolektyvna monohrafiia*. Poltava. [In Ukrainian].

15. Romanchuk, L. D., Vasyliuk, T. P., & Mozharivska, I. A. (2013). Rist i rozvytok sorho bahatorichnoho v umovakh Polissia Ukrainy. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 2 (1), 3–8. [In Ukrainian].

16. Kovalenko, A. M. (2014). Tekhnolohiia dlia sorho. *Farmer*, 3, 72–74. [In Ukrainian].

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

18. Moiseichenko, V. F., & Yeshchenko, V. O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Vyshcha shkola [In Ukrainian].

19. Tkachyk, S. O. (red.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernobobovykh ta krupianykh na vidminnist, odnoridnist i stabilnist*.Vinnytsia: Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn [In Ukrainian].

20. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica – 6: Metodychni vkazivky*. Kyiv [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 18.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Дьомін Д. Г., Кулик М. І., Михно Ю. В. Реалізація потенціалу насіннєвої продуктивності сорго багаторічного при застосуванні препарату «Агростимулін». *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 13–23.

© Дьомін Дмитро Геннадійович, Кулик Максим Іванович, Михно Юлія 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 635.655:631.5 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.02**

THE EFFECTIVENESS OF USING VYMPEL-2 GROWTH REGULATOR AND COMPLEX MICRO-FERTILIZER ON SOYBEAN SOWN AREAS

O. O. Laslo* ORCID 0000-0002-0101-4442
A. V. Melnychuk

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: oksana.laslo@pdaa.edu.ua

How to Cite

Laslo, O. O., & Melnychuk, A. V. (2021). The effectiveness of using Vympel-2 growth regulator and complex micro-fertilizer on soybean sown areas. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 24–29. doi: 10.31210/visnyk2021.04.02

Numerous researches in agronomic practice on the influence of plant growth regulators and mixtures with micro-fertilizers contribute to a new search for combinations and their application rates to increase soybean productivity and improve grain quality indicators. Studies of this issue highlight the advantages and disadvantages of preparations combinations of both synthetic (chemical) and natural origin and their use on legume crops sown areas. The following drawbacks were detected in mixtures of PPP, micro-fertilizers and herbicides: the inhibition of their action and reduction of phytotoxic effect on weed component. There are much more advantages of using such combinations, as evidenced by numerous research results on this issue, among which the main are the increase in seed germinating power and crop productivity. The article presents data on the peculiarities of the impact of the mixture of Vympel-2 growth regulator and Oracul micro-fertilizer of complex action on Romashka soybean variety productivity. The effectiveness of mixtures varied depending on the methods of their applying, but the most significant was the impact of soybean seed treatment at the rate of Vympel-2 (500 g/t) + Oracul multi-complex (1 l/t) in combination with vegetation treatment with Vympel-2 (500 g/ha) + Oracul multi-complex (1 l/ha), at which the number of soya beans and seed weight on the plant increased by 23 %; 24.9 % in comparison with the control, and the yield – by 26.2 %. The application of only Vympel-2 growth regulator at soybean seed treatment contributed to improving the indicators by 7.7%, 7.4%, and 9.7%. The application of the composition of Vympel-2 (500 g/t) + Oracul multi-complex (1 l/t) for seed treatment allowed to increase the indicators by 15.7 %; 23.2 %; 20.5 % in comparison with the control. However, there was a decrease in the studied indicators for the composition of Vympel-2 (500 g/ha) + Oracle multi-complex (1 l/ha) during vegetation treatment in comparison with the previous variant (seed treatment). The indicators on variant 3 exceeded the control by 14 %; 20.8 %; 19.1 %. It has been established that the use of pre-sowing soybean seed treatment with mixtures of Vympel-2 (500 g/t) + Oracul multi-complex (1 l/t)) in combination with the application of the preparations during the growing season (Vympel-2 (500 g/ha) + Oracul multi-complex (1 l/ha)) favors the increase in crop productivity indicators in comparison with the variants, in which the preparations were applied both separately and in separate phases of soybean plant development. The combination of the preparations and their application in two terms undoubtedly made it possible to disclose the potential of the variety, as evidenced by the increase in crop yields and productivity indicators.

***Key words**: soybean, growth regulator, micro-fertilizer, productivity, yield.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА ВИМПЕЛ–2 ТА КОМПЛЕКСНОГО МІКРОДОБРИВА У ПОСІВАХ СОЇ

О. О. Ласло, А. В. Мельничук
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Численні дослідження агрономічної практики стосовно впливу регуляторів росту рослин та сумішей із мікродобривами сприяють новому пошуку комбінацій, їх норм внесення для підвищення продуктивності сої та покращенню якісних показників зерна. У дослідженнях з цього питання висвітлено переваги і недоліки комбінацій препаратів як синтетичного (хімічного), так і природного походження та їх застосування у посівах бобових культур. З недоліків у сумішах РРР, мікродобрив та гербіцидів виявлено пригнічення дії останніх та зниження фітотоксичного ефекту на бур'яновий компонент. Переваг у разі використання таких комбінацій значно більше, про що свідчать численні результати досліджень, серед яких головними є підвищення схожості насіння та продуктивності посівів. У статті наведені дані особливостей впливу сумішей регулятора росту Вимпел-2 та мікродобрива комплексної дії Оракул на продуктивність сорту сої Ромашка. Ефективність сумішей змінювалась залежно від способів їх використання, але найбільш вагомим був вплив обробки посівного матеріалу сої з нормою витрати Вимпел-2 (500 г/т) + Оракул мультикомплекс (1 л/т) у поєднанні з вегетаційною обробкою Вимпел-2 (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га), при цьому кількість бобів та маса насіння на рослині підвищилася порівняно з контролем на 23 %; 24,9 %, урожайність на 26,2 %. Застосування у варіанті 2 лише регулятора Вимпел–2 при обробці насіння сої сприяло покращенню показників на 7,7 %; 7,4 %; 9,7 %. Застосування для обробки насіння композиції Вимпел-2 (500г/т) + Оракул мультикомплекс (1 л/т) дало змогу підвищити показники порівняно з контролем на 15,7 %; 23,2 %; 20,5 %. Проте відмічено зниження досліджуваних показників за умови композиції Вимпел-2 (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) при вегетаційній обробці порівняно з попереднім варіантом (обробка насіння). На варіанті 3 показники перевищили контроль на 14 %; 20,8 %; 19,1 %. Встановлено, що застосування передпосівної обробки сої сумішами (Вимпел–2 (500 г/т) + Оракул мультикомплекс (1 л/т)) у поєднанні з внесенням препаратів у період вегетації (Вимпел-2 (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га)) сприяє підвищенню показників продуктивності культури порівняно з варіантами, де препарати вносилися як окремо, так і в окремі фази розвитку сої. Комбінування препаратів та внесення їх у два строки безперечно дало можливість розкрити потенціали сорту, про що свідчить збільшення урожайності культури та підвищення показників продуктивності.

Ключові слова: *соя, регулятор росту, мікродобриво, продуктивність, урожайність.*

Вступ

Вивченню технологій вирощування сої приурочено велику кількість наукових праць дослідників, оскільки культура має вагоме значення для розвитку рослинницької галузі в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Багато уваги сьогодні приділено отриманню високоякісного урожаю екологічно безпечної продукції, тому застосування регуляторів росту та мікродобрив у поєднанні з традиційною інокуляцією забезпечує дотримання вимог екологічної безпечності при вирощуванні сої [1–3].

Безперечно, застосування комплексних природно-синтетичних препаратів контактно-системної дії для обробки насіння та вегетуючих рослин на основі поліетиленоксидів та солей гумінових кислот сприяють підвищенню схожості насіння та продуктивності посівів сої [4, 5].

За результатами наукових експериментів використання у рослинницькій практиці регуляторів росту рослин – дієвий і рентабельний засіб підвищення продуктивності культур та підвищення якості отриманої продукції. Спостереження показали ефективність та доцільність застосування при обробці у період вегетації та обробок до посіву.

Практичні результати використання біорегуляторів росту рослин свідчать про їх рентабельність та доступність у технологіях вирощування культур, сприяють підвищенню якості продукції та продуктивності рослин. Окреслено, що сумісне застосування мікроелементів і рістрегуляторів сприяло підвищенню урожайності агрокультур, впливало на адаптивні властивості, підсилювало стресостійкість [6, 7]. Обробка

насіння до сівби захисно-стимулюючими сумішами зменшувала фітотоксичну дію ґрунтових гербіцидів, протруйників, що впливало на прискорений розвиток рослин [8–11].

Із практик застосування композицій регуляторів росту та мікродобрив варто додати інформацію про їхню взаємодію з гербіцидами. Дослідження показали, що поєднання стимулювальних препаратів з гербіцидами знижувало їхню фітотоксичність щодо однорічних бур'янів [3, 12].

Сортові особливості сої різняться фізіологічними проявами на окремих рослинах і бобах, що утворюються на різних плодоносних вузлах. Продуктивність сої здебільшого залежить від використання фізіологічно-активних речовин, серед яких синтетичні і природні органічні речовини, які в мікродозах спричиняють зміни у фізіологічних і біохімічних процесах їх рослин [13–15].

Біорегулятори мають властивості, за яких відбувається регулювання адаптації рослин до несприятливих факторів природного або хімічного походження, до таких належать дефіцит вологи, ураження хворобами і пошкодження шкідниками, токсична дія пестицидів, критичні перепади температур [16, 17].

Останніми десятиріччями на основі інноваційних наукових досягнень із хімії та біології було створено ефективні і водночас безпечні біорегулятори рослин. Застосування рістрегулюючих препаратів у поєднанні з мікродобривами є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів, що впливає на стиглість культур, сприяє покращенню якості продукції, підвищує продуктивність та урожайність сої. Результати численних досліджень свідчать про ефективне поєднання інокулянтів та біорегуляторів росту для передпосівної обробки насіння. Разом із підвищенням урожайності на 8–17 % підтверджено позитивний вплив рістергулюючих речовин на фіксацію азоту бульбочковими бактеріями [1, 18–20].

Метою наших досліджень було виявити вплив РРР Вимпел–2 та Оракул мультикомплекс як у сумішах, так і окремо у різні фази рослин сої на її продуктивність.

Завдання дослідження було визначити вплив препаратів та їхніх сумішей на кількість та масу бобів на рослині й урожайність сої сорту Ромашка.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження ефективності бакових сумішей Оракул мультикомплекс і регулятора росту Вимпел–2 для обробки насіння, обприскування посівів під час вегетації та їх сумісного використання в посівах сої здійснювали у ФГ «Надія» 2021 року.

Вимпел–2: природно-синтетичний засіб контактно-системної дії для обробки рослин у період вегетації та насіння. Властивості: посилює ростові процеси й фотосинтез; регулює транспірацію й інтенсивність мінерального споживання елементів, сприяє рістрегулюючій дії, що впливає на інтенсивність проростання насіння та рослинних органів, посилює засвоєння макро- та мікродобрив із ґрунту.

Оракул мультикомплекс – комплексне універсальне рідке мікродобриво для позакореневого підживлення; забезпечує рослини основними поживними речовинами, необхідними для оптимального росту і розвитку. До складу мікродобрива входять макро- та мікроелементи в хелатних й інших легкодоступних формах; підвищує стійкість рослин до хвороб та стресових ситуацій на 30%; сприяє підвищенню врожайності культур на 15–27 % та покращує показники якості.

Дослідження впливу біорегулятора рослин і мікродобрива в технології вирощування сої проводили за такою схемою:

I–й етап: лабораторні дослідження (схожість, енергія проростання);

II–й етап: польові (передпосівна та вегетаційна обробка).

Ґрунтові умови дослідної ділянки поля містять такі характеристики: чорнозем типовий важкосуглинковий, pH – 5,7; азоту – 159 мг/кг, фосфору – 111 мг/кг, калію – 115 мг/кг. Під передпосівну культивацію вносили N30P30K30. Повторюваність у досліді триразова, площа ділянок 21 м^2.

У досліді висівали *сорт Ромашка* – виробник НААН України, середньостиглий (період вегетації 3...3,5 місяці), рекомендована зона вирощування Полісся, Лісостеп. Насіння сорту стійке до більшості хвороб і шкідників, зокрема, до септоріозу, бактеріозу, стеблової гнилі та вірусної мозаїки, має високий ступінь стійкості до посухи, вилягання і розтріскування бобів, вміст протеїну – 40 %, жиру – 20–22 %.

Агротехніка в дослідах загальноприйнята для зони вирощування, за винятком агрозаходів, які вивчали. Перед сівбою сої насіння на усіх варіантах оброблялося інокулянтом.

При проведенні досліджень погодні умови під час вегетації сої були сприятливими як у весняний (під час сівби), так і в осінній період (при збиранні).

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження впливу регулятора росту рослин Вимпел–2 у поєднанні з Оракул мультикомплекс як окремо по варіантах, так і в композиції сприяло визначенню показників продуктивності сої. Результати досліджень свідчать, що при нанесенні на поверхню посівного матеріалу препаратів як окремо, так і в сумішах спричиняє позитивні зміни для насіння, яке проростає. Основним критерієм ефективності застосування передпосівної обробки насіння сої та підживлення рослин по вегетації композиціями є врожайність.

Для порівняння дієвості композицій препаратів за різних способів використання ми провели польові дослідження 2021 року, результати яких подано в таблиці 1.

1. Вплив композиційних сумішей на продуктивність сої сорту Ромашка, середнє за повтореннями у рік досліджень

Зміст варіантів	Кількість бобів на рослині, шт	Маса насіння на одній рослині, г	Урожайність, ц/га
Контроль (без обробки)	21,4	5,72	19,4
Вимпел–2 500 г/т (обробка насіння)	23,2	6,18	21,5
Вимпел–2 500 г/т + Оракул мультикомплекс 1 л/т (обробка насіння)	25,4	7,45	24,4
Вимпел–2 500 г/га + Оракул мультикомплекс 1 л/га (вегетаційна обробка)	24,9	7,22	24,0
Вимпел–2 500 г/т + Оракул мультикомплекс 1 л/т (обробка насіння) + Вимпел–2 500 г/га + Оракул мультикомплекс 1 л/га (вегетаційна обробка)	27,9	7,62	26.3
$НІР_{0,95}$	1,6	0,16	2,32

Ефективність сумішей змінювалась залежно від способів їх використання, але найбільш вагомим був вплив обробки посівного матеріалу сої з нормою витрати Вимпел–2 (500 г/т) + Оракул мультикомплекс (1 л/т) у поєднанні з вегетаційною обробкою Вимпел–2 (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га), при цьому кількість бобів та маса насіння на рослині підвищилася порівняно з контролем на 23 %; 24,9 %, урожайність на 26,2 %. Застосування у варіанті 2 лише регулятора Вимпел–2 при обробці насіння сої сприяло покращенню показників на 7,7 %; 7,4 %; 9,7 %. Застосування для обробки насіння композиції Вимпел–2 (500 г/т) + Оракул мультикомплекс (1 л/т) дозволило підвищити показники порівняно з контролем на 15,7 %; 23,2 %; 20,5 %. Проте відмічено зниження досліджуваних показників за умови композиції Вимпел–2 (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) при вегетаційній обробці порівняно з попереднім варіантом (обробка насіння). На варіанті 3 показники перевищили контроль на 14 %; 20,8 %; 19,1 %. Так, у разі поєднання способів використання композицій препаратів прослідковується чітко виражений вплив варіанту 4 на продуктивність культури, про це свідчить підвищення урожайності на 26,2 %, тоді як застосування цієї композиції лише для обробки насіння сприяло підвищенню показника на 20,5 %, а обробка вегетуючих рослин сої на 19,1 % порівняно з контролем.

Результати отриманих наукових досліджень виявили вплив біостимулятора Вимпел–2 та мікродобрива Оракул мультикомплекс як у сумішах, так і окремо в різні періоди розвитку рослин сої на її продуктивність, а отримані результати узгоджуються із експериментальними даними дослідників та науковців з цього питання при використанні різних стимуляторів росту та мікродобрив у різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Висновки

Отже, використання прийому із додаткової стимуляції ростових процесів рослин сої у поєднанні із мікродобривами у два строки (насіннєва обробка + обробка вегетаційна) показало досить вагомий ефект – підвищення урожайності відносно контролю на 26,2 %, що дає можливість стверджувати про позитивну дію композицій протягом вегетації культури, та сприяння підвищенню продуктивності.

Перспективи подальших досліджень. Подальшими перспективами досліджень комбінацій регуляторів росту і мікродобрив є їх коригування у нормах внесення та обробки насіння задля більш економічно обґрунтованого результату.

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. Kononenko, V. A., & Suchkova, V. M. (2006). Ukrainska soia nabyraie sylu. *Ahrovisnyk*, 11-12, 26–28. [In Ukrainian].
4. Ohurtsov, Ye. M., & Mikheiev, V. H. (2008). Urozhainist soi zalezhno vid zastosuvannia biolohichnykh preparativ. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriia Roslynnytstvo, Selektsiia i Nasinnytstvo, Plodoovochivnytstvo*, 5, 59–62. [In Ukrainian].
5. Polyakov, O. I., & Nikitenko, O. V. (2011). Formuvannya elementiv produktivnosti ta vrozhajnosti sortiv soyi pid vplivom zastosuvannya biostimulyatoriv rostu. *Naukovo-Tehnichnij Byuleten Institutu Olijnih Kultur NAAN*, 16, 112−116. [In Ukrainian]
6. Kulyk, M. F., Zhmud, O. V., & Babych, A. O. (2000) Do pytannya biologichno aktyvnyx rechovyn soyi. *Visnyk Agrarnoyi Nauky*, 10, 28–33. [In Ukrainian].
7. 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].
8. Gryczayenko, Z. M., & Golodryga, O. V. (2011). Vyroshhuvannya soyi na zerno. Ekonomichna efektyvnist za umov zastosuvannya gerbicydiv i biostymulyatoriv rostu roslyn. *Karantyn i Zaxyst Roslyn*, 11, 11–12. [In Ukrainian].
9. Murach, O. M., & Volkogon, V. V. (2013). Osoblivosti formuvannya simbiotichnogo aparatu soyi ta produktivnist kulturi za vplivu Rizoguminu, mikroelementiv i stimulyatora rostu roslin. *Silskogospodarska Mikrobiologiya*, 18, 87−99. [In Ukrainian].
10. Zayec, S. O., & Netis, V. I. (2016). Efektivnist zastosuvannya biostimulyatoriv ta yih kompleksiv z mikroelementami, na posivah soyi v umovah zroshennya. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 66, 60−62 [In Ukrainian].
11. Kornijchuk, M. S., Polishuk, S. V., Zhmurko, L. G., & Zhitkevich, N. V. (2008). Vpliv regulyatoriv rostu na rozvitok bakterialnih hvorob soyi. *Silskogospodarska Mikrobiologiya*, 7, 138−146. [In Ukrainian].
12. Gutyanskyj, R. A. (2015). Utvorennya soyeyu azotfiksuvalnyx bulbochok za vykorystannya straxovyx gerbicydiv, regulyatora rostu ta mikrodobryva. *Silskogospodarska Mikrobiologiya*, 21, 77–81. [In Ukrainian].
13. Mikheeva, O., Klymenko, I., Mikheev, V., Golovan, L., Dychenko, O., Stankevych, S., Chechui, H., Laslo, O., Chupryn, Y., & Nahorna, S. (2021). The effects of seeding rate and row spacing on the photosynthetic activity of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) *Applied Ecology and Environmental Research*, 19 (5), 4169–4184. doi: 10.15666/aeer/1905_41694184
14. Shepilova, T. P. (2019). Vplyv rehuliatoriv rostu na produktyvnist soi v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 80–84. doi: 10.31210/visnyk2019.03.10 [In Ukrainian].
15. Shepilova, T. P. (2019). Influence of biological preparations on soybean productivity in the northern Steppe of Ukraine. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 94 (1), 255–264. doi: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-255-264
16. Shevnikov, M. Ya. (2010). Efektyvnist vyroshhuvannya soyi v umovax nestijkogo zvolozhennya Lisostepu Ukrayiny. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3,19–23. [In Ukrainian].
17. Tymchuk, V., Tsehmejstruk, M., & Matviiets, V. (2016). Soya in the system of standardized source of raw materials and transfer of integrated techniques. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 94 (2), 42–47. doi: 10.31073/agrovisnyk201602-09
18. Beliavskaya, L. G. (2010). Adaptyvnist sortiv soi Poltavskoi selektsii v umovakh zminy klimatu. *Naukovo-Tekhnichnyi Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*, 15, 33–38. [In Ukrainian].

19. Olifirovych, V. O. (2016). Vplyv biopreparativ na urozhajnist roslyn soyi v umovax pivdennoyi chastyny Lisostepu zaxidnogo. *Kormy i Kormovyrobnycztvo*, 82, 138–140. [In Ukrainian].

20. Bobro, M. A., Ogurcov, Ye. M., & Klimenko, I. V. (2016). Urozhajnist soyi zalezhno vid regulyatoriv rostu i kraplinnogo zroshennya v shidnomu Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 82, 114−119. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 19.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ласло О. О., Мельничук А. В. Ефективність застосування регулятора Вимпел-2 та комплексного мікродобрива у посівах сої. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 24–29.

© Ласло Оксана Олександрівна, Мельничук Анастасія Володимирівна, 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/visnyk2021.04.03**

FORMATION OF SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON SOWING TIME AND PLANT GROWTH REGULATORS

T. P. Shepilova* ORCID 0000-0002-1439-0439
D. I. Petrenko ORCID 0000-0002-3151-8123
S. M. Leshchenko ORCID 0000-0001-9339-4691
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., & Artemenko, D. Yu. (2021). Formation of soybean productivity depending on sowing time and plant growth regulators. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 30–35. doi: 10.31210/visnyk2021.04.03

The increase in soybean production is explained by a significant demand for soya products in many countries. It is possible to realize the genetic potential of modern soybean varieties by studying the issues of varietal growing techniques. An important factor is the sowing time of soybean. It depends on seeds' germinating capacity, the simultaneity of plants' appearance, the conditions of their further growth caused by lighting, water consumption, temperature and other factors that determine crop productivity. The use of growth regulators helps to increase the plant resistance to adverse and changing environmental factors, improves the development of the root system and plant nutrition. The purpose of the research was to identify the influence of sowing time and seed treatment with growth regulators on the productivity of Romashka mid-ripening soybean variety in the Northern Steppe of Ukraine. The task was to determine the influence of sowing dates and growth regulators on seed germinating capacity, leaf- area duration, number of tubercles, formation of yield structure elements. Field research was conducted during 2019–2021 and the experiment was established by the method of split sites. According to the study results, it was found that Dominant growth regulator had a significant impact on seed germination when at sowing on April 20, seed germinating capacity made 84.2 %, that is 3.6% increase in comparison with the control. When sown on May 1, the germinating capacity was higher and amounted to 85.5 %. The largest leaf- area duration of plants and the number of tubercles was formed at seed treatment with Dominant growth regulator at sowing on April 20 – 1,037 cm^2/plant, and 31.2 pcs/plant, which is by 8.5 % and 9.1 % higher than in the control. The transfer of sowing time from the first to the second term resulted in a decrease in the leaf- area duration of one plant by 45 cm^2 on the average, which made 4.5 %. At the first term, soybean plants showed better yield structure indicators. When applying Dominant, the largest number of beans was formed – 25.4 pcs/plant, and seed weight was 5.03 g/plant, which exceeded the control variant by 7.2 and 5.0%, respectively. The highest yield of Romashka mid-ripening variety – 2.06 t/ha was obtained at the first sowing period, on April 20. The postponement of the sowing time to May 1 caused the yield decrease by 0.18 t/ha, or 8.7 %, on the average. Dominant complex preparation turned out to be more effective than other growth regulators, ensuring the highest soybean yields at early sowing – 2.17 t/ha and the yield increase of 0.21 t/ha (10.7 %).

Key words: *soybean, sowing dates, growth regulators, seed germinating capacity, seed weight, number of beans, yield.*

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

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

Зростання обсягів виробництва сої пояснюється значним попитом на соєві продукти в багатьох країнах. Реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів сої можна завдяки вивченню питань сортової агротехніки. Важливе місце посідають строки сівби сої, від яких залежить схожість насіння і одночасність їх появи, умови подальшого росту, що викликано освітленням, водоспоживанням, температурою та іншими факторами, які визначають продуктивність культури. Застосування регуляторів росту допомагає підвищити стійкість рослин до несприятливих та мінливих факторів зовнішнього середовища, покращує розвиток кореневої системи та живлення рослин. Мета досліджень – виявити вплив строків сівби та обробки насіння регуляторами росту на продуктивність середньостиглого сорту сої Ромашка в умовах Північного Степу України. Завдання – визначити вплив строків сівби та регуляторів росту на схожість насіння, площу листкової поверхні, кількість бульбочок, формування елементів структури врожаю. За результатами досліджень було встановлено, що значний вплив на схожість насіння мав регулятор росту Домінант, де у разі сівби 20 квітня схожість насіння становила 84,2 %, збільшення до контролю складало 3,6 %. При сівбі 1 травня схожість була вища і становила 85,5 %. Найбільша площа листкової поверхні рослин та кількість бульбочок утворилась при обробці насіння регулятором росту Домінант, де у разі сівби 20 квітня – 1037 см^2/росл. та 31,2 шт./росл., що більше відносно контролю на 8,5 % та 9,1 %. Перенесення сівби з першого на другий строк призвело до зменшення площі листкової поверхні однієї рослини в середньому на 45 см^2, що складає 4,5 %. В умовах першого строку у рослин сої відмічено кращі показники структури врожаю. При застосуванні препарату Домінант утворилась найбільша кількість бобів – 25,4 шт./росл. та маса насіння – 5,03 г/росл., що перевищувало контрольний варіант на 7,2 та 5,0 % відповідно. Вищий рівень врожаю середньостиглого сорту Ромашка отримали при першому строкові сівби 20 квітня – 2,06 т/га. Перенесення строку сівби на 1 травня обумовило зниження врожайності в середньому на 0,18 т/га, або 8,7 %. З регуляторів росту більшою ефективністю відзначився комплексний препарат Домінант, що забезпечив отримання найвищої врожайності сої при ранній сівбі – 2,17 т/га та прибавку врожаю 0,21 т/га (10,7 %).

Ключові слова: *соя, строки сівби, регулятори росту, схожість насіння, маса насіння, кількість бобів, урожайність.*

Вступ

Соя – важлива бобова культура, яку застосовують у промисловій та харчовій сфері. Її виробництво в багатьох країнах світу та Україні буде зростати і надалі, адже існує постійний попит на соєві продукти та широкі можливості її експорту [1–3].

Нарощування виробництва сої в Україні має відбуватися завдяки максимальній реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів. Сорти української селекції мають безліч переваг, вони високопродуктивні, посухостійкі, адаптовані до наших місцевих умов, генетично не модифіковані, за урожайністю і вмістом білка не поступаються іноземним, а інколи мають певні переваги [2, 4, 5]. Кожен сорт потребує вивчення оптимальних параметрів агротехнічних прийомів, серед яких важливе значення належить строкам сівби та стимуляторам росту, що особливо важливо в умовах зміни клімату [6–8].

Строки сівби залежать від групи стиглості сорту, типу ґрунту, погодних умов. Соя – це культура середніх строків сівби. Зазвичай сівбу починають при нагріванні ґрунту до 8–10 °С на глибині 10 см [9, 10]. Змінюючи строки сівби, можна оптимізувати забезпеченість рослин світлом, вологою, теплом, одночасність сходів, густоту стояння рослин, рівномірне достигання, розмір і якість врожаю [11–13].

Більш ранні строки сівби сприяють подовженню періоду сівба–сходи, насіння має нижчу схожість, щонайбільше уражується хворобами. При запізненні з сівбою ґрунт швидше втрачає необхідну вологу, сходи неодночасні, інтенсивніше заростають бур'янами [4, 14]. За літературними даними, запізнення із сівбою обумовлює зменшення схожості насіння на 10–30 % і більше [5, 15].

Застосування регуляторів росту є важливим компонентом як енергозберігаючих, так і інтенсивних технологій вирощування сої. Вони підвищують стійкість рослин до зміни температури, посушливих умов та інших несприятливих факторів зовнішнього середовища, знижують чутливість до дії ґрунтових гербіцидів, підвищують схожість насіння, посилюють азотфіксуючі властивості та урожайність. Застосовують їх у малих концентраціях на насінні і в посівах [4, 16, 17].

Отже, дослідження строків сівби та регуляторів росту як важливих компонентів технології вирощування потребує детального вивчення в умовах Північного Степу України.

Мета досліджень – вивчити вплив строків сівби та обробки насіння стимуляторами росту на урожайність сорту сої Ромашка в умовах північного Степу України. *Завдання* – виявити вплив строків сівби та стимуляторів росту на схожість насіння, кількість бульбочок, площу листя, структуру врожаю.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. в умовах Північного Степу України. Агротехніка загальноприйнята для зони вирощування. Ґрунт – чорнозем звичайним, середньогумусний, глибокий, важкосуглинковий. Вміст гумусу 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. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації сої 2019 р. становив 0,85, у 2020 р. – 0,58, у 2021 р. – 1,2.

Польовий дослід закладений методом розщеплених ділянок. Фактор А (строки сівби): 1). Перший строк сівби при температурі ґрунту 8–10 °С (20 квітня); 2). Другий строк сівби при температурі ґрунту 10–12 °С (1 травня). Фактор В (регулятори росту): 1). Контроль (без обробки); 2). Екостим 20 мл/т; 3). Домінант 20 мл/т. У контрольному варіанті насіння обприскували водою. Обробку насіння регуляторами росту проводили до сівби згідно зі схемою досліду. Вивчали середньостиглий сорт сої Ромашка. Оригінатор сорту Інститут сільського господарства Степу НААН.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що схожість насіння залежить від погодних умов року, елементів технології вирощування, посівних якостей насіння та обробітку ґрунту [4, 5].

Польова схожість насіння в досліді становила 80,6–85,5 % (табл. 1). При ранній сівбі 20 квітня обробка насіння препаратом Екостим сприяла збільшенню показника до контролю на 0,8 %, обробка препаратом Домінант дала зростання показника на 3,6 %. При другому строкові сівби регулятори збільшували схожість насіння на 1,2 та 2,1 % відповідно.

В інших дослідженнях [18] з вивчення ефективності регулятора росту Біосил встановлено позитивний його вплив на підвищення польової схожості порівняно з контролем на 1,0–4,2 %.

1. Вплив строків сівби та регуляторів росту на схожість насіння та площу листя (2019–2021 рр.)

Строки сівби	Регулятори росту	Польова схожість насіння, %	Площа листя, $см^2$/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.
20.04 (I строк)	Контроль (без обробки)	80,6	956	28,6
	Екостим 20 мл/т	81,4	980	29,1
	Домінант 20 мл/т	84,2	1037	31,2
1.05 (II строк)	Контроль (без обробки)	83,4	926	27,5
	Екостим 20 мл/т	84,6	938	28,3
	Домінант 20 мл/т	85,5	974	29,8

Площа листкової поверхні сої змінюється залежно від строків сівби та інших факторів. Застосування стимуляторів росту забезпечує утворення більшої маси рослин, площі листя і росту індивідуальної продуктивності [5, 15, 19].

У дослідженнях ми визначали вплив строків сівби і стимуляторів росту на площу листкової поверхні сої у фазі цвітіння. Виявлено, що більший вплив на площу листя мало застосування препарату Домінант. При ранній сівбі показник зріс на 81 $см^2$, при сівбі у другий строк – на 48 $см^2$.

Перенесення строку сівби з I на II строк призвело до зниження площі листя рослин від 991 до 946 см^2/росл., або на 4,5 %. Найбільша площа листя рослин сформована у варіанті раннього строку сівби і застосуванні препарата Домінант – 1037 см^2.

Відомо, що інтенсивна азотфіксація бульбочковими бактеріями активно відбувається у фазі цвітіння та утворення бобів. На одній рослині сої бульбочок формується в межах від 20 до 80 і більше [4, 10, 17].

За умови першого строку сівби сформувалось у середньому 29,6 шт. бульбочок, за другого – 28,5 шт. Регулятор росту Домінант сприяв збільшенню числа бульбочок до контролю при сівбі 1 травня на 2,3 шт./росл., при сівбі 20 квітня – на 2,6 шт./росл. Під дією Екостиму приріст був меншим і складав відповідно – 0,8 і 0,5 шт./росл.

У дослідженнях Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва доведено, що під дією регуляторів росту (Агростимулін та Емістим С) різниця за кількістю бульбочок між досліджуваними варіантами та контролем становила відповідно 3,2 та 4,0 шт./рослину [20].

Відомо, що зміна елементів структури врожаю сої залежить від багатьох факторів впливу. Строки сівби здатні забезпечити рослини достатньою кількістю вологи і тепла протягом періоду вегетації. Це актуально для всіх зон, зокрема і для посушливих умов Північного Степу України.

Застосування оптимальних строків сівби і регуляторів росту рослин формує кращі показники насіннєвої продуктивності рослин та кількості бобів. Зокрема в дослідженнях, проведених в умовах Лівобережного Лісостепу України, доведено, що під дією регуляторів росту кількість бобів з однієї рослини збільшувалась відносно контролю на 1,1–1,4 шт./рослину, а маса насіння – на 0,37–0,53 г/рослину [20].

Кількість бобів у досліді складала 22,5–25,4 шт./росл. (табл. 2). Більше їх сформувалось при ранній сівбі, перенесення сівби обумовило їх зменшення на 1,0–1,2 шт./росл. Під дією препарата Домінант кількість бобів до контролю збільшувалась на 1,7 шт. при I строкові сівби і на 1,9 шт. при II строкові сівби, що складає 7,2 і 8,4 % відповідно. Застосування препарата Екостим сприяло збільшенню числа бобів відносно контролю на 0,4 і 0,6 шт. за I і II строку сівби.

2. Вплив строків сівби та регуляторів росту на масу насіння та врожайність (2019–2021 рр.)

Строки сівби (фактор А)	Регулятори росту (фактор В)	Кількість бобів, шт./росл.	Маса насіння з однієї рослини, г/росл.	Урожайність, т/га
20.04 (I строк)	Контроль (без обробки)	23,7	4,79	1,96
	Екостим 20 мл/т	24,1	4,88	2,04
	Домінант 20 мл/т	25,4	5,03	2,17
1.05 (II строк)	Контроль (без обробки)	22,5	4,59	1,82
	Екостим 20 мл/т	23,1	4,66	1,88
	Домінант 20 мл/т	24,4	4,75	1,95
$НІР_{05}$ по фактору А				0,03
$НІР_{05}$ по фактору В				0,04
$НІР_{05}$ по фактору АВ				0,05

Маса насіння з рослини була найменшою у контрольному варіанті при сівбі 1 травня, найбільша при сівбі 20 квітня і обробці насіння препаратом Домінант – 5,03 г. Більша ефективність препаратів помічена при першому строкові сівби, де маса насіння збільшилась відносно контролю на 0,09 г (1,9 %) при обробці насіння препаратом Екостим та на 0,24 г (5,0 %) при обробці насіння препаратом Домінант. При сівбі у другий строк вона збільшилась на 0,07 і 0,16 г, що становить 1,5 і 3,5 % відповідно.

Сучасні регулятори росту мають значний вплив на урожайність сої, що підтверджується дослідженнями Інституту зрошуваного землеробства НААНУ [19], де стимулятор росту Мегафол забезпечив прибавку врожаю 0,31–0,40 т/га. В інших дослідженнях Інституту олійних культур комплексне використання Біосил і Біолан дало прибавку в межах 0,06–0,18 т/га [18]. При використанні регуляторів росту Агростимулін та Емістим С прибавка склала 0,17–0,25 т/га [20].

При першому строкові сівби відмічено більший рівень врожаю 1,96–2,17 т/га, перенесення сівби призвело до зниження врожайності на 0,14–0,22 т/га. Регулятор росту Екостим дав істотну прибавку врожаю при I строкові сівби 0,08 т/га, при II строкові 0,06 т/га, що складає 4,1–3,3 %.

Більш ефективним будо застосування регулятора росту Домінант, прибавка при ранній сівбі становила 0,21 т/га, при другому строкові – 0,13 т/га, або 10,7 та 7,1 % відповідно.

Висновки

Суттєвий вплив на схожість насіння мало застосування регулятора росту Домінант (84,2 %), де у разі сівби 20 квітня схожість насіння зросла порівняно з контролем на 3,6%. При другому строкові сівби схожість була більша і складала 85,5 %. Перенесення сівби з першого на другий строк призвело до зменшення площі листкової поверхні однієї рослини в середньому на 45 см^2, (4,5 %). При обробці насіння регулятором росту Домінант за умови сівби 20 квітня вона була найвища (1037 см^2/росл.) та збільшувалась відносно контролю на 8,5 %, за умови сівби 1 травня – на 5,2 %. Найбільша кількість бульбочок утворилась за умови першого строку сівби у варіанті з препаратом Домінант – 31,2 шт., що вище за контроль на 9,1 %. У разі першого строку сівби рослини мали кращі показники структури врожаю. При використанні препарату Домінант утворилась найбільша кількість бобів – 25,4шт./росл., маса насіння – 5,03 г/росл., що більше за контроль на 7,2 та 5,0 % відповідно. Встановлено, що перший строк сівби 20 квітня забезпечує вищий рівень врожайності середньостиглого сорту сої Ромашка – 2,06 т/га. Перенесення сівби на 1 травня призводить до зниження врожайності на 0,18 т/га (8,7 %). З регуляторів росту більш ефективним виявився комплексний препарат Домінант, що забезпечив найвищу врожайність сої при ранній сівбі – 2,17 т/га та прибавку врожаю до контролю 10,7 %.

Перспективи подальших досліджень. Планується дослідити ефективність інших регуляторів росту на ранньостиглих сортах сої. З метою детального вивчення сортових особливостей дослідити більш пізні строки сівби.

References

1. Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2016). Urozhajnist sortiv soyi zalezhno vid strokiv sivby, norm vysivu ta abiotychnyx umov pivnichnogo Podillya. *Kormy i Kormovyrobnycztvo*, 82, 120–126. [In Ukrainian].

2. Hrytsaienko, Z. M., & Holodryha, O. V. (2011). Vyroshchuvannia soi na zerno. Ekonomichna efektyvnist za umov zastosuvannia herbitsydiv i biostymuliatoriv rostu roslyn. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 5, 11–12. [In Ukrainian].

3. Shovkova, O. V. (2014). Stan vyrobnytstva soi v Ukraini ta v Poltavskii oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 106–110. [In Ukrainian].

4. 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

5. Shepilova, T. P. (2019). Vplyv rehuliatoriv rostu na produktyvnist soi v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 80–84. doi: 10.31210/visnyk2019.03.10 [In Ukrainian].

6. Shevnikov, M. Ya. (2011). Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia soi v umovakh nestiikoho zvolozhennia Lisostepu Ukrainy. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 69, 147–151. [In Ukrainian].

7. Savala, C. E. N., Wiredu, A. N., Okoth, J. O., & Kyei-Boahen, S. (2021). Inoculant, nitrogen and phosphorus improves photosynthesis and water-use efficiency in soybean production. *The Journal of Agricultural Science*, 1–14. doi: doi: 10.1017/S0021859621000617

8. 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

9. 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].

10. Khojely, D. M., Ibrahim, S. E., Sapey, E., & Han, T. (2018). History, current status, and prospects of soybean production and research in sub-Saharan Africa. *Crop Journal*, 6, 226–235. Retrived from: https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900263505.

11. Cheremkha, B. M. (1997). Biostymuliatory rostu roslyn – vplyv na urozhai i yakist produktsii. *Zakhyst Roslyn*, 11, 2–5 [In Ukrainian].

12. Naydenova, G., & Georgieva, N. (2019). Study on seed yield components depending on the duration of vegetation period in soybean. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (1), 49–54. Retrived from: https://www.agrojournal.org/25/01-07.pdf

13. Merkushyna, A. S. (2000). Vykorystannia rehuliatoriv rostu v imuniteti roslyn: *Zbirnyk Naukovykh Prats*. Uman: USHA[In Ukrainian].

14. Popović, V., Miladinović, J., Vidić, M., Vučković, S., Dražić, G., Ikanović, J., Đekić, V., & Filipović, V. (2015). Determining genetic potential and quality components of NS soybean cultivars under different agroecological conditions. *Romanian Agricultural Research*, (32), 35–42.

15. Tsekhmeistruk, M. H., Sheliakin, V. O., Shevnikov, M. Ya., & Lytvynenko, O. S. (2018). Vplyv strokiv sivby na vrozhainist sortiv soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 35–41. doi: 10.31210/visnyk2018.01.05 [In Ukrainian].

16. Kalenska, S. M., Novytska, N. V., & Andriiets, D. V. (2011). Produktyvnist yak intehralnyi pokaznyk zastosuvannia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia soi na chornozemakh typovykh. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 69, 74–78. [In Ukrainian].

17. 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].

18. Polyakov, O. I. & Nikitenko, O. V. (2011). Formuvannya elementiv produktyvnosti ta vrozhajnosti sortiv soyi pid vplyvom zastosuvannya biostymulyatoriv rostu. *Naukovo-Texnichnyj Byuleten Instytutu Olijnyx Kultur NAANU*, 16, 112–116. Retrived from: http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2011/16/Polyakov_16.pdf [In Ukrainian].

19. Zaiets, S. O., & Netis, V. I. (2016). Efektyvnist zastosuvannia biostymuliatoriv ta yikh kompleksiv z mikroelementamy, na posivakh soi v umovakh zroshennia. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 66, 60–62. [In Ukrainian].

20. Turin, Ye. M. (2007). Tekhnolohiia nasinnytstva soi u pivdennomu Stepu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 8, 19–21. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 19.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Артеменко Д. Ю. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та регуляторів росту рослин. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 30–35.

© Шепілова Тамара Петрівна, Петренко Дмитро Іванович, Лещенко Сергій Миколайович, 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 631.528.6:575.224.46 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.04**

WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) MUTATION CHANGES SPECTRUM UNDER GAMMA-RAYS ACTION

O. O. Izhboldin ORCID 0000-0002-8076-7206

Dnipro State Agrarian and Economics University, 25, S. Efremova str., Dnipro, 49600, Ukraine
E-mail: izhboldin.o.o@gmail.com

How to Cite: *Izhboldin, O. O. (2021). Winter wheat (Triticum aestivum L.) mutation changes spectrum under gamma-rays action. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 36–43. doi: 10.31210/visnyk2021.04.04*

The aim of our research was to identify the parameters of mutational activity of different doses of gamma-rays for winter wheat varieties of local breeding according to the spectrum of induced mutational changes in the second-fourth generation. The parameters of the mutational variability spectrum in winter wheat of local breeding varieties (Commertsiyna and Spivanka) in the second-fourth generation were studied. The experiments were conducted in the research fields of the research center of Dnipro State Agrarian and Economic University. The seeds of Spivanka and Commetsiyna varieties, irradiated with gamma-rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy, were used in the experiments. Dry seeds were used as control. It has been established that a positive mutation process is essential for such traits as semi-dwarfism (for certain genotypes) and dwarfism; it has been proved that it is a reliable constant source of using variability for locally bred genetic resources for some economically-valuable traits to obtain modern highly intensive, productive, highly adaptive prospective forms. The regularity of the mutation process in positive directions has been shown, which allows make the process of using this type of variability to obtain new material with the necessary potential, more manageable and reliably prognostic. The expediency of using mainly moderate doses of 100–150 Gy for the local material with a partial possibility of a dose of 200 Gy was proved. Higher mutational activity in terms of the frequency of changes is characteristic for Commertsiyna variety, but for Spivanka the overall level of variability is higher, due to a significant expansion of the range of required changes. The key parameters in the mutational variability of winter wheat are the mutations in stem height, mutations in wax coating, and terms of ripeness. Other variants are medium- and low-probable, but it is worth noting the assessment of variability according to such characteristics as high stem, low stem, semi-dwarf, intensive wax coating, weak wax coating, awned ear, awnless ear, long ear, large ear, sterility, late ripening, early ripening, bushiness, productive, speltoid spike to model the process of activity of mutagenic factors.

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

СПЕКТР МУТАЦІЙНИХ ЗМІН У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ПРИ ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ

О. О. Іжболдін
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Метою наших досліджень було виявити особливості мутаційної активності дії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої місцевої селекції за показниками спектру викликаних мутаційних змін у другому-четвертому поколінні. Досліджено показники спектру мутаційної мінливості у пшениці озимої сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) у другому-четвертому поколінні.

Досліди проводили на дослідних полях навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У дослідах використовували насіння сортів Співанка та Комерційна, опромінене гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль – сухе насіння. Встановлено, що позитивний мутаційний процес є суттєвим для таких ознак, як напівкарликовість (для окремих генотипів) та низькорослість, доведено, що він є надійним постійним джерелом використання мінливості для генетичних ресурсів місцевої селекції для деяких господарсько-цінних ознак для отримання сучасних високоінтенсивних продуктивних, високоадаптивних перспективних форм. Показана регулярність мутаційного процесу в позитивних напрямах, що дає змогу зробити процес використання цього типу мінливості для отримання нового матеріалу з необхідним потенціалом більш керованим та достовірно прогностичним. Доведено доцільність використання для місцевого матеріалу переважно помірних доз 100–150 Гр з частковою можливістю дози 200 Гр. Вища мутаційна активність за показниками частоти змін характерна для сорту Комерційна, але для сорту Співанка, завдяки суттєвому розширенню спектра необхідних змін, загальний рівень мінливості є вищим. Ключовими ознаками в мутаційної мінливості пшениці озимої є мутації за висотою стебла, мутації по восковій поволоці, строкам стиглості. Інші варіанти є середньо- та низькоймовірними, але заслуговує на увагу для моделювання процесу активності мутагенних чинників оцінка мінливості за такими ознаками, як високе стебло, низьке стебло, напівкарлик, інтенсивна воскова поволока, слаба воскова поволока, остистий колос, безостий колос, довгий колос, крупний колос, стерильність, пізньостиглість, ранньостиглість, кущистість, продуктивні, спельтоїдний колос.

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

Вступ

Вплив фізичних мутагенів на рослинні організми зазвичай призводить до виникнення спадкових мутаційних змін, що можуть мати позитивну природу для практичного використання в сільському господарстві. Навіть невелика одноразова дія мутагенами суттєво корегує життєздатність, спадковість організму [3, 10].

Гамма-промені є популярним мутагеном з тих, що використовуються як для мутаційного поліпшення, так і для досліджень із впливу мутагенів на живі організми (зокрема й на модельні об'єкти). Переважна кількість успіхів у отриманні практично-цінних форм сільськогосподарських культур саме завдяки використанню гамма-променів [16], що зважаючи на високу інтенсивність відповідних досліджень, досить широко продовжує використовуватись як у традиційному селекційному поліпшенні, так і для дослідження систем генетичного контролю окремих ознак та отриманню у пшениці форм з принципово новою архітектурою стебла та колосу. Так, уже у XXI сторіччі опроміненням створено 217 сортів: Китай – 93, США – 18, Росія і Ірак – 13, Індія – 10, Бангладеш і Пакистан – 9, В'єтнам – 5, Польща – 2, Японія і Корея – 7. 62,2 % сортів створено в Азії, 11,7 % – у Європі [17].

Деякі дослідники вважають, що краще використовувати високі дози гамма-променів (у діапазоні 200–300 Гр). Існуюча статистика ФАО-МАГАТЕ [19] частково підтверджує цю позицію. Генетичне поліпшення з використанням різних доз гамма-променів досягла успіхів у створенні продуктивних, стійких до хвороб та абіотичних стресів мутантів. Гамма-промені досить часто призводять до різких морфологічних змін у організмів. Саме мутанти, що мають різкі зміни у фенотипі, повинні мати корисні зміни за вмістом цінних біохімічних речовин [18].

Для гамма-променів характерний різкий характер мутацій, висока кількість морфозів та генокопій [19]. Опромінення сухого насіння гамма-променями хоч і не є оптимальним з позиції підвищення мутаційної активності, але більш ефективне з огляду на подальше отримання мутаційного матеріалу, що і встановлено світовою практикою. Збільшення частоти та спектра у разі інших суб'єктів через подальші проблеми є незначним [1, 12].

Дослідження з експериментального мутагенезу зернових культур у Південно-Східній Азії згідно з міжнародними програмами з наукової кооперації призвели до створення понад 30 сортів культурних рослин при застосуванні гамма-променів. Фізичні мутагени застосовуються частіше та ефективніше [19].

Оптимальними вважають дози гамма-променів, за яких схожість насіння становить 70–80 %, а виживання рослин 80–90 %, тобто для гамма-променів опромінення – 100–150 Гр [3]. Вважають, що невисокі дози гамма-променів доволі суттєво змінюють співвідношення та взаємодію різних цінних

ознак у сільськогосподарських культур та загалом підвищують продуктивність, якість, адаптивний потенціал [8, 9]. Результатом є отримання практично-цінних за врожайними якостями, з підвищеним вмістом незамінних амінокислот та мікроелементів мутантних форм. При використанні малих доз гамма-променів в окремі періоди росту та розвитку при утворенні нової ознаки та відповідної дії чинників довкілля мутаційна зміна відбувається як процес формотворення і веде до виникнення стабільних практично-цінних ознак [11].

Метою наших досліджень було виявити особливості мутаційної активності дії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої місцевої селекції за показниками спектру викликаних мутаційних змін у другому-четвертому поколінні.

Ставили такі *завдання* – дослідити показники загальної частоти окремих типів мутацій, наявність їх у спектрі мутацій для пшениці озимої сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) у другому-четвертому поколіннях. Встановити вплив окремих доз гамма-променів на спектр викликаних змін, можливість мутацій за окремими групами, їх загальну ймовірність залежно від генотип-мутагенної взаємодії. Провести аналіз спектру мутаційних змін, виявити його ключові компоненти та можливість створення господарсько- цінних, перспективних форм, впливу на генотипи сортів місцевої селекції та визначити їх перспективність з погляду практичного впровадження застосування мутаційної мінливості.

Матеріали і методи досліджень

Роботи проводили на дослідних полях навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету 2016–2020 рр. Дослідні ділянки мають однорідний покрив, представлений чорноземом звичайним малогумусним вилугуваним середньо-суглинковим на суглинковому лесі. Вміст азоту (за Тюріним) за роки досліджень не перевищує 3–5 мг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 20–30 мг, обмінного калію (за Чириковим) – 20–35 мг на 100 г сухого ґрунту.

Науково-дослідне поле знаходиться у Дніпровському районі Дніпропетровської області, який відноситься до північного недостатньо вологого теплого району. Його кліматичні ресурси характеризуються такими показниками: гідротермічний коефіцієнт >0,9, кількість опадів за вегетаційний період 250–280 мм, річна кількість опадів 450–490 мм, суми температур за період з температурами вище 10 °С близько 2900 °С.

Як матеріал для дослідження були використані такі сорти – Комерційна та Співанка місцевої селекції (Дніпровського державного аграрно-економічного університету) як матеріал, що повністю відповідає умовам регіону (Півночі Степу України). Сухе насіння обробляли гамма-променями в дозах: 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Дози гамма-променів стандартні для спектру опромінення, що застосовується в експериментальному мутагенезі цієї культури для підвищення мінливості вихідного матеріалу [18, 19].

Обробку насіння цих сортів здійснювали на гамма-установці центра з ядерних досліджень та тренувань відділу ядерних технологій для харчових ресурсів ФАО-МАГАТЕ (Австрія, Фрайбург), гамма-променями радіоактивного джерела Со60, потужність установки 0,048 Гр/с.

У другому-третьому поколінні проводили визначення мутацій візуально та за врожайністю в ручних посівах по сім'ях (1–3-рядкові ділянки, міжряддя 0,15 м, довжина рядка 1,5 м), проводили дослідження успадкування, облік продуктивності, структурний аналіз дібраних мутантних ліній (площа ділянки 5–10 м^2, повторність 1–3-х кратна). Частота мутацій обраховувалась як кількість мутантних випадків до загальної кількості сімей у другому поколінні у відсотках, рівень мінливості як кількість змінених ознак на частку мутантних сімей у другому поколінні – кожен мутантний випадок як окреме явище [6, 11].

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

Результати досліджень та їх обговорення

Показники мінливості сімей та ліній у M_{2-4} наведені в таблиці 1 (загальна частота мутацій, кількість змінених ознак, рівень мінливості). У сорту Комерційна частота мутацій варіювала від 8,4 % (гамма-промені, 100 Гр) до 30,0 % (гамма-промені 250 Гр) при контролі 1,2 % (частота спонтанних мутацій). У сорту Співанка від 6,4 % (гамма-промені 100 Гр) до 31,6 % (гамма-промені 250 Гр) при

0,8 % спонтанних мутацій у контролі без обробки. Як видно з темпів зростання частоти мутацій у обох сортів вона відбувається поступово, але загалом у сорту Співанка частота суттєво нижча, ніж у сорту Комерційна, з різким зростанням цього параметру при дозі 250 Гр (майже на 60 % від попереднього рівня) тоді як у сорту Комерційна частота мутацій залишається при дозах 200–250 Гр приблизно на одному рівні та не характеризується піковими збільшеннями.

1. Показники мутабільності пшениці озимої

Варіант	Загальна частота	Кількість типів змінених ознак, шт.	Рівень мінливості
Комерційна, контроль	1,2	4	0,05
Комерційна, 100 Гр	8,4*	21	1,76*
Комерційна, 150 Гр	13,6*	18	2,45*
Комерційна, 200 Гр.	29,2*	15	4,38*
Комерційна, 250 Гр.	30,0*	11	3,30*
Співанка, контроль	0,8	4	0,03
Співанка, 100 Гр	6,4*	24	1,54*
Співанка, 150 Гр	10,8*	28	3,02*
Співанка, 200 Гр.	19,0*	24	4,56*
Співанка, 250 Гр.	31,6*	15	4,74

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

Кількість типів змінених ознак в усьому діапазоні доз вища, навпаки, у сорту Співанка, що характеризує суттєве збагачення спектру мутацій для цього генотипу, тоді як у сорту Комерційна суттєво зростає кількість мутантів для окремих ознак. Але загальний спектр суттєво збіднений. Залежно від конкретного наповнення спектру змін це може означати, що за наявності високого рівня мінливості саме за господарсько-цінними ознаками цей сорт може бути більш перспективним безпосередньо для отримання господарсько-цінних форм, тоді як сорт Співанка більш ефективний при отриманні колекцій генетично-цінних ознак з подальшим використанням для поліпшення шляхом використання комбінативної мінливості. У будь-якому разі у сорту Комерційна кількість типів змінених ознак зменшується при зростанні дози гамма-променів, тоді як у сорту Співанка спектр навпаки розширюється до дози 150 Гр з подальшим спадом у дозах 200–250 Гр.

Рівень мінливості як комплексний показник мутабільності генотипів за рахунок більш широкого спектру вищий у сорту Співанка, причому зростає постійно при підвищенні дози, хоча й не завжди суттєво (доза 250 Гр). Рівень мінливості в контролі незначний, що додатково вказує на спонтанний характер отриманих мутацій.

За спектром дії гамма-променів ідентифіковано 33 типи змінених ознак (що в принципі небагато для дії гамма-променів як мутагену суцільної, не специфічної дії), що були класифіковані за такими групами: ***I. Мутації структури стебла та листя – усі зміни за морфометрією та морфологією стебла та листя.*** 1. Товсте стебло. 2. Тонке стебло. 3. Високостеблові. 4. Низькостеблові. 5. Напівкарлик. 6. Карлик. 7. Інтенсивна воскова поволока. 8. Слаба воскова поволока. ***II. Мутації кольору та структури зерна.*** 9. Крупне зерно. ***III. Мутації кольору та структури колосу.*** 10. Остистий колос. 11. Безостий колос. 12. Довгий колос. 13. Рихлий колос. 14. Циліндричний колос. 15. Веретеноподібний колос. 16. Щільний колос. 17. Крупний колос. 18. Дрібний колос. 19. Напівостистий колос. 20. Ригідний колос. 21. Булавоподібний колос. 22. Загострений колос. 23. Антоціанові ості. ***IV. Змінені фізіологічні ознаки росту та розвитку.*** 24. Стерильність. 25. Ранньостиглість. 26. Пізньостиглість. ***V. Мутації по продуктивності та якості зерна.*** 32. Продуктивні. 33. Кущисті форми. ***VI Системні мутації*** – мутації за межами систематичних ознак, характерних для пшениці м'якої озимої та більш властиві спорідненим формам. 27. Сверхедний колос. 28. Спельтоїдний колос. 29. Субкомпактоїд. 30. Компактоїд. 31. Сферококкоїд.

Аналіз спектра мутацій за окремими групами мінливості для визначення ключових параметрів мутабільності показує, що у сорту Комерційна (таблиця 2) мінливість у контролі незначна та в межах звичайної для сучасного сорту.

2. Показники мінливості по спектру сорту Комерційна

Варіант	Частота та кількість типів змінених ознак по групах (кількість ознак)											
	I (8)		II (1)		III (14)		IV (3)		V (2)		VI (5)	
	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.
контроль	0,6	1	0,0	0	0,4	2	0,2	1	0,0	0	0,0	0
100 Гр	2,8	7	0,0	1	3,2	9	0,40	2	1,6	2	0,0	0
150 Гр	5,3	6	0,0	0	3,6	7	1,8	2	2,0	2	0,9	1
200 Гр	9,2	7	0,0	0	4,2	3	9,2	2	5,8	2	0,8	1
250 Гр	12,5	5	0,0	0	0,0	0	10,0	3	5,0	2	2,5	1

Перша група мутацій характеризується досить високим рівнем мутабільності за спектром, приблизно однаковим для доз 100–200 Гр, відсоток мутацій постійно зростає і за цим показником це найбільш мінлива група за рахунок мутацій по висоті рослин, насамперед, високостеблових та низькорослих, по-друге – за рахунок мутацій по восковій поволоці. Друга група представлена лише однією ознакою з низьким показником кількості мутацій. Третя група доволі високомутабільна, хоча поступається першій. Особливо виділилися мутації за наявністю остей та крупний, дрібний, довгий колос для сорту Комерційна при дозах 100–150 Гр. Четверта група теж доволі високомутабільна, особливо за ознаками пізньо- та ранньостиглості, стерильність є досить рідкісною мутацією, лише у сорту Комерційна при дії дози 250 Гр. П'ята група (господарчо-цінні сім'ї, кущисті та продуктивні) виникають з посередньою ймовірністю, але достатньо часто для отримання необхідної кількості перспективного матеріала. Шоста група (системні мутації) низько варіативна, лише при високих дозах гамма-променів виникають такі типи мутацій, що загалом є характерним для досліджень з експериментального мутагенезу.

Отже, ключовими є дослідження мінливості по першій, третій, четвертій групі (високо- та низькостеблові форми, зміни по восковій поволоці, наявності остей, структурі колоса, строкам стиглості). З точки зору практичного використання потрібно виділити низькостеблові форми, наявність інтенсивної воскової поволоки, ранньостиглі, продуктивні та кущисті форми. Загалом частота по цих типах ознак висока або середня, що робить сорт Комерційна доволі перспективним з огляду на індукції господарчо-цінних форм для прямого використання.

Аналіз мутаційної активності у сорту Співанка (табл. 3) показує доволі високий рівень мінливості по групах.

3. Показники мінливості по спектру Співанка

Варіант	Частота та кількість типів змінених ознак по групах (кількість ознак)											
	I (8)		II (1)		III (14)		IV (3)		V (2)		VI (5)	
	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.
контроль	0,4	2	0,0	0	0,0	0	0,4	2	0,0	0	0,0	0
100 Гр	1,6	7	0,2	1	2,2	11	1,0	2	1,2	2	0,2	1
150 Гр	4,0	8	0,3	1	3,3	12	1,8	3	1,0	2	0,5	2
200 Гр	6,0	6	0,5	1	5,5	9	2,5	3	1,0	2	3,5	3
250 Гр	11,7	7	0,0	0	6,7	3	6,7	1	1,7	1	5,0	3

Перша група мутацій характеризується досить високим рівнем мутабільності за спектром, приблизно однаковим уже для всього діапазону доз для доз 100–250 Гр, відсоток мутацій постійно зростає і за цим показником це теж високомінлива група за рахунок мутацій по висоті рослин (високостеблових та низькорослих, але також підвищується наявність напівкарликів до досить значних масштабів, мутацій по восковій поволоці). Друга група представлена теж однією ознакою з низьким рівнем мінливості. Третя група високоваріативна, особливо при дозах 100–150 Гр (як у попереднього генотипа) та переважає за мінливістю сорт Комерційна через наявність нових типів доволі рідкісних мутацій, що є цікавим лише з точки зору досліджень генетичного контролю ознак. Четверта група знову високомутабільна, особливо за ознаками пізньо- та ранньостиглості, але стерильність вже є більш частою мутацією (Співанка, доза 250 Гр). П'ята група (господарсько-цінні сім'ї, кущисті та продуктивні) виникають з посередньою ймовірністю, але нижче ніж у сорту Комерційна. Шоста група (системні мутації) характеризується більш високим рівнем мутацій, хоча вони й залишаються нечастими, та більш характерні для високих доз гамма-променів.

Отже, для сорту Співанка по першій, третій, четвертій групі висока мутабільність зберігається (високо- та низькостеблові форми, зміни по восковій поволоці, наявності остей, структурі колоса, строкам стиглості), п'ята група суттєво знижується за активністю порівняно з сортом Комерційна. З точки зору практичного використання потрібно виділити низькостеблові форми, наявність інтенсивної воскової поволоки, ранньостиглі, продуктивні та кущисті форми. Загалом частота по цих типах ознак висока або середня, що робить сорт Співанка перспективним, але частота форм, що мають перспективи безпосереднього використання, досить суттєво знижується.

За результатом дискримінатного аналізу (табл. 4, наведені лише значимі ознаки) можна виділити такі ключові ознаки, що є модельними для обох сортів: високостеблові, низькостеблові, напівкарлики, інтенсивна воскова поволока, слаба воскова поволока, остистий колос, безостий колос, довгий колос, крупний колос, стерильність, пізньостиглість, ранньостиглість, кущисті, продуктивні, спельтоїдний колос (єдина системна), загалом 15 ознак з 33-х.

4. Результати дискримінантного аналізу (значимі ознаки)

Ознака в моделі	Лямбда Уїлкса λ	F-критичне (3,02)	p-рівень
високостеблова	0,32	1,96	0,01
низькостеблова	0,25	2,13	0,01
напівкарлик	0,20	2,86	0,02
інтенсивна воскова поволока	0,24	2,22	0,01
слаба воскова поволока	0,19	2,91	0,03
остистий колос	0,18	2,95	0,04
безостий колос	0,18	2,97	0,04
довгий колос	0,18	2,90	0,04
крупний колос	0,18	2,94	0,04
стерильність	0,17	2,99	0,05
пізньостиглість	0,21	2,72	0,02
ранньостиглість	0,18	2,98	0,04
кущисті	0,18	2,94	0,04
продуктивні	0,18	2,94	0,04
спельтоїдний колос	0,17	3,01	0,05

Було проведено аналіз за класифікаційними можливостями по значимим ознакам для окремих генотипів (оскільки безості форми тільки в сорту Співанка, наявність остей є мутацією для сорту Комерційна та для виявлення генотипової специфічності в активності гамма-променів).

5. Класифікаційна матриця за канонічними корнями

Ознака	Відсоток класифікації	
	Комерціна	Співанка
високостеблова	100,0	100,0
низькостеблова	79,0	88,0
напівкарлик	21,0	70,0
інтенсивна воскова поволока	100.0	100.0
слаба воскова поволока	85,0	79,0
остистий колос	73,0	--
безостий колос	--	60,1
довгий колос	70,0	61,0
крупний колос	61,0	58,0
стерильність	33,0	67,0
пізньостиглість	100,0	100,0
ранньостиглість	79,0	76,0
кущисті	67,0	64,0
продуктивні	61,0	58,0
спельтоїдний колос	58,0	67,0
Середня	68,2	72,9

Згідно з наведеними даними випадають з класифікаційної моделі такі ознаки, як напівкарлик та стерильність для сорту Комерційна. Для сорту Співанка класифікаційна значимість усіх ознак зберігається, але з деякими незначними змінами. Загалом можливості моделювання мутаційного процесу для сорту Співанка трохи вищі, але не суттєво.

Найбільшу класифікаційну здатність мають такі ознаки, як мутації по висоті рослин (насамперед, високостеблові), зміни по строках стиглості та восковій поволоці. З них практичне значення мають низькорослі та ранньостиглі мутації.

На відміну від попередніх досліджень [2] показано суттєвість позитивного мутаційного процесу для таких ознак, як напівкарликовість [5] (для окремих генотипів) та низькорослість [8], тобто доведено, що мутаційний процес є надійним постійним джерелом для генетичних ресурсів місцевої селекції [9] на ці ознаки та отримання високоінтенсивних низькорослих форм, з довгим озерненим колосом [7], наявністю ранньостиглості [11] та інтенсивною восковою поволокою [4] (для усунення негативних наслідків посушливих умов) на базі місцевого матеріалу є цілком можливим та регулярним [15].

Показана регулярність мутаційного процесу в позитивних напрямах [15], що дозволяє зробити процес використання цього типу мінливості для отримання нового матеріалу з необхідним потенціалом більш керованим та достовірно прогностичним [20, 21].

На основі отриманого матеріалу можна зробити висновок про доцільність використання для місцевого матеріалу [12, 13] переважно помірних доз 100–150 Гр з частковою можливістю дози 200 Гр [14].

Висновки

Вища мутаційна активність за показниками частоти змін характерна для сорту Комерційна, але для сорту Співанка, завдяки суттєвому розширенню спектру необхідних змін, загальний рівень мінливості є вищим. Перспективним та з високою ймовірністю на базі місцевого матеріалу є отримання високоінтенсивних низькорослих та напівкарликових (сорт Співанка) форм з довгим озерненим головним колосом, посухостійких за рахунок ранньостиглості та наявності якісної воскової поволоки (що характерно для сортів, створених у посушливих регіонах). Високу вірогідність змін при широкому діапазоні доз можна сподіватися отримати за дії на ключові для архітектури рослини ознаки. Перспективним є використання для обох генотипів з огляду на спектр отриманих мутаційних змін доз 100–200 Гр. Ключовими ознаками в мутаційної мінливості пшениці озимої є мутації за висотою стебла, мутації по восковій поволоці, строкам стиглості. Інші варіанти є середньо- та низькоймовірними, але заслуговує на увагу для моделювання процесу активності мутагенних чинників оцінка мінливості за такими ознаками, як високе стебло, низьке стебло, напівкарлик, інтенсивна воскова поволока, слабка воскова поволока, остистий колос, безостий колос, довгий колос, крупний колос, стерильність, пізньостиглість, ранньостиглість, кущистість, продуктивність, спельтоїдний колос.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується дослідження успадкування виявлених ознак у наступних поколіннях, визначення перспективних форм та їх дослідження за показниками врожайності та якості зерна.

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. 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

3. Chen, L., Hao, L., Condon, A. G., & Hu, Y-G. (2014). Exogenous GA3 Application can compensate the morphogenetic effects of the GA-responsive dwarfing gene rht12 in bread wheat. *PLoS ONE*, 9 (1). e86431. doi: 10.1371/journal.pone.0086431

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. Daoura, B., Chen, L., Du, Y., & Hu, Y. (2014). Genetic effects of dwarfing gene *Rht-5* on agronomic traits in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and QTL analysis on its linked traits. *Field Crop Research*, 156 (1), 22–29. doi: 10.1016/j.fcr.2013.10.007

6. Ermias, A., & Dembele, E. (2016). Application of molecular tools in breeding cereal crops for drought tolerance. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(1), 58–66.

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, Lia, 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., 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

14. 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

15. Nazarenko, M, Semenchenko, O., Izhboldi, O., & Hladkikh, Y. (2021) French winter wheat varieties under ukrainian north steppe condition. *Agriculture and Forestry*, 67(2), 89–102. doi: 10.17707/AgricultForest.67.2.07

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*. CABI publishing, Vienna. 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: 19.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Іжболдін О. О. Спектр мутаційних змін у пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) при дії гамма-променів. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 36–43.

© Іжболдін 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 621.237 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.05**

INFLUENCE OF UV RADIATION ON BIOLOGICAL PROPERTIES AND WATER ABSORPTION DURING PRE-SOWING IRRADIATION OF WINTER RAPESEEDS

A. O. Semenov[1*] ORCID 0000-0003-3184-6925
T. V. Sakhno[1,2] ORCID 0000-0001-7049-4657
N. V. Semenova[3] ORCID 0000-0003-4495-7712
V. V. Liashenko[2] ORCID 0000-0003-0177-6209

[1] Poltava University of Economics and Trade, 3, Kovalia str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
[3] Poltava Academy of Sciences of Technological Cybernetics of Ukraine, 3, Kovalia str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: asemen2015@gmail.com

How to Cite

Semenov, A. O., Sakhno, T. V., Semenova, N. V., & Liashenko, V. V. (2021). Influence of UV radiation on biological properties and water absorption during pre-sowing irradiation of winter rapeseeds. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 44–52. doi: 10.31210/visnyk2021.04.05

At present, the studies of physiological and biochemical processes affecting seed germination, plant growth and their resistance to abiotic stresses are becoming topical. This stipulates the necessity of improving seed sowing qualities by improving the techniques of pre-sowing seed treatment using physical methods among which pre-sowing crop seed treatment with ultra-violet irradiation is considered the most effective. Owing to the impact of UV irradiation energy, metabolic processes between the cell and the environment are activated, ensuring quicker access of water and nutrients to the germ strengthening breathing and growth processes and creating favorable conditions for further plant growth and development. The influence of UV radiation of C region (200–280 nm) of Sherpa winter variety rapeseeds in pre-sowing treatment was investigated. In the work, the treatment was conducted with ZW20D15W ultra-violet lamps applying the following doses: 50, 120, 250, 500, 1000 and 3000 J/m^2. Measuring UV-irradiation doses was made by "Tensor-31" radiometer produced at the scientific and production enterprise "Tensor", Ukraine. It has been found that UV radiation has a positive effect on the sowing qualities of rapeseed when irradiated with doses of 120 J/m^2: the germinating energy increased by 15 %, and the germinating capacity – by 11% as compared with the control samples. At irradiation doses of 250, 500, 1,000 and 3,000 J/m^2, the decrease in the seeds sowing qualities is observed. The main parameters of hydration kinetic values were determined: moisture content and hydration rate. The study results have shown that hydro-priming increases the kinetics of water absorption, moreover, the rate of hydration increased sharply in the initial phase and gradually and slowly decreased in the middle and final phases of the hydration procedure. UV-irradiated seeds at a dose of 120 J/m^2 showed faster penetration of water into the seeds and more effective tissue hydration, positively affecting the sowing qualities and biometrics in comparison with higher doses. It has been suggested that UV irradiation of rapeseeds in pre-sowing treatment can reduce excessive imbibition damage, since the germination potential decreases.

Key words: *UV-C irradiation, winter rapeseeds, germinating energy and germinating capacity, hydro-priming, imbibition damage.*

ВПЛИВ УФ-ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ВОДОПОГЛИНАННЯ ПРИ ПЕРЕДПОСІВНОМУ ОПРОМІНЕННІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

***А. О. Семенов*[1], *Т. В. Сахно*[1,2], *Н. В. Семенова*[3], *В. В. Ляшенко*[2]**
[1] Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна
[2] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
[3] Полтавська академія наук технологічної кібернетики України, м. Полтава, Україна

На сьогодні набуває актуальності вивчення фізіологічних і біохімічних процесів, які відповідальні за вплив на проростання насіння, ріст рослин і їх стійкість до абіотичних стресів. Це обумовлює необхідність поліпшення посівних якостей насіння шляхом удосконалення прийомів передпосівної обробки насіння з використанням фізичних методів, серед яких перевага надається передпосівній обробці насіння сільськогосподарських культур ультрафіолетовим випромінюванням. Завдяки впливу енергії ультрафіолетового випромінювання активізуються обмінні процеси між клітиною й навколишнім середовищем, забезпечуючи більш швидкий доступ води та поживних речовин до зародка, підсилюючи дихання та ростові процеси, створюючи сприятливі умови для подальшого росту і розвитку рослин. У статті досліджено вплив УФ-випромінювання області С (200–280 нм) у передпосівній обробці насіння ріпаку озимого сорту Шерпа. В роботі опромінювання здійснювалося ультрафіолетовими лампами ZW20D15W з такими дозами: 50, 120, 250, 500, 1000 і 3000 Дж/м^2. Вимірювання доз УФ-опромінення здійснювали за допомогою радіометра «Тензор-31», виробництва НПФ «Тензор» Україна. Встановлено, що УФ-випромінювання позитивно впливає на посівні якості ріпаку при опроміненні дозами 120 Дж/м^2: енергія проростання зросла на 15 %, а схожість – на 11 % порівняно з контрольними зразками. При дозах опромінення 250, 500, 1000 та 3000 Дж/м^2 спостерігається зниження посівних якостей насіння ріпаку. Були визначені основні параметри кінетичних величин гідратації: вміст вологи та швидкість гідратації. Результати дослідження показали, що гідропраймінг збільшує кінетику поглинання води, причому швидкість гідратації різко зростала в початковій фазі та поступово і повільно знижувалася в середній та завершальній фазах процедури гідратації. УФ-опромінене насіння при дозах 120 Дж/м^2 показало більш швидке проникнення води в насіння і більш ефективну гідратацію тканин, позитивно впливаючи на посівні якості та біометричні показники порівняно з більш високими дозами опромінення. Зроблено припущення, що УФ-опромінення в передпосівній обробці насіння ріпаку здатне зменшити надмірне імбібіційне пошкодження, оскільки потенціал проростання зменшується.

Ключові слова: *УФ-С опромінення, ріпак озимий, енергія та схожість проростання, гідропраймінг, імбібіційне пошкодження.*

Вступ

Одним з ефективних способів підвищення врожайності та якості посівного матеріалу є вплив на насіння культур різними методами праймінгу [1], що застосовуються для поліпшення параметрів проростання насіння та розвитку рослин [2].

Створення високопродуктивних сортів ріпаку озимого дало поштовх до збільшення його виробництва, що призвело до розробки нових і вдосконалення існуючих технологій вирощування продукції високої якості з меншими витратами, що робить її конкурентоспроможною [3].

Відомо, що приплив води до насіння є важливою умовою для початку процесу проростання. Таким чином, поліпшені параметри проростання і зростання можуть бути результатом поліпшеного водопоглинання [4]. Переважною особливістю гідропраймінгу є посилений ріст проростків, який корелює з підвищеним водопоглинанням насіння [5].

Незважаючи на численні дослідження і прогрес, досягнутий останніми роками в розумінні механізмів, що полягають в основі ґрунтування насіння, загальне розуміння фізіологічних і біохімічних процесів, відповідальних за вплив на проростання, ріст рослин і стійкість до абіотичних стресів, залишається все ще недостатньо вивченим.

Для розв’язання цієї проблеми з метою поліпшення посівних якостей насіння вчені та фахівці сільського господарства постійно вдосконалюють прийоми передпосівної обробки насіння з використанням фізичних методів [6, 7]. Перевага серед цих методів надається оптичному

випромінюванню – передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур ультрафіолетовим випроміненням [8, 9]. Під дією енергії ультрафіолетового випромінювання змінюється електричний стан молекул речовини, зокрема молекул клітинних мембран та біоколоїдів. Це сприяє активації обмінних процесів між клітиною й оточуючим середовищем, що актуально для насіння в момент їхнього проростання, оскільки в цьому разі забезпечується більш швидкий доступ води та поживних речовин до зародка, підсилюється дихання та ростові процеси, що створює сприятливі умови для подальшого росту і розвитку рослин [2].

Наприклад, у роботі [10] насіння арахісу і бобів мунг обробляли ультрафіолетовим випромінюванням протягом 0, 5, 10, 15, 20, 30 і 60 хвилин, що покращувало параметри росту. Значне збільшення схожості бобів мунг спостерігалося при обробці насіння протягом 30 хвилин. Проте максимальна довжина сходів, маса пагонів і маса коренів спостерігалися при обробці насіння бобів мунг УФ-С протягом 15 хвилин, тоді як маса коренів збільшувалася, коли насіння обробляли протягом 30 хвилин (площа листя і кількість бульб були максимальними, коли насіння бобів мунг обробляли УФ-С протягом 10 і 30 хвилин відповідно. Автори роботи [11] встановили, що обробка ультрафіолетовим випромінюванням сприяла збільшенню довжини пагонів і маси рослин гороху.

Опромінення сільськогосподарських рослин УФ-С випромінюванням ефективно для поліпшення їх параметрів зростання і зменшення ураження хворобами [12], що впливають на інтенсивність біологічного розвитку. Тому передбачається, що опромінення сільськогосподарських рослин УФ-С випромінюванням ефективно для поліпшення параметрів зростання і зменшення зараженості хворобами. У низці робіт відзначається, що ультрафіолетове випромінювання смертельно для бактерій, вірусів, спор цвілі, дріжджів і водоростей, але дози, необхідні для інактивації мікробних спор, значно відрізняються [13].

Як показав аналіз літературних джерел [8, 10–13], автори не завжди наводять інформацію щодо параметрів проведення експерименту. Проте встановлено, що при передпосівному УФ-опромінюванні насіння величина енергії, спектральний склад, час обробки є різними для кожної культури, тому вибір режиму опромінення вимагає детального дослідження та диференційованого підходу.

Мета дослідження: оцінити вплив ультрафіолетового випромінювання різними дозами (0, 50, 120, 250, 500, 1000 та 3000 Дж/м^2) на біологічні властивості та водопоглинання в передпосівній обробці насіння ріпаку озимого.

Завдання дослідження: визначити та проаналізувати вплив обробки насіння ріпаку озимого сорту Шерпа УФ-випромінювання області С (200–280 нм) різними дозами 0, 50, 120, 250, 500, 1000 та 3000 Дж/м^2; визначити залежність водопоглинання від часу тими ж дозами опромінення; дослідити залежність зміни швидкості гідратації залежно від часу гідратації при зазначених дозах опромінення.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили з насінням ріпаку озимого сорту Шерпа врожаю 2020 року.

У роботі використані ультрафіолетові лампи ZW20D15W зі спектром випромінювання в області С (200–280 нм) [14, 15]. Опромінювання здійснювали такими дозами: 50, 120, 250, 500, 1000 і 3000 Дж/м^2. Вимірювання доз УФ-опромінення здійснювали за допомогою радіометра «Тензор-31» виробництва НПФ «Тензор» Україна.

Схожість насіння контрольних (без опромінення) та опромінених зразків визначали шляхом пророщування 4 проб по 50 насінин у чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері згідно зі стандартом ISTA [16].

Для визначення вмісту вологи (гідратації) зразки насіння ріпаку в кількості 10 ± 0,5 г замочували у 200 мл дистильованої води при кожному значенні дози УФ-опромінення. Замочені зразки виймали з води з інтервалом у півгодини та година. Зразки поміщали на адсорбуючий папір для усунення зайвої води, а потім зважували за допомогою прецизійних електронних ваг TM Radwag, моделі WLC 0,2 з точністю 0,001 г. Відповідно, вміст вологи MC та швидкість гідратації HR розраховували, виходячи з наступних рівнянь [17]:

$$MC = \left(\frac{W_f - W_i}{W_i} \right) \times 100\,\% \qquad (1)$$

$$HR = \frac{MC_{(t+\Delta t)} - MC_{(t)}}{\Delta t}, \quad (2)$$

де MC – вміст вологи (%), W_f – маса вологого зерна рапса (г), W_i – початкова маса зерна рапса (г); Δt – проміжок часу; $MC_{(t)}$ – вміст вологи в момент часу t (г), $MC_{(t+\Delta t)}$ – вміст вологи за проміжок часу (t+Δt) (г).

При кожному значенні дози УФ-опромінювання проводили процедуру гідратації, яка тривала 12 год. На цьому етапі визначали зміну ваги і відповідно вміст насиченої вологи у зразку. З метою зменшення похибки вимірювання показників гідратації дослідження проводили у триразовому повторенні.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження впливу ультрафіолетового випромінювання області С (200–280 нм) на насіння ріпаку сорту Шерпа різними дозами 0, 50, 120, 250, 500, 1000 та 3000 Дж/м^2. Після обробки насіння ріпаку різними дозами були відзначені позитивні зміни: збільшення енергії проростання, схожості та маси проростків. Результати дослідження наведені в табл. 1.

1. Вплив УФ-випромінення на посівні якості насіння озимого ріпаку

Доза опромінення, Дж/м^2	Енергія проростання, %	Схожість, %	Маса проростків на 7-й день, г
Контроль	70,0	85,0	1,67
50	75,7	86,1	1,76
120	80,8	94,4	1,92
250	77,3	82,2	1,62
500	69,8	73,1	1,53
1000	66,1	69,4	1,44
3000	57,0	63,2	1,36

Низькі дози (50 Дж/м^2) малоефективні та не виявляли значного впливу на енергію проростання та схожість насіння ріпаку озимого [14]. При дозі опромінювання 120 Дж/м^2 отримані такі результати: енергія проростання зростала на 15 % порівняно з контрольними зразками, схожість – у середньому на 11 %. При дозах 250 та 500 Дж/м^2 спостерігається зниження посівних якостей насіння ріпаку. При більш високих дозах УФ-опромінення 1000 Дж/м^2 і 3000 Дж/м^2 енергія проростання та схожість зменшилася в середньому на 20±2 % порівняно з контрольними зразками.

Більшість авторів вплив передпосівної обробки насіння сільгоспкультур визначають за біологічними властивостями під час проростання, росту та досліджують гідратаційні характеристики, що впливають на біологічні показники продукції [19].

Як правило, для вивчення кінетики гідратації використовують різні математичні моделі [18]. Наприклад, у роботі [20] показана можливість використання нейронних моделей для прогнозування врожайності озимого ріпаку на практиці на основі кількісних і якісних даних.

Оскільки вода відіграє вирішальну роль у проростанні, однією з цілей цього дослідження було вивчити взаємозв'язок біологічних властивостей опроміненого насіння ріпаку з гідратаційними характеристиками насіння під час проростання.

Для встановлення закономірностей залежності водопоглинання проаналізуємо основні залежності кінетичних величин гідратації насіння ріпаку залежно від дози УФ-опромінювання.

На рис. 1. представлена кінетика поглинання води УФ-С опроміненим та контрольним насінням залежно від часу при різних дозах опромінення.

Вміст вологи збільшується зі збільшенням часу гідратації. Також було виявлено, що водопоглинання з часом зменшується зі збільшенням часу гідратації та дози опромінення. Швидкість гідратації різко зростала в початковій фазі та поступово і повільно зменшувалась у середній та завершальній фазах процедури гідратації, поки не досягнула вмісту насиченої вологи.

Рис. 1. Залежність водопоглинання від часу при дозах опромінення: 0 – без опромінення; 120, 500, 1000 і 3000 Дж/м^2

Гідратація насіння була найбільш швидкою в перші дві години набухання і почала помітно сповільнюватися після 6-ї години як для контрольного, так і для УФ-С опроміненого насіння. Проте УФ-С опромінене насіння при дозі 120 Дж/м^2 показало більш високу швидкість поглинання води, ніж контрольне, як на ранніх, так і на більш пізніх етапах. Для опроміненого (ґрунтованого) насіння при дозах 120 Дж/м^2 кількість води, що адсорбувала через 1 годину та 10 годин просочування, була вищою порівняно з неопроміненим на 4,1 % та 4 %, відповідно. При більших дозах опромінення водопоглинання зменшується.

Результати цього дослідження показали, що УФ-С-опромінення збільшує кінетику поглинання води тільки при певних дозах опромінення.

На рис. 2 і рис. 3 представлені залежності зміни швидкості гідратації залежно від часу гідратації або вмісту вологи на основі кращого прогнозу моделі штучної нейронної мережі (ШНМ) [21].

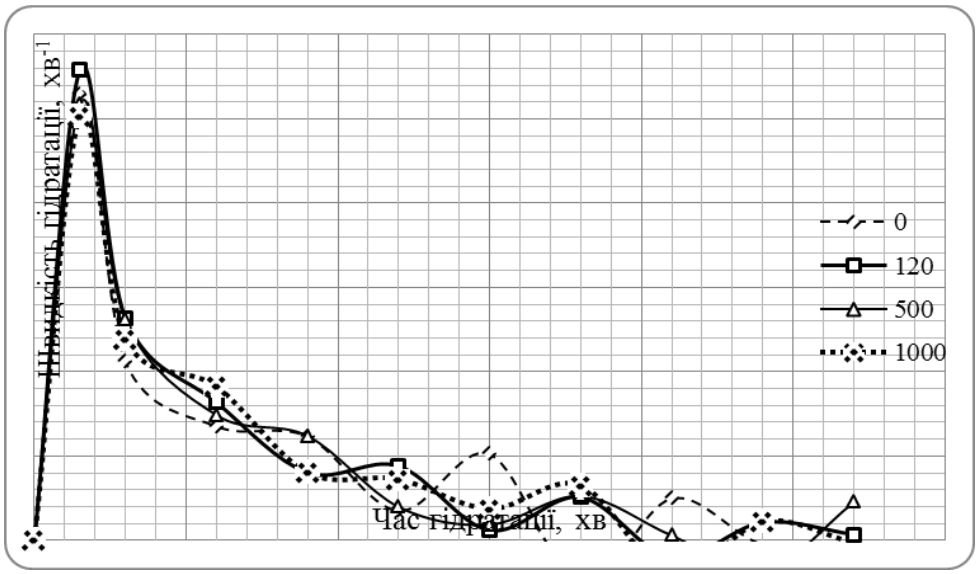


Рис. 2. Залежність зміни швидкості гідратації залежно від часу гідратації при дозах опромінення: 0 – без опромінення; 120 Дж/м^2, 500 Дж/м^2 та 1000 Дж/м^2

Результати цього дослідження показали, що УФ-С опромінення значно змінює кінетику поглинання води насінням B. Napus. УФ-С випромінювання при певних дозах опромінення здатне викликати більш швидке проникнення води в насіння і більш ефективну гідратацію тканин. При

певних дозах УФ-С опромінення збільшує не тільки швидкість поглинання води, але і кількість поглиненої води на перших етапах водопоглинання. Відмінності між опроміненим і неопроміненим насінням було видно після перших 15 хвилин набухання. Послідовне збільшення вмісту води до певних порогових значень під час набубнявіння поступово задіє різні типи біохімічних і клітинних процесів, і як наслідок, зміну швидкості протікання набубнявіння під впливом УФ радіації у проростаючому насінні.

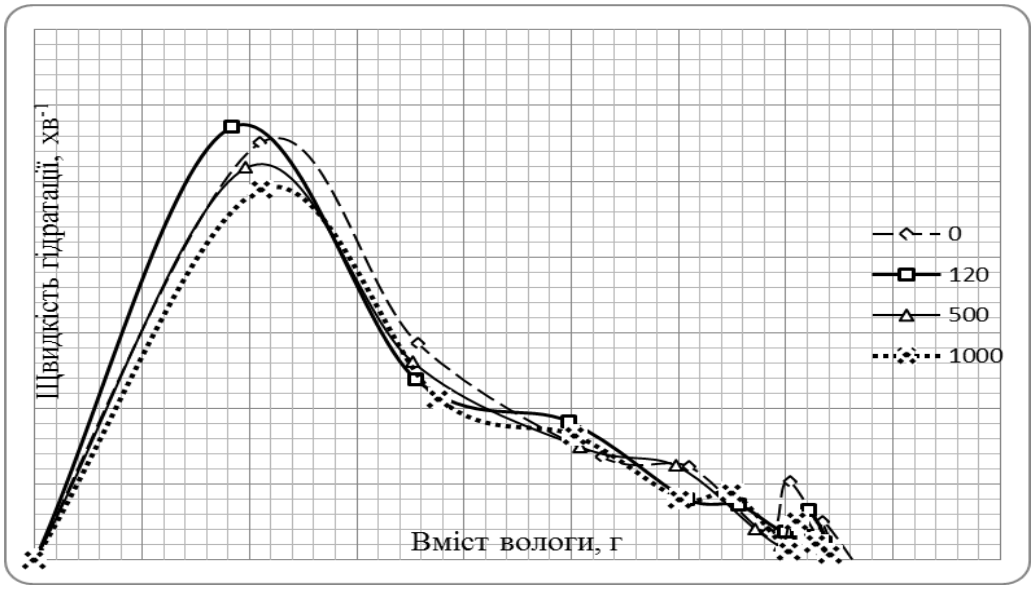


Рис. 3. Залежність зміни швидкості гідратації залежно від вмісту вологи при дозах опромінення: 0 – без опромінення; 120 Дж/м^2, 500 Дж/м^2 та 1000 Дж/м^2

Ці результати підтверджуються нещодавніми дослідження [20], де за допомогою магнітно-резонансної томографії (MIR) встановили, що точкою входу води в насіння ріпаку (B. napus) є невелика ділянка насінної оболонки, що підтверджують попередні спостереження, отримані для інших видів рослин [22]. Це дослідження також показало, що у ріпаку (B. napus) набубнявіння ембріона є неоднорідним процесом, який починається з гідратації корінця, спричиняючи регідратацію інших частин ембріона. Крім того, були виявлені фактори, що потенційно впливають на гідратацію при проростанні ґрунтованого насіння. Було показано, що УФ-С-опромінення (I) змінює мікроструктурні особливості насінної оболонки, наприклад, призводить до утворення мікротріщин, (II) змінює внутрішню структуру насіння за рахунок утворення додаткових пустот у насінні, (III) збільшує вакуолізацію клітин сім'ядолі.

Перша фізіологічна активність, відновлювальна через поглинання води, – це дихання і метаболізм амінокислот [23, 24]. У *B. napus* відновлення дихання починається в ендоспермі і поширюється відповідно до маршруту розподілу води всередині проростаючого насіння [21]. Підготовка зародка до появи залежить від вмісту води, тому ймовірно, що швидка і більш ефективна гідратація ембріональних тканин, викликана УФ-С опроміненням, може призвести до скорочення часу проростання. УФ-опромінене насіння B. napus проростає майже вдвічі швидше і рівномірніше, ніж неопромінене насіння. Ці результати узгоджуються з результатами низки робіт [25, 26], де показано, що УФ-опромінення сприяє проростанню насіння B. napus як в оптимальних умовах, так і в умовах стресу.

Слід зазначити, що поліпшене водопоглинання під час проростання після УФ-С опромінення не можна розглядати як єдиний фактор, відповідальний за посилене проростання опроміненого насіння. Було виявлено, що однією з причин, відповідальних за швидке проростання ґрунтованого насіння, є ініціювання процесів, пов'язаних із проростанням під час попередньої гідратації [4], що дозволяє грунтуваному насінню досягти більш високого метаболічного стану до початку проростання.

Збільшення енергії проростання при УФ-С опроміненні насіння є результатом багатьох механізмів, спричинених опроміненням, включаючи ефективне водопоглинання, яке, безумовно, вносить значний вклад у цей ефект. З іншого боку, результати інших робіт [27] показують, що

гідромопраймування насіння томатів призводить до зменшення водопоглинання під час I фази проростання, ніж контрольне насіння.

Автори [4] визначили ці зміни як потенційні причини спостережуваного поліпшення проростання УФ-опроміненого насіння при певних дозах, що дозволяє знизити раннє імбібіційне пошкодження і поліпшити реорганізацію мембран. Дійсно, надмірно швидке початкове поглинання води може призвести до так званого імбібіційного пошкодження насіння, яке насамперед проявляється в порушенні структурної цілісності мембран і призводить до витоку розчинного клітинного вмісту [28]. Зв'язок між швидкістю гідратації та виникненням імбібіційного пошкодження підтверджений на насінні різних видів [29, 30].

Результати цього дослідження показали, що поглинання води УФ-опроміненим насінням ріпаку спричиняє надмірне імбібіційне пошкодження при більш великих дозах УФ-опромінення, оскільки потенціал проростання зменшується, а при малих дозах опромінення, навпаки – поліпшується [31].

Висновки

Експериментальні дослідження свідчать про позитивній вплив УФ-опромінення в передпосівній обробці насіння ріпаку при малих дозах опромінення на його посівні якості та біометричні показники при опроміненні в області С (200–280 нм). При УФ-опроміненні насіння ріпаку сорту Шерпа дозами 120 Дж/м^2 енергія проростання зростала на 15 % порівняно з контрольними зразками, а схожість – у середньому на 11 %. При дозах 250, 500, 1000 і 3000 Дж/м^2 спостерігається зниження посівних якостей насіння ріпаку.

УФ-С опромінення змінює кінетику поглинання води насінням ріпаку, викликаючи більш швидке проникнення води в насіння і більш ефективну гідратацію тканин, позитивно впливаючи на посівні якості та біометричні показники. Аналіз результатів показав, що швидкість гідратації насіння різко зростала у початковій фазі та поступово і повільно зменшувалась у середній та завершальній фазах процедури гідратації, поки не досягнула вмісту насиченої вологи. Опромінене насіння при дозі 120 Дж/м^2 показало більш високу швидкість поглинання води, ніж контрольне, як на ранніх, так і на більш пізніх етапах водопоглинання. При збільшенні дози УФ-опромінення поглинання води зменшилося в усьому діапазоні УФ-опромінення.

Передпосівна обробка насіння УФ-опроміненням збільшує швидкість гідратації при малих дозах опромінення, позитивно впливаючи на посівні якості та біометричні показники, а при зростанні доз опромінення – зменшується.

Поглинання води УФ-опроміненим насінням ріпаку спричиняє надмірне імбібіційне пошкодження при більш великих дозах УФ-опромінення, оскільки потенціал проростання зменшується.

References

1. Rehman, H. ur, Nawaz, Q., Basra, S. M. A., & ul-Hassan, F. (2014). Seed priming influence on early crop growth, phenological development and yield performance of Linola (Linum usitatissimum L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 13 (5), 990–996. doi: 10.1016/S2095-3119(13)60521-3

2. Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, Ł., Kubala, S. Z., Roberta, P., & Lechowska, K. (2016). Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique. In Araujo, S., & Balestrazzi, A. (eds). *New challenges in seed biology – basic and translational research driving seed technology chapter: 1*. London: IntechOpen.

3. Fu, D.-hui, Jiang, L.-Y., Mason, A. S., Xiao, M.-li, Zhu, L.-rong, Li, L.-zhi, Zhou, Q.-hong, Shen, C.-Jian, & Huang, C.-hui. (2016). Research progress and strategies for multifunctional rapeseed: A case study of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 15 (8), 1673–1684. doi: 10.1016/S2095-3119(16)61384-9

4. Lechowska, K., Kubala, S., Wojtyla, L., Nowaczyk, G., Quinet, M., Lutts, S., & Garnczarska M. (2019). New insight on water status in germinating Brassica napus seeds in relation to priming-improved germination. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (3), 540. doi: 10.3390/ijms20030540

5. Yagmur, M., & Kaydan, D. (2008). Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African Journal of Biotechnology*, 7 (13), 2156–2162.

6. Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, R., & Ali, H. (2018). Gamma irradiation i: effect on germination and general growth characteristics of plants – a review. *Pakistan Journal of Botany*, 50 (6), 2449–2453.

7. De Souza, A., García, D., Sueiro, L., & Gilart, F. (2014). Improvement of the seed germination, growth and yield of onion plants by extremely low frequencynon-uniform magnetic fields. *Scientia Horticulturae*, 176, 63–69. doi: 10.1016/j.scienta.2014.06.034

8. Sharma, R., Pandey, S. T., Verma, O., Srivastava, R. C., & Guru, S. K. (2020). Physiological seedling vigour parameters of wheat as influenced by different seed invigoration techniques. *International Journal of Chemical Studies*, 8 (1), 1549–1552. doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i1v.8479

9. Marenych, V., Semenov, A., Sakhno, T., & Barashkov, N. (2021). American Chemical Society ASC FALL 2021 «Resilience of Chemistry», august 22–26.

10. Siddiqui, A., Dawar, S., Javed, Z. M., & Hamid, N. (2011). Role of ultra violet (UV-C) radiation in the control of root infecting fungi on groundnut and mung bean. *Pakistan Journal of Botany*, 43 (4), 2221–2224.

11. Shiozaki, N., Hattori, I., & Tezuka, T. (1999). Activation of growth nodulation in a symbiotic system between pea plants and leguminous bacteria by near UV radiations. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 50 (1), 33–37.

12. Brown, J. E., Lu, T. Y., Stevens, C., Khan, V. A., Lu, J. Y., Wilson, C. L., Collins, D. J., Wilson, M. A., Igwegbe, E. C. K., Chalutz, E., & Droby, S. (2001). The effect of low dose ultraviolet Light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (Xanthomonas campestris pv. campestris). *Crop Protection*, 20 (10), 873–883. doi: 10.1016/S0261-2194(01)00037-0

13. Hijnan, W. A. M., Beerendonk, E. F., & Medema, G. J. (2006). Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. *Water Research*, 40 (1), 3–22. doi: 10.1016/j.watres.2005.10.030

14. Semenov, A., Kozhushko, G., & Sakhno, T. (2018). Influence of pre-sowing UV-radiation on the energy of germination capacity and germination ability of rapeseed. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (1 (43)), 61–65. doi: 10.15587/2312-8372.2018.143417

15. Semenov, A. O. (2014). Osoblyvosti konstruktsii odnotsokolnykh lamp dlia ultrafioletovoho oprominiuvannia. *ScienceRise*, 5 (2(4)), 64–67. [In Ukrainian].

16. ISTA. (2018). Rules Proposals for the International Rules for Seed Testing 2017 Edition. Switzerland. Retrieved from: https://www.seedtest.org/upload/cms/user/OGM1706ProposedChangestotheISTARules-forvotingonin2017Finalv4.pdf

17. Shafaei, S. M., Nourmohamadi-Moghadami, A., & Kamgar, S. (2016). Development of artificial intelligence based systems for prediction of hydration characteristics of wheat. *Computers and Electronics in Agriculture*, 128, 34–45. doi: 10.1016/j.compag.2016.08.014

18. Semenov, A., Sakhno, T., Hordieieva, O., & Sakhno, Y. (2021). Pre-sowing treatment of vetch hairy seeds, vicia villosa using ultraviolet irradiation. *Global Journal Environmental Science and Management*, 7 (4), 555–564. doi: 10.22034/GJESM.2021.04.05

19. Turhan, M., Sayar, S., & Gunasekaran, S. (2002). Application of Peleg model to study water absorption in chickpea during soaking. *Journal of Food Engineering*, 53, 153–159. doi: 10.1016/S0260-8774(01)00152-2

20. Niedbała, G., Piekutowska, M., Weres, J., Korzeniewicz, R., Witaszek, K., Adamski, M., Pilarski, K., Czechowska-Kosacka, A., & Krysztofiak-Kaniewska, A. (2019). Application of artificial neural networks for yield modeling of winter rapeseed based on combined quantitative and qualitative data. *Agronomy*, 9 (12), 781. doi: 10.3390/agronomy9120781

21. Porra, R. J. (2002). The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynthesis Research*, 73, 149–156. doi: 10.1023/A:1020470224740

22. Munz, E., Rolletschek, H., Oeltze-Jafra, S., Fuchs, J., Guendel, A., Neuberger, T., Ortleb, S., Jakob, P. M., & Borisjuk, L. (2017). A functional imaging study of germinating oilseed rapeseed. *New Phytologist Foundation*, 216 (4), 1181–1190. doi: 10.1111/nph.14736

23. Weitbrecht, K., Müller, K., & Leubner-Metzger, G. (2011). First off the mark: Early seed germination. *Journal Exptrimental Botany*, 62 (10), 3289–3309. doi: 10.1093/jxb/err030

24. Bove, J., Jullien, M., & Grappin, P. (2001). Functional genomics in the study of seed germination. *Genome Biology*, 3 (1): reviews1002. doi: 10.1186/gb-2001-3-1-reviews1002

25. Kubala, S., Wojtyla, Ł., Quinet, M., Lechowska, K., Lutts, S., & Garnczarska, M. (2015). Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA in relation to seed osmopriming improvement of Brassica napus germination under salinity stress. *Journal Plant Physiology*, 183, 1–12. doi: 10.1016/j.jplph.2015.04.009

26. Kubala, S., Garnczarska, M., Wojtyla, Ł., Clippe, A., Kosmala, A., Zmie´nko, A., Lutts, S., & Quinet, M. (2015). Deciphering priming-induced improvement of rapeseed (*Brassica napus* L.) germination through an integrated transcriptomic and proteomic approach. *Plant Science*, 231, 94–113. doi: 10.1016/j.plantsci.2014.11.008

27. Nagarajan, S., Pandita, V. K., Joshi, D. K., Sinha, J. P., & Modi, B. S. (2005). Characterization of water status in primed seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) by sorption properties and NMR relaxation times. *Seed Science Research*, 15 (2), 99–111. doi: 10.1079/SSR2005200

28. Osborne, D. J., Boubriak, I., & Leprince, O. (2002). Rehydration of dried systems: Membranes and the nuclear genome. In Book: *Desiccation and Survival in Plants: Drying without Dying* (pp. 343–364). Wallingford, UK.

29. Powell, A. A., Oliveira, M. D. A., & Matthews, S. (1986). The role of imbibition damage in determining the vigour of white and coloured seed lots of dwarf french beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Experimental Botany*, 37 (5), 716–722.

30. Nakayama, N., Hashimoto, S., Shimada, S., Takahashi, M., Kim, Y.-H., Oya, T., & Arihara, J. (2004). The effect of flooding stress at the germination stage on the growth of soybean in relation to initial seed moisture content. *Japanese Journal of Crop Science*, 73 (3), 323–329. doi: 10.1626/jcs.73.323

31. Semenov, A., Sakhno, T., & Semenova, K. (2021). Influence of UV radiation on physical and biological properties of rapeseed in pre-sowing treatment. International. *Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 10 (4), 217–223. doi: 10.35940/ijitee.D8587.0210421

Стаття надійшла до редакції: 23.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Семенов А. О., Сахно Т. В., Семенова Н. В., Ляшенко В. В. Вплив УФ-випромінювання на біологічні властивості та водопоглинання при передпосівному опроміненні насіння ріпаку озимого. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 44–52.

© Семенов Анатолій Олексійович, Сахно Тамара Вікторівна, Семенова Наталія Володимирівна, Ляшенко Віктор Васильович, 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 632.9:632.78 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.06**

ECOLOGICALLY SAFE PROTECTION OF BLACK CURRANT (*RIBES NIGRUM* L.) AGAINST SUCKING PESTS

S. M. Mostoviak* ORCID 0000-0001-8322-8710
I. I. Mostoviak ORCID 0000-0003-4585-3480

Uman National University of Horticulture, 1, Instytutska str., Cherkasy region, Uman, 20305, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: s.mostoviak@gmail.com

How to Cite: *Mostoviak, S. M., & Mostoviak, I. I. (2021). Ecologically safe protection of black currant (Ribes nigrum L.) against sucking pests. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 53–63. doi: 10.31210/visnyk2021.04.06*

Crop protection chemicals are most commonly used to protect black currant from pests, but there are a number of restrictions on the use of pesticides on berry plantations. The application of biological preparations based on microorganisms and biocidal substances of plants is an alternative to crop protection chemicals. The possibility of reducing the number of sucking insect pests from the family of Tortricidae and Aphidinea on black currant plants (Ribes nigrum L.) under the use of preparations of biological origin based on the complex of natural avermectins – Actoverm, KE and biocidal substances of petunia tincture (Petunia hubrida Holt.) – was established. Spraying black currant bushes with petunia tincture restrained the infestation of plants by aphids on a par with Aktelik 500 EC chemical insecticide. Biocide compounds of petunia did not have a significant effect on the development and reproduction of Tortricidae, and the colonization of Tortricidae caterpillars was at the level of 1.8–2.0 pcs/plant. Spraying black currant plants with Aktoverm, KE biological preparation was more effective in controlling the number of pests than the use of petunia tincture, and enabled to reduce the number of Tortricidae by 3.3–3.5 times in comparison with the control. The technical efficacy of applying petunia tincture against Tortricidae was 46–47 %, Actoverm, KE preparation – 70–71 %, Aktelik 500 EC chemical insecticide – 89–91 %. The technical effectiveness of all tested preparations against Aphidinea was at the same level and made 60–62 %. The positive effect of biological crop protection products from pests on the activity indicators of physiological and biochemical processes in black currant plants was detected. In particular, an increase in the content of chlorophyll and sugars in black currant leaves by 45–48 % was registered and it was by 37–41 % higher under the use of petunia tincture and by 48–53 % and 44–49 % under the application of Aktoverm, KE biological preparation. The increase in the content of phenolic compounds under the use of petunia tincture and the bio-preparation was insignificant (9–10 %). Three-time spraying of black currant plants during the growing season increased the yield of berries by 44–50 % as compared with the control and enabled to obtain the yield increase of 2.05–2.26 t/ha on the average with improved quality indicators (ascorbic acid content – 189.6–191.3 mg%, sugars – 7.48–7.52 %, and total acidity – 1.93–1.96 %). The application of petunia tincture ensured the yield of berries at the level of 6.16–6.39 t/ha with a high content of ascorbic acid (at the level of 196 mg%), sugars (7.29–7.38 %) and the low level of total acidity (1.89–1.91 %).

***Key words**: black currant (Ribes nigrum L.), sucking pests, biological plant protection, bio-preparation, tincture of Petunia hubrida Holt., quality indicators of berries.*

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИЙ ЗАХИСТ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ (*RIBES NIGRUM* L.) ВІД СИСНИХ ШКІДНИКІВ

С. М. Мостов'як, І. І. Мостов'як
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Для захисту смородини чорної від шкідників найчастіше застосовують хімічні засоби захисту, однак існує низка обмежень застосування пестицидів на ягідниках. Альтернативою хімічним засобам захисту рослин є застосування біологічних препаратів на основі мікроорганізмів і біоцидних речовин рослин. Встановлено можливість зниження чисельності сисних комах-шкідників із родини листокрутки Tortricidae і попелиці Aphidinea на рослинах смородини чорної (Ribes nigrum L.) за умови використання препаратів біологічного походження на основі комплексу природних авермектинів Актоверм, КЕ і біоцидних речовин настоянки петунії (Petunia hubrida Holt.). Обприскування кущів смородини чорної настоянкою петунії стримувало заселення рослин попелицями на рівні з хімічним інсектицидом Актелік 500 ЕС, к.е. На розвиток і розмноження листокруток біоцидні сполуки петунії не мали значного впливу і заселеність гусенями листокрутки була на рівні 1,8–2,0 екз./рослину. Обприскування рослин смородини біологічним препаратом Актоверм, КЕ було більш ефективним щодо контролю чисельності шкідників, ніж застосування настоянки петунії, та дало змогу знизити чисельність листовійок у 3,3–3,5 раза порівняно з контролем. Технічна ефективність застосування настоянки петунії проти листокруток становила 46–47 %, препарату Актоверм, КЕ – 70–71 %, хімічного інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е. – 89–91 %. Технічна ефективність усіх досліджуваних препаратів проти попелиць була на одному рівні і становила 60–62 %. Встановлено позитивний вплив біологічних засобів захисту від шкідників на показники активності перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослинах смородини. Зокрема, фіксували підвищення вмісту хлорофілу і цукрів у листках смородини на 45–48 % і 37–41 % за умови застосування настоянки петунії та на 48–53 % і 44–49 % – у разі застосування біопрепарату Актоверм, КЕ. Підвищення вмісту фенольних сполук за умови застосування настоянки з петунії та біопрепарату було незначним (9–10 %). Трикратне обприскування рослин смородини чорної впродовж вегетації забезпечило підвищення врожайності ягід на 44–50 % порівняно з контролем та отримання приросту врожаю у середньому 2,05–2,26 т/га з поліпшеними показниками якості (уміст аскорбінової кислоти – 189,6–191,3 мг%, цукрів – 7,48–7,52 %, загальна кислотність 1,93–1,96 %). Застосування настоянки петунії забезпечило отримання врожайності ягід на рівні 6,16–6,39 т/га із високим умістом аскорбінової кислоти (на рівні 196 мг%), цукрів (7,29–7,38 %) та низьким рівнем загальної кислотності (1,89–1,91%).

Ключові слова: *смородина чорна (Ribes nigrum L.), сисні шкідники, біологічний захист рослин, біопрепарат, настоянка Petunia hubrida Holt., якісні показники ягід.*

Вступ

Останніми роками у країнах Європи значно зріс попит на продукцію ягідних культур, які є джерелом важливих для організму людини макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, вітамінів тощо [1].

Серед представників роду Ribes найпоширенішою культурою є смородина чорна (*Ribes nigrum* L.), яку культивують на території Європи (майже 90%), зокрема у Польщі, Україні, Латвії, Литві, Фінляндії, а також у Канаді та США [2–4]. В усьому світі виробництво смородини чорної становить близько 180 тис. тонн на рік та наявна тенденція розширення площ під органічними насадженнями цієї культури [2].

Ягоди смородини чорної містять біологічно активні речовини, ароматичні та фенольні сполуки, вітаміни і мінерали. Зокрема, в ягодах накопичується до 14,2–24,8 % сухих речовин, 0,8–4,4 % органічних кислот та 87,1–373 мг/100 г вітаміну С залежно від сорту та технологій вирощування [1, 5–9]. Особлива цінність ягід – це високий вміст антиоксидантів, зокрема антоціанів, який може досягати 580 мг/100 г [10]. Крім того, важливим є їхні дієтичні і лікувально-профілактичні властивості, які зменшують ризик численних захворювань [6, 11]. Порівняно з іншими комерційними ягідними культурами, такими як малина або чорниця, ягоди смородини чорної, зважаючи на хімічний

склад, віднесено до цінних фітонутрієнтів та широко використовують у виробництві соків, екстрактів, настоянок та інших продуктів.

Варто зазначити, що ягідні культури – група сільськогосподарських рослин, що потребують особливих технологій вирощування, догляду і захисту від шкідливих організмів [12, 13]. Більшість із них є скороплідними, а продукцію споживають у свіжому вигляді. Саме це визначає високі вимоги до застосування хімічних засобів захисту рослин у насадженнях ягідних культур.

В Україні шкідлива ентомо- і акарифауна смородини чорної налічує близько 200 видів. Але постійно завдають шкоди насадженням близько 20 видів комах і кліщів. Більшість шкідників – олігофаги, але є види, які пошкоджують лише смородину чорну (смородиновий бруньковий кліщ (*Cecidophyopsis ribis* Westw.), смородинова златка вузькотіла (*Agrilus viridis* var. fagi Ratz.), склівка смородинова (*Aegeria tipuliformis* Cl.) попелиці (*Hyperomyzus lactucae* Kalt., *Aphis schneideri* Born., *Eriosoma ulmi* L. (*Schizoneuro ulmi* L.)). Найпоширенішими шкідниками чорної смородини виявилися попелиці (Aphidinea) і листовійки (Tortricidae), які завдають значної шкоди рослинам і знижують їхню продуктивність [12, 14].

Перелік пестицидів, дозволених до застосування в Україні на ягідниках, досить обмежений та існують жорсткі вимоги до їхнього застосування, зокрема до термінів унесення. Більшість дозволених препаратів рекомендовано застосовувати до цвітіння культури та після збирання врожаю, щоб мінімізувати потрапляння пестицидів на ягоди. Тому існує гостра потреба в нових та альтернативних засобах контролю чисельності комах-шкідників.

Розробка і запровадження альтернативних методів захисту ягідних культур, зокрема смородини чорної, має низку позитивних екологічних аспектів, ніж використання хімічних препаратів. Зокрема зниження хімічного навантаження на навколишнє природне середовища, збереження біорізноманіття, підвищення якості і безпечності вирощеної продукції та зниження її собівартості. Крім того, це підтримує стратегію інтегрованого захисту рослин (IPM), яка ґрунтується на екологічних принципах із максимальним скороченням застосування хімічних засобів захисту рослин. Стратегію IPM розглядають як підхід до контролю чисельності шкідників економічно вигідними, соціально прийнятними та екологічно безпечними способами з огляду на новітні розробки в галузі рослинництва та засобів захисту рослин, комунікаційних технологій, глобалізації сільського господарства та торгівлі. Більшість моделей IPM, насамперед, зосереджені на екологічних та певною мірою на еволюційних аспектах боротьби зі шкідниками [15, 16].

Сучасний захист ягідних культур повинен ґрунтуватися на мінімізації та раціональному використанні пестицидів, переважно на застосуванні нехімічних методів захисту рослин від шкідливих організмів, зокрема натуральних (рослинного і тваринного походження) та біологічних (мікроорганізми, віруси та ін.) препаратів. Такі препарати беруть участь у захисних реакціях рослин, обмежують заселеність їх шкідниками, розвиток та поширення фітопатогенів або їх повне знищення [17–20].

Заслуговують уваги рослини з інсектицидними, репелентними та іншими властивостями, які здатні знищувати чи відлякувати шкідників. Це деякою мірою є альтернативою хімічним інсектицидам, оскільки використання вторинних метаболітів рослин (наприклад, феноли та поліфеноли, терпеноїди, алкалоїди) ефективне проти патогенів і шкідників [21–23]. Наприклад, для захисту від попелиць, кліщів та листогризучих шкідників застосовують: чорнобривці розлогі (*Tagetes patula* L.), вороняче око звичайне (*Paris quadrifolia* L.), гірчак перцевий (*Persicaria hydropiper* L.), гірчак повзучий (степовий) (*Acroptilon repens* L.), сокирки польові (*Consolida regalis*), далматська ромашка (*Pyrethrum cinerariifolium*), цибуля городня (*Allium cepa*), красоля (*Tropaeolum minus*), рослини родини пасльонових Solanaceae (*Capsicum, Nicotiana, Petunia, Solanum, Datura*) та ін. Так, у рослинах петунії (*Petunia hubrida* Holt.) містяться глікозиди і флавоноїди, зокрема калістигін [24, 25], а самі рослини майже не заселяються попелицями. Наші дослідження також підтвердили ефективність застосування настоянок бузини і петунії щодо обмеження чисельності листокруток і попелиць та отримання якісного врожаю ягід [12].

Також відомо, що біоцидні сполуки рослин у вигляді алелохімічних речовин (вторинних метаболітів) дають змогу рослинам протистояти або компенсувати стрес, спричинений комахами-шкідниками. Ці біологічно активні сполуки є першою лінією захисту рослин від комах-фітофагів. Велика група вторинних метаболітів рослин, включаючи алкалоїди, сапоніни, феноли та терпени, забезпечують стійку боротьбу зі шкідниками та є найбільш перспективними сполуками для розробки препаратів проти комах-фітофагів. Такі препарати є безпечними для навколишнього природного

середовища, нетоксичні та безпечні для різних організмів. Ще однією перевагою цих натуральних біопродуктів є їх безпека під час використання та відсутність залишків у вирощеній продукції.

Однак виробництво препаратів на основі біологічних компонентів рослин є складним, потребує великої кількості вихідної сировини, а отриманий продукт має різну якість (змінний вміст біологічно активних сполук). Застосування таких біоінсектицидів можливе лише на великих площах або в поєднанні з іншими методами контролю чисельності шкідників [26].

Тому пошук найефективніших і екологічно безпечних препаратів для контролю чисельності шкідників на ягідних культурах постійно зберігає актуальність, зокрема і для застосування в органічному виробництві. Потенціал ринку органічного ягідництва, що розвивається, у поєднанні з бажанням людей споживати якісні і безпечні продукти та безпечного довкілля, визначає необхідність і перспективність удосконалення існуючих технологій вирощування ягідних культур та застосування екологічно безпечних засобів захисту рослин.

Метою наших досліджень було порівняти ефективність біологічних препаратів на основі біологічно активних речовин петунії (*Petunia hubrida* Holt.) та мікроорганізмів Актоверм, КЕ з хімічним препаратом Актелік 500 ЕС, к.е. проти комах-фітофагів у насадженнях смородини чорної в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень

Визначення ефективності різних препаратів проти основних шкідників смородини чорної проводили впродовж 2012–2014 рр. на присадибних ділянках Вінницької обл. на двох сортах Черешнева і Софія. Повторність досліду – трикратна, по 5 рослин у повторенні. Схема посадки 1,5 × 3 м. Догляд за дослідними насадженнями проводили відповідно до загальноприйнятих рекомендацій [13].

Порівнювали ефективність хімічного інсектоакарициду Актелік 500 ЕС, к.е. (д.р. піриміфос-метил 500 г/л), біопрепарату Актоверм, КЕ, (комплекс природних авермектинів, аверсектин С, 0,2 %) і настоянки *Petunia hubrida* Holt. Схему досліду наведено в таблиці 1.

1. Схема польового досліду

№ варіанту	Варіант досліду	Норма витрат	Кількість обробок
1	Контроль (без застосування пестицидів)	–	–
2	Актелік 500 ЕС, к.е.	1,5 л/га	1 обробка, до цвітіння
3	Настоянка петунії (*Petunia hubrida* Holt.)	0,5 л/кущ	4–5 обробок впродовж вегетації
4	Актоверм, КЕ	1 л/кущ	3 обробки з інтервалом 10 діб

Настоянку з рослин петунії готували: замочували 1 кг свіжої рослинної сировини петунії на 10 л води впродовж 1 доби у темному місці за температури повітря 18–20 °С. За літературними даними, у рослинах *Petunia hubrida* Holt. містяться глікозиди і флавоноїди, а саме калістигін. Рослини петунії практично не заселяються попелицями, тому з високою ймовірністю ці рослини або настоянки з них можна використовувати у захисті рослин від шкідників.

Біопрепарат Актоверм, КЕ має високу інсектицидну та акарицидну активність. Діючим чинником препарату є комплекс природних авермектинів, який утворюється у процесі життєдіяльності штаму-продуценту *Streptomyces avermitilis*. Біопрепарат застосовували у вигляді робочого розчину, приготовленого в день обробки.

Дослідження із засобами захисту рослин проводили згідно з рекомендаціями Інституту захисту рослин НААН та розраховували технічну ефективність застосованих препаратів для захисту рослин від шкідників [27].

Фенологічні спостереження за рослинами смородини проводили за методикою проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду [28]. Заселення рослин смородини чорної комахами-фітофагами та кліщами і облік їх чисельності проводили за методикою [29].

Чисельність шкідників обліковували у 3-и кратній повторності з 5-и модельних кущів. Рослинні проби – листки і пагони. Пошкодження рослин смородини визначали за шкалою прояву ознак (охопленою площею, %).

Урожайність ягід смородини чорної визначали зважуванням ягід з кожного куща. Загальну кислотність ягід визначали за ДСТУ 4957:2008 [30], вміст вітаміну С – фотоколориметричним методом із використанням фарби Тільманса, ГОСТ 24556-89 [31]. Уміст цукрів у листках і ягодах – за методом Бертрана ДСТУ 4954:2008 [32], фенольних сполук – за умови використання реактиву Фоліна-Деніса, методом колориметрування (в листках) та спектроскопії (в ягодах). Вміст хлорофілів у листках смородини визначали загальноприйнятими методами [33].

Статистичну обробку експериментальних даних виконано методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Excel».

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що впродовж 2012–2014 рр. у насадження смородини чорної, яку вирощували на присадибних ділянках на території Вінницької обл., домінантними видами шкідників були сисні і листогризучі комахи. А саме з ряду лускокрилі Lepidoptera родини листокрутки Tortricidae (*Pandemis ribeana* Hb, *Pandemis heparana* Hb, *Archips rosana* L.) і попелиці Aphidinea (*Aphis grossularia* Kalt., *Hyperomyzus lactucae* Kalt.). У структурі шкідливого комплексу ці види комах-фітофагів займали майже 90 %.

Заселеність рослин смородини чорної шкідниками без застосування засобів захисту шкідниками з родини листокрутки (Tortricidae) і попелиці (Aphidinea) була високою – на рівні 3,3–3,8 екз./рослину і 2,5–2,6 бала відповідно (табл. 2). Найбільше фіксували шкідників на рослинах сорту Черешнева.

2. Заселеність рослин смородини чорної шкідниками за умови застосування різних засобів захисту, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліду	Сорт Черешнева		Сорт Софія	
	Tortricidae, екз./рослину	Aphidinea, бал	Tortricidae, екз./рослину	Aphidinea, бал
Контроль (без застосування пестицидів)	3,8	2,6	3,3	2,5
Актелік 500 ЕС, к.е.	0,4	1,0	0,3	1,0
Настоянка петунії	2,0	1,0	1,8	1,0
Актоверм, КЕ	1,1	1,0	1,0	1,0
$НІР_{05}$	0,3		0,2	

Дані таблиці 2 свідчать про ефективність застосовування як хімічного інсектициду, так і біологічного препарату і настоянки з *Petunia hubrida* Holt. Заселення рослин смородини обох сортів листокрутками за умови застосування хімічного препарату зменшувалось у 9,5–11,0 раза, попелицями – в 2,5–2,6 раза. Чисельність представників із родини Tortricidae знижувалась до 0,3–0,4 екз./рослину гусениць листокруток, а заселеність попелицями – до 1 бала на рослинах обох сортів смородини чорної.

Застосування настоянки петунії також дало позитивні результати і стримувало заселення рослин попелицями на рівні з хімічним захистом – 1 бал на обох сортах смородини чорної. На розвиток і розмноження листокруток настоянка петунії не мала значного впливу і заселеність гусенями листокрутки спостерігали на рівні 1,8–2,0 екз./рослину.

Обприскування рослин смородини біологічним препаратом Актоверм, КЕ було більш ефективним щодо контролю чисельності шкідників, ніж застосування настоянки петунії та дало змогу знизити чисельність листовійок до 1,0–1,1 екз./рослину, тобто в 3,3–3,5 раза порівняно з контролем.

Розрахунки показали, що технічна ефективність застосування настоянки петунії проти листокруток була на рівні 46–47 %, препарату Актоверм, КЕ – 70–71 %, хімічного інсектициду – 89–91 %. Технічна ефективність досліджуваних препаратів проти попелиць була на одному рівні і на рослинах сорту Черешнева становила 62 %, на рослинах сорту Софія – 60 %.

Хлоропласти є місцем синтезу водорозчинних фенольних сполук, а продукти незворотного окислення фенолів мають захисну дію в органах рослин. Це стосується захисної ролі системи «поліфеноли – поліфенолоксидази», оскільки саме продукти цієї системи мають негативний вплив на

живлення і травлення комах-фітофагів. Зважаючи на зазначене, ми досліджували вміст у листках хлорофілу, цукрів і фенольних сполук (табл. 3).

3. Вміст хлорофілу, цукрів і фенольних сполук у листках смородини чорної за застосування різних засобів захисту, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліду	Вміст					
	хлорофілу, % на сух. речовину		цукрів, % до абс. сух. речовини		фенольних сполук, мг/г на сиру речовину	
	I*	II**	I	II	I	II
Контроль (без застосування пестицидів)	4,0	4,2	1,10	1,15	24,0	24,5
Актелік 500 ЕС, к.е.	5,1	5,2	1,33	1,35	28,7	28,4
Настоянка петунії	5,8	5,9	1,55	1,58	26,3	26,9
Актоверм, КЕ	6,1	6,2	1,64	1,65	26,6	27,0
$НІР_{05}$	0,3	0,3	0,5	0,4	1,5	1,3

Примітки: *I – сорт Черешнева; **II – сорт Софія.

Отримані дані свідчать, що у разі застосування засобів захисту від шкідників показники активності перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослинах смородини значно покращились порівняно з контролем. Так, уміст хлорофілу в листках сорту Черешнева зростав за застосування хімічного інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е. до 5,1 %, що на 27,5 % перевищувало показник контрольного варіанта. У листках рослин сорту Софія активність процесу синтезу хлорофілу була такою ж і становила 5,2 %, що перевищувало показник контрольного варіанта на 23,8 %.

За умови застосування настоянки петунії вміст хлорофілу в листках рослин сортів Черешнева і Софія зростав до 5,8 та 5,9 % відповідно, що було на 45 % і 47,6 % більше, ніж у контролі.

Найвищий вміст хлорофілу (6,1–6,2 %) в листках смородини чорної фіксували у разі обприскування рослин біологічним препаратом Актоверм, КЕ. Перевага над контрольним варіантом становила 48–53 %.

Відносно вмісту цукрів у листках смородини чорної, то у разі застосування досліджуваних препаратів також встановлено тенденцію зростання цього показника. За умови застосування інсектициду Актелік цей показник на рослинах сорту Черешнева і Софія був майже однаковим і становив 1,33–1,35 %, а різниця з контролем була на рівні 21 % і 17 % відповідно. Обприскування кущів упродовж вегетації препаратами біологічного походження також позитивно впливало на вміст цукрів у листі. За умови застосування настоянки петунії цей показник зростав порівняно із контрольним варіантом на 37–41 % і становив 1,43–1,50 %, у разі застосування біопрепарату Актоверм, КЕ – зростав на 44–49 % і становив 1,64–1,65 %. Достовірної різниці між сортами смородини не спостерігали.

Підвищення вмісту фенольних сполук за умови застосування настоянки з петунії та біопрепарату було незначним на рівні 9–10 % у рослин смородини обох сортів. Водночас застосування інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е. спричинило зростання вмісту фенольних сполук до рівня 28,7 мг/г (на 19,6 %) у листках рослин сорту Черешнева і до 28,4 мг/г (на 15,9 %) у сорту Софія. Це свідчить про різку реакцію рослин смородини на екологічний стрес унаслідок обприскування хімічним препаратом. Оскільки відомо, що фенольні сполуки беруть участь у забезпеченні стійкості рослин до різних чинників та екстремальних умов навколишнього середовища.

Однією з причин втрати врожаю ягідних культур та погіршення якості продукції є негативна дія шкідливих організмів, зокрема шкідників. Результати досліджень показали, що врожайність смородини чорної залежала від заселення рослин сисними шкідниками і застосованих засобів захисту рослин. У середньому за 2012–2014 рр. у варіанті без застосування засобів захисту (контроль) і в разі значного заселення рослин шкідниками врожайність сорту Черешнева була на рівні 4,58–4,94 т/га, сорту Софія – 4,47–4,60 т/га, що в 1,8 раза менше, ніж при застосуванні

хімічного інсектициду і в 1,3–1,5 раза, ніж за умови біологічного захисту рослин (табл. 4). При цьому втрати врожаю ягід становили в середньому за три роки 1,5–3,9 т/га.

4. Урожайність смородини чорної за умови застосування різних засобів захисту від шкідників, т/га

Варіант досліду	Сорт Черешнева				Сорт Софія			
	2012	2013	2014	Середнє	2012	2013	2014	Середнє
Контроль (без застосування пестицидів)	4,60	4,58	4,94	4,71	4,48	4,60	4,47	4,52
Актелік 500 ЕС, к.е.	8,45	8,32	9,20	8,66	8,61	8,48	8,56	8,55
Настоянка петунії	6,15	6,06	6,27	6,16	6,59	6,20	6,37	6,39
Актоверм, КЕ	6,83	6,51	6,94	6,76	6,70	6,79	6,85	6,78
$НІР_{05}$	0,50	0,41	0,50	-	0,51	0,44	0,42	-

Застосування препаратів проти шкідників забезпечило зростання врожайності смородини чорної у середньому в 1,3–1,9 раза та отримання приросту врожаю ягід на рівні 1,45–3,95 т/га у сорту Черешнева і 1,87–4,03 т/га у сорту Софія.

Найефективнішим було застосування хімічного інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е., що дало змогу підвищити врожайність сорту Черешнева на 84 % і сорту Софія на 89 % та в середньому за 2012–2014 рр. додатково отримати приріст врожаю ягід 3,95 т/га і 4,03 т/га відповідно.

Не менш ефективним було вирощування смородини чорної з використанням проти шкідників біологічного препарату Актоверм, КЕ. Трикратне обприскування рослин упродовж вегетації сприяло зниженню заселення рослин комахами-шкідниками та підвищенню врожайності обох сортів смородини чорної на 44–50 % порівняно з контролем. Такий агрозахід дав змогу отримати приріст врожаю ягід у середньому за 2012–2014 рр. на 2,05–2,26 т/га.

Обприскування рослин смородини впродовж вегетації настоянкою петунії було менш ефективним порівняно з хімічним інсектицидом. Однак за такого прийому було отримано приріст урожаю ягід 1,45 т/га (або 31 %) за умови вирощування сорту Черешнева, та 1,86 т/га (або 41 %) – за вирощування сорту Софія.

Важливим показником якості вирощеної продукції, особливо для ягідних культур, є біохімічний склад ягід. Для цього ми визначали вміст основних компонентів хімічного складу ягід смородини: цукрів, аскорбінової кислоти, сухих речовин і загальну кислотність.

Встановлено, що вміст цукрів у ягодах смородини чорної сортів Черешнева і Софія залежав від застосованих препаратів проти шкідників (рис. 1). Доречно зазначити, що достовірної різниці між сортами не спостерігали.

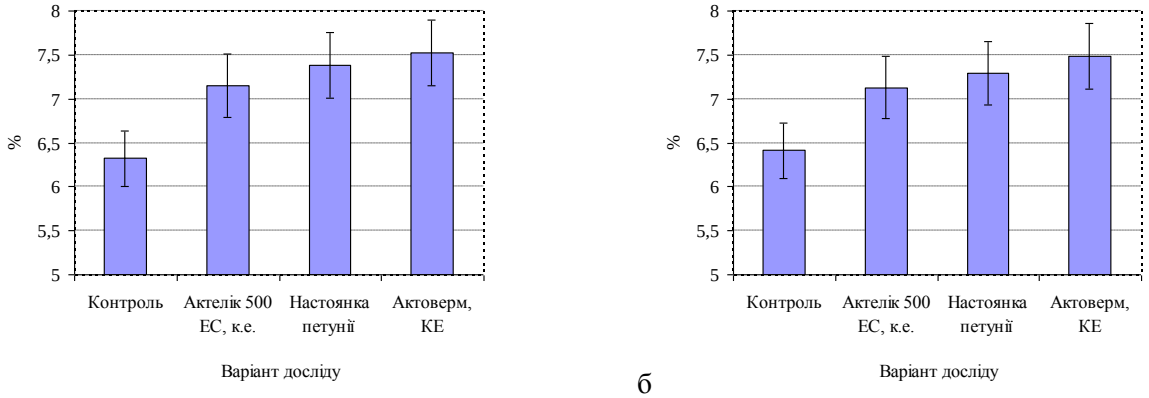


Рис. 1. Вміст цукрів у ягодах смородини чорної сорту Черешнева (а) і Софія (б) у разі застосування засобів захисту, % до абс. сухої речовини, середнє за 2012–2014 рр.

Найвищий вміст цукрів у ягодах смородини (7,29–7,52 %) визначено у разі застосування біологічних препаратів Актоверм, КЕ і настоянки петунії, що на 14–19 % більше, ніж у контролі і на

2,2–5,2 % порівняно з хімічним інсектицидом. За умови застосування інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е. вміст цукрів у ягодах зростав до 7,13–7,15 %, що на 11–13 % вище, ніж у контролі.

Не менш важливим показником якості ягід є вміст у них вітаміну С (аскорбінова кислота), адже ягоди смородини чорної є доступним і відносно недорогим її джерелом для людини.

Протягом років досліджень встановлено, що найвищий рівень аскорбінової кислоти в ягодах був за умови застосування настоянки петунії: у сорту Черешнева–195,8 мг%, сорту Софія – 196,1 мг% (табл. 5). Різниця з контролем у середньому становила 4–9%, з варіантом із застосуванням інсектициду – 4–8 %.

5. Вміст аскорбінової кислоти та фенольних сполук у ягодах смородини чорної за умови застосування різних засобів захисту, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліду	Вміст у ягодах			
	аскорбінової кислоти, мг%		фенольних сполук, мг на суху речовину	
	I*	II**	I	II
Контроль (без застосування пестицидів)	180,3	183,6	71,88	72,12
Актелік 500 ЕС, к.е.	182,6	181,2	70,12	71,32
Настоянка петунії	195,8	196,1	72,84	72,65
Актоверм, КЕ	189,6	191,3	73,01	72,96
$НІР_{05}$	1,1	1,0	0,51	0,49

Примітки: *I – сорт Черешнева; **II – сорт Софія.

У всі роки досліджень низький вміст аскорбінової кислоти в ягодах смородини спостерігали у варіанті із застосуванням інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е., який був майже на рівні контролю.

Не менш важливими для характеристики органолептичних показників якості продукції є вміст фенольних сполук та кислотність ягід. Уміст фенольних сполук у ягодах у середньому за три роки був доволі високим. Так, у ягодах сорту Черешнева в контрольному варіанті він становив 71,88 мг на суху речовину, за умови застосування Актелік 500 ЕС, к.е. – знизився на 2,4 %, у разі обприскування біологічним препаратом і настоянкою петунії – мав тенденцію до зростання в середньому на 4 % порівняно з контролем.

У ягодах сорту Софія спостерігали таку ж тенденцію – зменшення накопичення фенольних сполук за умови застосування хімічного інсектициду, і, навпаки, збільшення – за умови застосування препаратів біологічного походження. Значної різниці у накопиченні фенольних сполук у ягодах між сортами не фіксували.

На рис. 2 наведено результати визначення рівня загальної кислотності ягід залежно від застосованих препаратів. Відмічено, що застосування хімічного інсектициду дещо підвищує загальну кислотність ягід до 2,16% у сорту Черешнева і до 2,12% – у сорту Софія.

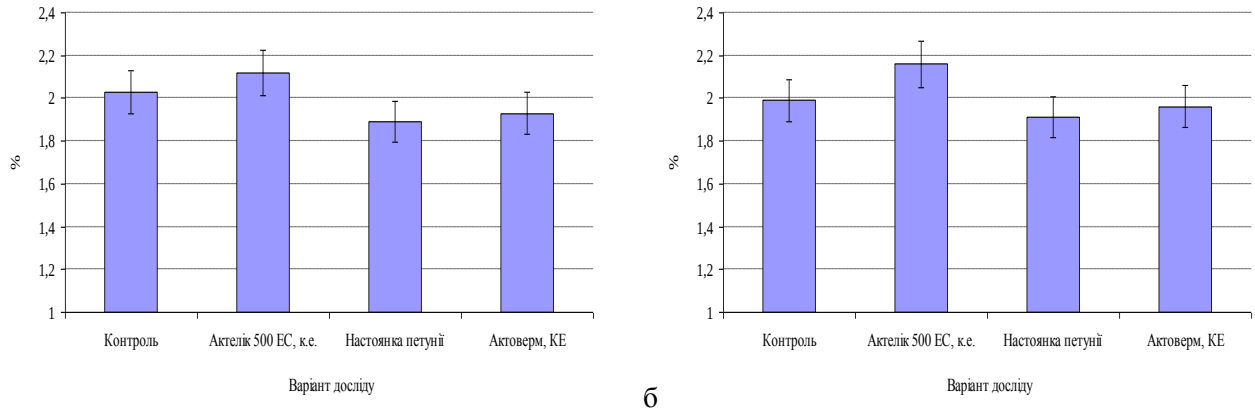


Рис. 2. Загальна кислотність ягід чорної смородини сорту Черешнева (а) і сорту Софія (б) за умови застосування засобів захисту рослин, середнє за 2012–2014 рр., %

У разі застосування біологічних препаратів (настоянки петунії і Актоверм, КЕ) – навпаки, фіксували зниження кислотності ягід смородини до 1,91–1,96 % у сорту Черешнева і до 1,89–1,93 % – у сорту Софія.

Отже, отримані результати показали поліпшення якісних показників ягід смородини чорної за умови застосування препаратів біологічного походження проти сисних шкідників. Підвищення в ягодах смородини вмісту цукрів, фенольних сполук, аскорбінової кислоти, зниження загальної кислотності значно поліпшує смакові якості і цінність їх як продукту харчування та сировини для переробної галузі промисловості.

Висновки

Встановлено можливість зниження чисельності сисних комах-шкідників із родини листокрутки Tortricidae і попелиці Aphidinea на рослинах смородини чорної (*Ribes nigrum* L.) за умови використання препаратів біологічного походження на основі комплексу природних авермектинів Актоверм, КЕ (норма внесення 1 л/кущ) і біоцидних речовин настоянки петунії (*Petunia hubrida* Holt.) (норма внесення 0,5 л/кущ). Обприскування кущів смородини чорної настоянкою петунії стримувало заселення рослин попелицями на рівні з хімічним інсектицидом Актелік 500 ЕС, к.е. – 1 бал. На розвиток і розмноження листокруток біоцидні сполуки петунії не мали значного впливу і заселеність гусеницями листокрутки була на рівні 1,8–2,0 екз./рослину. Обприскування рослин смородини біологічним препаратом Актоверм, КЕ було більш ефективним щодо контролю чисельності шкідників, ніж застосування настоянки петунії, та дало змогу знизити чисельність листовійок у 3,3–3,5 раза порівняно з контролем. Технічна ефективність застосування настоянки петунії проти листокруток становила 46–47 %, препарату Актоверм, КЕ – 70–71 %, хімічного інсектициду Актелік 500 ЕС, к.е. – 89–91 %. Технічна ефективність усіх досліджуваних препаратів проти попелиць була на одному рівні і становила 60–62 %. Встановлено позитивний вплив біологічних засобів захисту від шкідників на показники активності перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослинах смородини. Зокрема, фіксували підвищення вмісту хлорофілу і цукрів у листках смородини на 45–48 % і 37–41 % у разі застосування настоянки петунії та на 48–53 % і 44–49 % – за умови застосування біопрепарату Актоверм, КЕ. Підвищення вмісту фенольних сполук за умови застосування настоянки з петунії та біопрепарату було незначним (9–10 %). Трикратне обприскування рослин смородини чорної впродовж вегетації забезпечило підвищення врожайності ягід на 44–50 % порівняно з контролем та отримання приросту врожаю у середньому 2,05–2,26 т/га з поліпшеними показниками якості (уміст аскорбінової кислоти – 189,6–191,3 мг%, цукрів – 7,48–7,52 %, загальна кислотність 1,93–1,96 %). Застосування настоянки петунії забезпечило отримання врожайності ягід на рівні 6,16–6,39 т/га із високим умістом аскорбінової кислоти (на рівні 196 мг%), цукрів (7,29–7,38 %) та низьким рівнем загальної кислотності (1,89–1,91 %).

У перспективі подальших досліджень є зменшення хімічного навантаження агрофітоценоз та пошук альтернативних засобів захисту ягідних культур.

References

1. Golovinskaia, O., & Wang, C.-K. (2021). Review of functional and pharmacological activities of berries. Molecules, 26 (13), 3904.

2. Blackcurrant Foundation. Retrived from: https://www.blackcurrant-iba.com/wp-content/uploads/2019/10/Global-BCProduction-2009-2018.pdf

3. Pluta, S., Mądry, W., & Sieczko, L. (2012). Phenotypic diversity for agronomic traits in a collection of blackcurrant (Ribes nigrum L.) cultivars evaluated in Poland. *Scientia Horticulturae*, 145, 136–144. doi: 10.1016/j.scienta.2012.07.036

4. Tian, Y., Laaksonen, O., Haikonen, H., Vanag, A., Ejaz, H., Linderborg, K., Karhu, S., & Yang, B. (2019). Compositional Diversity among Blackcurrant (Ribes nigrum) Cultivars Originating from European Countries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 (19), 5621–5633. doi: 10.1021/acs.jafc.9b00033

5. Bzheceva, N. R. (2017). Biokhimicheskij sostav plodov smorodiny. *Novye Tekhnologii*, 2, 90–98. [In Russian].

6. Yezhov, V. M., & Hrynyk, I. V. (2020). Biokhimichni aspekty selektsii yahidnykh kultur rodiv Rubus L. ta Ribes L. *Sadivnytstvo*, 75, 18–31. [In Ukrainian].

7. Prichko, T. G., Yakovenko, V. V., & Germanova, M. G. (2017). Biokhimicheskie pokazateli kachestva yagod smorodiny s uchetom sortovykh osobennostej. *Plodovodstvo i Vinogradarstvo Yuga Rossii*, 45 (03), 105–113. [In Russian].

8. Islam, A. (2019). Investigations of some properties of currant and gooseberry varieties grown in organic conditions. *International Journal of Agriculture*, *Forestry* and *Life Sciences*, 3 (1), 64–79.

9. Rachtan-Janicka, J., Ponder, A., & Hallmann, E. (2021). The effect of organic and conventional cultivations on antioxidants content in black currant (Ribes nigrum L.) species. *Applied Sciences*, 11 (11), 5113.

10. Kowalski, R., & Gonzalez de Mejia, E. (2021). Phenolic composition, antioxidant capacity and physical characterization of ten blackcurrant (Ribes nigrum) cultivars, their juices, and the inhibition of type 2 diabetes and inflammation biochemical markers. *Food Chemistry*, 359, 129889.

11. Gopalan, A., Reuben, S. C., Ahmed, S., Darvesh, A. S., Hohmann, J., & Bishayee, A. (2012). The health benefits of blackcurrants. *Food Funct*, 3 (8), 795–809.

12. Mostovjiak, S. M. (2006). Shkidnyky chornoi smorodyny. Vydovyi sklad naibilsh poshyrenykh i deiaki pryiomy znyzhennia yikh chyselnosti. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 12, 14–15. [In Ukrainian].

13. Yareshchenko, O. M., Lushpihan, O. P., & Tereshchenko, Ya. Yu. (2013). *Rekomendatsii z vyroshchuvannia chornoi smorodyny, porichok ta agrusu*. Kyiv [In Ukrainian].

14. Bakalova, A. V., Tkalenko, H. M., Hrytsiuk, N. V., Krukodera, Ye. O., & Herasymchuk, D. V. (2020). Efektyvnist sumisnoho zastosuvannia insektytsydiv ta kompleksnykh dobryv pry zakhysti smorodyny chornoi vid sysnykh shkidnykiv u Polissi Ukrainy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1 (259), 5–8. [In Ukrainian].

15. Mostovjiak, I. I. (2019). Ekolohichna paradyhma intehrovanoho zakhystu roslyn. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 5–6 (255), 12–16. [In Ukrainian].

16. Dara, S. K. (2019). The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.

17. Monastyrskij, O. A. (2019). Biopreparaty: tipy, rynki v Rossii i v drugikh stranakh. Agrokhimiya, 11, 77–85. [In Russian].

18. Gajger, I. T., & Dar, S. A. (2021). Plant allelochemicals as sources of insecticides. *Insects*, 12, 189.

19. Jamiołkowska, A. (2020). Natural compounds as elicitors of plant resistance against diseases and new biocontrol strategies. *Agronomy*, 10 (2), 173.

20. 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, 2049.

21. Freeman, B. C., & Battie, G. A. (2008). *An overview of plant defenses against pathogens and herbivores. In The Plant Health Instructor*. Iowa State University: Ames, IA, USA. 94. 1–12.

22. Miresmailli, S., & Isman, M. B. (2014). Botanical insecticides inspired by plant–herbivore chemical interactions. *Trends in Plant Science*, 19 (1), 29–35. doi: 10.1016/j.tplants.2013.10.002

23. Roman, P. (2016). History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects – a review. *Plant Protection Science*, 52 (4), 229–241. doi: 10.17221/31/2016-pps

24. Ando, T., Kokubu,n H., Watanabe, H., Tanaka, N., Yukawa, T., Hashimoto, G., Marchesi, E., Suares, E., & Basualdo, I. L. (2005). Phylogenetic analysis of petunia sensu jussieu (Solanaceae) using chloroplast DNA RFLP. *Annals of Botany*, 96 (2), 289–297. doi: 10.1093/aob/mci177

25. Clark, D. G., Pichersky, E., Verdonk, J., Dudareva, N., Haring, M., Klahre, U., & Schuurink, R. (2009). Benzenoids dominate the fragrance of petunia flowers. In: Gerats T., Strommer J. (eds). *Petunia* (51–69.). Springer, New York, NY.

26. Weaver, D. K., & Subramanyam, B. (2000). Botanicals. In: *Alternatives to pesticides in stored-product IPM*. (303–320). Subramanyam B., Hagstrum D. (Eds.). Kluwer Academic Publishers: Boston, MA, USA.

27. Trybel, S. O. (red). (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. Kyiv: Svit [In Ukrainian].

28. *Metodyka derzhavnoho vyprobuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini (2005). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv plodovo-iahidnykh, horikhoplidnykh kultur ta vynohradu*. Kyiv: Alefa [In Ukrainian].

29. Omelyuta, V. P. (red.). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhaj [In Ukrainian].

30. DSTU 4957:2008. (2008). *Metody vyznachennia tytrovanoi kyslotnosti*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].

31. GOST 24556-89. (2003). *Mezhgosudarstvennyj standart. Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya vitamina C*. Moskva: IPK Izdatel'stvo standartov [In Russian].

32. DSTU 4954:2008. (2008). *Metody vyznachennia tsukriv*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [In Ukrainian].

33. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv*. Kyiv: ZAT «NICHLAVA» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 23.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Мостов'як С. М., Мостов'як І. І. Екологічно безпечний захист смородини чорної (*Ribes nigrum* L.) від сисних шкідників. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 53–63.

© Мостов'як Світлана Миколаївна, Мостов'як Іван Іванович, 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 631.11"324":[631.51:631.582]: 631.559:006.83:631.53.01 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.07**

THE IMPACT OF SOIL TILLAGE SYSTEM AND PROCEEDING CROPS ON WINTER WHEAT GRAIN YIELD CAPACITY AND QUALITY

V. V. Liashenko* ORCID 0000-0003-0177-6209
V. M. Karasenko
S. I. Krakotets

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
** Corresponding author*
E-mail: viktor.liashenko@ukr.net

How to Cite

Liashenko, V. V., Karasenko, V. M., & Krakotets, S. I., (2021). The impact of soil tillage system and proceeding crops on winter wheat grain yield capacity and quality. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 64–70. doi: 10.31210/visnyk2021.04.07

The expediency of transition from traditional tillage systems to alternative ensuring soil protection from erosion, preventing humus and moisture loss, and ensuring soil fertility restoration has been substantiated in the article. The purpose of the article is the assessment of different tillage systems and proceeding crops impact on winter wheat grain yield capacity and quality. To achieve it, the following tasks were set and solved: the reserves of productive moisture in the soil were determined; soil density was defined; weed infestation of sown areas was studied; winter wheat grain yield capacity and quality depending on soil tillage systems and proceeding crops were determined. In the fixed experiment, winter wheat was sown after three proceeding crops: weed free fallow, soya, and silage corn. In all the rotation fields, the crop was grown according to three technologies: traditional, minimum, and zero. According to the research results, it has been established that energy saving minimum and zero technologies ensured the obtaining of winter wheat yield gain by 1.4 hundredweight/ha, on the average. At the traditional tillage technology, soil moisture in the upper layer is less than at minimum and zero technologies, while in the deeper layers, no significant difference between technology variants was observed as a result of considerable amount of precipitation before harvesting. The level of winter wheat areas' weed infestation was the highest at minimum tillage technology after any proceeding crop and the lowest – at the traditional technology, which is a typical phenomenon as a result of mechanical soil tillage limitation. The largest gluten content of winter wheat grain was obtained while using minimum and zero technologies – 24.3 and 24.8 %, respectively, in comparison with the standard technology – 22.9 %. The minimum and zero technologies resulted in a sharp improvement of the sown crop condition after the worst precursor – silage corn. It was especially noticeable on the zero technology variant, at which plant density after this proceeding crop was by 46 % higher than at the traditional one. Thus, under insufficient moisture conditions, there will be more advantages after using minimum and zero technologies.

Key words: *soil tillage systems, winter wheat, minimum technology, zero technology, proceeding crops, yield capacity, grain quality.*

ВПЛИВ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОПЕРЕДНИКІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

В. В. Ляшенко, В. М. Карасенко, С. І. Кракотець
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті обґрунтовано доцільність переходу від традиційних систем обробітку ґрунту до альтернативних, що сприяють його захисту від ерозії, попереджають втрату гумусу та вологи,

забезпечують відновлення його родючості. Метою статті є оцінка впливу різних систем обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. Для цього було поставлено та розв'язано такі завдання: встановлено запаси продуктивної вологи у ґрунті; визначено щільність ґрунту; досліджено забур'яненість посівів; визначено урожайність і якість зерна пшениці озимої залежно від систем обробітку ґрунту та попередників. У стаціонарному досліді пшеницю озиму розміщували по трьох попередниках: чорний пар, соя, кукурудза на силос. На всіх полях сівозміни культуру вирощували за трьома технологіями: традиційна, мінімальна і нульова. За результатами досліджень виявлено, що в середньому енергозберігаюча мінімальна та нульова технології забезпечили отримання прибавки врожаю пшениці озимої на 1,4 ц/га. За традиційної технології обробітку у верхньому шарі вологість ґрунту менша, ніж при мінімальній чи нульовій технологіях, тоді як у глибших шарах внаслідок значних опадів перед збиранням суттєвої різниці між варіантами технологій не спостерігалося. Рівень забур'яненості посівів пшениці озимої був найбільшим у разі мінімальної технології обробітку ґрунту за будь-якого попередника та найменшим – за традиційної технології, що є типовим явищем через обмеження механічного обробітку ґрунту. Найбільш високий вміст клейковини зерна пшениці озимої було отримано у разі мінімальної та нульової технологій – відповідно 24,3 і 24,8 % порівняно зі стандартною технологією – 22,9 %. Мінімальна та нульова технології сприяли різкому поліпшенню стану посіву після найгіршого попередника кукурудзи на силос. Особливо це помітно на варіантах нульової технології, де густота стояння після цього попередника на 46 % вище, ніж за традиційної. Отже, в умовах нестачі вологи переваги мінімальної та нульової технологій будуть більші.

Ключові слова: *системи обробітку ґрунту, пшениця озима, мінімальна технологія, нульова технологія, попередники, урожайність, якість зерна.*

Вступ

Останні 20–30 років в Україні використовується диференційована (комбінована) система обробітку ґрунту, що ґрунтується на впровадженні різних методів і технологій, зважаючи на особливості ґрунтово-кліматичних умов, попередників, сівозмін і вимог рослин. Серед позитивних ознак цієї системи доцільно відмітити спосіб обробітку ґрунту, який передбачає: поверхневий (0–8 см), мілкий (8–16 см), середній (16–24 см) та глибокий (24–32 см) способи обробітку ґрунту [1]. Водночас він має такі недоліки: втрата структури й ерозія ґрунтів, великі втрати органічної речовини в результаті обробітку верхнього шару ґрунту; переущільненість піднасіннєвого (навесні) та підорного шару в результаті використання важких колісних тракторів в умовах, коли вологість зазначених шарів ґрунтів є оптимальною; значний обсяг технологічних операцій призводить до перевитрат пального [2–5]. У результаті незбалансованого внесення та винесення органічної речовини й ерозії втрати ґумусу в середньому за рік становлять понад 1,0 т/га (1228 кг/га) земель, що перебувають в обробітку, а у перерахунку на азот втрати еквівалентні приблизно 10,0 млрд м^3 газу [6].

Відомо, що територія України має 4 ґрунтово-кліматичних зони, 9 ґрунтово-кліматичних підзон, 23 номенклатури ґрунтів і 1147 їх видів. Зважаючи на вищезазначене, можна дійти висновку, що наявні способи обробітку ґрунту не можуть бути єдиними [7]. З огляду на концепцію стійкого розвитку сучасна методологія обробітку ґрунту повинна враховувати не лише здешевлення, а й вплив на навколишнє середовище, забезпечувати його збереження та відновлення [8–10]. Через це система обробітку ґрунту, що використовується, має об'єднувати економічні інтереси виробників сільськогосподарської продукції із впровадженням заходів із попередження та ліквідації ерозійних процесів, відновлення гумусу, підвищення дефляційної стійкості та зниження кислотності сільськогосподарських угідь [11–13].

Сучасні способи обробітку ґрунту повинні враховувати альтернативні методи, цінності, переконання тощо, ніж економічне зростання, оскільки воно не бере до уваги екологічну загрозу, яка є результатом використання інтенсивних технологій, не є джерелом безпечності виробленої сільськогосподарської продукції [14, 15]. Результативність цих заходів передусім залежить від відповідального ставлення землекористувачів і землевласників, тому що заради отримання надприбутків сільськогосподарські угіддя використовуються екстенсивно, що призводить до їхньої деградації [16, 17]. Отже, актуальності набувають заходи подолання руйнівного впливу та збереження сільськогосподарських угідь. Зважаючи на це, доцільними стають системи обробітку ґрунту, що є альтернативними (органічна, нульова, мінімальна тощо),

і практичні знання, які мають вітчизняні сільськогосподарські виробники в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [18–21].

Мета дослідження: оцінка впливу різних систем обробітку ґрунту та різних попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої, що сприятиме підвищенню врожайності цієї культури.

Завдання дослідження: визначити запаси ефективної вологи у ґрунті; визначити щільність ґрунту; дослідити забур'яненість посівів; визначити урожайність і якість зерна пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень

У стаціонарному досліді пшениця озима розміщувалася по трьох попередниках: чорний пар, соя, кукурудза на силос. На всіх полях сівозміни культури вирощувалися за трьома технологіями: традиційна технологія – базується на полицевому обробітку ґрунту (оранка); мінімальна технологія – базується на поверхневому обробітку ґрунту на 5–7 см; нульова технологія – базується на нульовому обробітку ґрунту, використанні сівалок прямого посіву.

З метою забезпечення ґрунтозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур було використано поєднання технологічних операцій завдяки: посівному комплексу Bourgault – одночасне проведення посіву, підживлення рідкими добривами, боронування, прикочування; внесенню ґрунтових гербіцидів одночасно із загортанням їх у ґрунт культиватором, шириною захвату 12 м; висіву сидератних культур одночасно із загортанням їх у ґрунт ротаційною бороною Phillips.

Результати досліджень та їх обговорення

Умови осені 2020 року були не зовсім сприятливими за рівнем вологості та тривалості без морозного періоду для розвитку озимої пшениці, однак на всіх варіантах технологій були отримані дружні сходи.

Результати обліку урожаю (табл. 1) показали, що і в не зовсім сприятливих кліматичних умовах вплив попередника на рівень продуктивності озимої пшениці значно вищий, ніж вплив технології вирощування. Так, різниця в урожайності після кращого (чистий пар) та гіршого (кукурудзи на силос) попередника складала 13,8 ц/га, а різниця між технологіями лише 2,0 ц/га.

1. Вплив систем обробітку ґрунту в сівозміні та попередників на урожайність пшениці озимої, ц/га

Варіанти технології	Попередники			Середня урожайність
	чорний пар	соя	кукурудза на силос	
Традиційна	61,5	55,1	48,9	55,2
Мінімальна	61,5	58,5	49,7	56,6
Нульова	61,3	55,9	47,5	54,6

Вплив технології вирощування проявляється насамперед на гірших попередниках. Наприклад, різниця у продуктивності між мінімальною та нульовою технологіями на фоні попередника чистий пар складала 0,2 ц/га, а на фоні попередника соя – 3,6 ц/га, на фоні кукурудзи на силос – 2,2 ц/га. Різниця по останнім двом попередникам є статистично достовірною. В середньому енергозберігаюча мінімальна та нульова технології забезпечили отримання прибавки врожаю на 1,4 ц/га.

Показники стану посіву пшениці озимої (табл. 2) залежно від технології вирощування в останній період свідчать, що і в не зовсім сприятливих кліматичних умовах, які були характерні для осіннього періоду розвитку культури 2021 року, технології суттєвого впливу не мають. Густота стеблостою озимої пшениці за будь-якої технології найвища після чорного пару, а найменша після кукурудзи на силос.

2. Стан пшениці озимої в осінній період залежно від технології вирощування та попередників

Варіанти технології	Соя		Кукурудза на силос		Чорний пар	
	Глибина вузла кущення, см	Густота стояння, шт./м^2	Глибина вузла кущення, см	Густота стояння, шт./м^2	Глибина вузла кущення, см	Густота стояння, шт./м^2
Традиційна	3,7	569	3,7	550	5,3	579
Мінімальна	3,7	561	3,7	540	5,3	568
Нульова	3,7	557	3,7	541	5,3	560

Одна з головних переваг мінімалізації обробітку ґрунту – це збереження вологи. За рахунок цього фактору часто вдається отримати сходи пшениці як першої запоруки високого урожаю цієї культури. Для наступних культур сівозміни має значення вологість ґрунту після збирання пшениці озимої. Значення останньої насамперед проявляється в можливій кількості сходів післяжнивних бур'янів, якості проведення наступних механічних обробітків ґрунту.

Визначення вологості ґрунту перед збиранням пшениці озимої (табл. 3) показало, що навіть в умовах незначної кількості опадів у першій половині вегетаційного сезону, при стандартній технології у верхньому шарі вологість ґрунту менша, ніж при мінімальній чи нульовій технологіях.

Наприклад, у шарі 0–10 см на нульовій та мінімальній технологіях на 25,5 та 28,8 %, а після кращого попередника сої – відповідно на 19,0 та 12,8 %. У глибших шарах внаслідок значних опадів перед збиранням суттєвої різниці між варіантами технологій не спостерігається.

3. Вологість ґрунту перед збиранням пшениці озимої

Шар ґрунту, см	Традиційна		Мінімальна		Нульова	
	кукурудза на силос	соя	кукурудза на силос	соя	кукурудза на силос	соя
0–10	18,4	21,1	23,7	23,8	23,1	25,1
10–20	25,2	27,3	25,2	26,2	24,2	26,6
20–30	26,5	25,6	25,3	25,8	24,8	24,6
30–40	27,6	25,3	27,8	26,4	26,9	24,7
40–50	27,2	22,5	27,5	23,0	25,1	21,0
50–60	24,3	19,4	25,3	23,7	24,9	22,5
60–70	23,0	20,4	24,4	19,6	23,5	19,8
70–80	23,7	17,7	23,7	18,1	23,6	17,9
80–100	23,6	16,6	24,2	17,1	24,1	17,5

Переваги мінімального та нульового обробітку ґрунту з успіхом використовують не лише культурні рослини, а й бур'яни. Це пояснює загальновідомий факт, що за мінімалізації обробітку ґрунту зростає рівень забур'яненості, особливо в перші роки цього впровадження.

4. Вплив технологій вирощування та попередників на рівень забур'яненості посівів пшениці озимої, шт./м^2

Варіанти технології	Попередник		
	чорний пар	соя	кукурудза на силос
	Забур'яненість посівів, шт./м^2		
Традиційна	16,4	12,2	12,2
Мінімальна	18,1	18,2	16,8
Нульова	18,4	13,6	14,5

Наведені в табл. 4 результати свідчать, що навіть після найбільш сприятливого попередника чорний пар, рівень забур'яненості навесні у фазу кущення пшениці озимої на варіантах мінімальної та нульової технологій був відповідно у 2,7 та 3,5 раза вищим, ніж на варіантах стандартної технології. Після сої це співвідношення відповідно складає 5,9 та 3,3 раза, а після кукурудзи на силос – 3,1 та 2,3 раза. Загалом у середньому весняна забур'яненість на варіантах мінімальної та нульової технологій виявилася близько 19,0 та 17,8 шт./м^2. Типовим явищем є те, що обмеження механічного обробітку ґрунту насамперед призводить до поширення у складі бур'янового угрупування багаторічних та дводольних бур'янів. Малорічні зимуючі види при зменшенні глибини обробітку ґрунту або повної відмови від нього різко збільшують рівень своєї присутності в посівах. Наприклад, чисельність талабану польового на стандартній технології в середньому складала 2,2 шт./м^2, а на варіантах мінімальної та нульової технології – відповідно 4,5 та 3,4 шт./м^2.

Зміна родючості ґрунту зумовлює певні зміни і в якості зерна озимої пшениці. Показники якості зерна озимої пшениці залежно від технології наведені в табл. 5.

5. Вплив технологій вирощування та попередників на якісні показники зерна пшениці озимої

Технологія	Попередник	Вологість зерна, %	Загальна скловидність, %	Клейковина, %	ВДК озимої пшениці	Група якості
Традиційна	Чорний пар	14,6	50/10	22,9	95	2
	Соя	10,1	51/11	24,0	80	2
	Кукурудза на силос	10,2	49/10	22,8	90	2
Мінімальна	Чорний пар	17,1	50/11	24,0	100	2
	Соя	9,7	51/12	24,0	80	2
	Кукурудза на силос	10,9	49/10	24,8	95	2
Нульова	Чорний пар	18,1	51/11	24,8	100	2
	Соя	9,8	50/10	23,8	85	2
	Кукурудза на силос	9,8	52/12	22,0	85	2

З наведених даних можна зробити висновок, що на показники якості більшою мірою впливали технології, ніж попередники. Найбільш високий вміст клейковини спостерігався при мінімальній та нульовій технологіях – 24,3 і 24,8 % порівняно зі стандартною технологією – 22,9 %. При цьому вплив попередників на вміст клейковини при мінімальній технології порівняно з іншими технологіями був найбільший. Він коливається в межах від 24 до 24,8 %, тоді як за традиційної технології він коливається по попередниках у межах від 22 до 24 %.

Необхідно звернути увагу, що мінімальна та нульова технології різко поліпшили стан посіву після найгіршого попередника кукурудзи на силос. Особливо це помітно на варіантах нульової технології, де густота стояння після цього попередника на 46 % вище, ніж на традиційній, і це в умовах недостатнього зволоження в осінній період. В умовах нестачі вологи переваги мінімальної та нульової технологій будуть більші.

Сукупно із результатами спостережень за рослинами пшениці озимої та рівнем забур'яненості такі спостереження були повторені у фазу кущення та достигання. Це дало змогу детальніше визначити переваги та недоліки кожного варіанту технології.

Істотно впливає на щільність ґрунту обробіток, особливо його способи. Із табл. 6 видно, що при мінімальному та нульовому обробітках ґрунту щільність найменша порівняно із традиційним, але суттєво не відрізняються між собою.

6. Об'ємна маса ґрунту після посіву пшениці озимої на стаціонарному досліді, г/см^3

Технологія	Попередники	Шар ґрунту, см		
		0–10	10–20	20–30
Традиційна	Чорний пар	1,20	1,25	1,19
	Соя	1,12	1,25	1,25
	Кукурудза на силос	1,20	1,14	1,24
Мінімальна	Чорний пар	1,08	1,15	1,15
	Соя	1,19	1,34	1,24
	Кукурудза на силос	1,07	1,29	1,15
Нульова	Чорний пар	1,08	1,18	1,35
	Соя	1,11	1,25	1,36
	Кукурудза на силос	1,06	1,27	1,24

Слід також відмітити, що щільність – один із найбільш важливих агрофізичних показників, що характеризують родючість ґрунту. Оптимальні межі показників для більшості сільськогосподарських культур перебувають у межах 1,1–1,3 г/см^3. Оптимальна щільність сприяє більш швидкій і дружній

появі сходів (у середньому на 2–3 дні), збільшенню вегетативної маси культур і продуктивнішому розвитку всієї кореневої системи, що допомагає отримати високі врожаї. За результатами отриманих даних, цей показник перебуває у відповідних межах практично на всіх варіантах системи обробітку ґрунту (виняток становить нульовий обробіток ґрунту в шарі 20–30 см).

Висновки

За результатами досліджень виявлено, що енергозберігаюча мінімальна та нульова технології забезпечили отримання прибавки врожаю пшениці озимої в середньому на 1,4 ц/га. Рівень забур'яненості посівів пшениці озимої був найбільшим у разі мінімальної технології обробітку ґрунту за будь-якого попередника (від 16,8 шт./м^2 після кукурудзи на силос до 18,2 шт./м^2 після сої) та найменшим – за традиційної технології (від 12,2 шт./м^2 після кукурудзи на силос та сої до 16,4 шт./м^2 після чорного пару), що є типовим явищем через обмеження механічного обробітку ґрунту. Найбільш високий вміст клейковини зерна пшениці озимої було отримано за умови мінімальної та нульової технологій – відповідно 24,3 і 24,8 %, порівняно зі стандартною технологією – 22,9 %. Мінімальна та нульова технології сприяли різкому поліпшенню стану посіву після найгіршого попередника кукурудзи на силос. Особливо це помітно на варіантах нульової технології, де густота стояння після цього попередника на 46 % вище ніж за традиційної. Отже, в умовах нестачі вологи переваги мінімальної та нульової технологій є очевидні.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні мінімальної маловитратної технології, різновидом якої є і технологія No-Till.

References

1. Lahutenko, O. T. (2012). *Ahroekolohiia: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova [In Ukrainian].
2. Medvediev, V. V., Laktionova, T. M., & Bihun O. M. (2009). Otsinka umov ekspluatatsii gruntoobrobnoi tekhniky za vlastyvostiamy gruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 24–32. [In Ukrainian].
3. Zhe Liu, Z., Cao, S., Sun, Z., Wang, H., Qu, S., Lei, N., He, J., & Dong, Q. (2021). Tillage effects on soil properties and crop yield after land reclamation. Scientific Reports, 11, 4611. doi: 10.1038/s41598-021-84191-z
4. Tanchyk, S. P. (2009). Efektyvnist system zemlerobstva v Ukraini. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 5–11. [In Ukrainian].
5. Chaika, T. O. (2018). Vybir system obrobitku gruntu za umovy yoho rodiuchosti. *Importozaminni tekhnolohii vyroshchuvannia, zberihannia i pererobky produktsii sadivnytstva ta roslynnytstva: materialy IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Uman: Vydavets «Sochinskyi M. M.» Retrieved from: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4634 [In Ukrainian].
6. Fomenko, Yu., & Horobets, V. (2010). Znyshchennia chornozemiv – katastrofa Ukrainy. Retrieved from: http://blogger.com.ua/2010/знищення-чорноземів-катастрофа-украї/ [In Ukrainian].
7. Bezuhlyi, M., Havryliuk, M., & Adamchuk, V. (2007). Poshuk obiektyvnoi otsinky system obrobitku gruntu v Ukraini. Retrieved from: http://a7d.com.ua/501-poshuk_obktivno_ocnki_sistem_obrobtku_gruntu_v_ukran.html [In Ukrainian].
8. Chaika, T. O. (2018). Rol minimalnoho obrobitku gruntu v orhanichnomu zemlerobstvi. *Inzheneriia Pryrodokorystuvannia*, 2 (10), 37–44. [In Ukrainian].
9. Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*, 3 (2), 119–129. doi: 10.1016/j.iswcr.2015.05.002
10. Huang, G-B., Chai, Q., Feng, F.-X, & Yu, A.-Z. (2012). Effects of different tillage systems on soil properties, root growth, grain yield, and water use efficiency of winter wheat (Triticum aestivum L.) in Arid Northwest China. *Journal of Integrative Agriculture*, 11 (8), 1286–1296. doi: 10.1016/S2095-3119(12)60125-7
11. Mousavi-Boogar, A., Azizi, K., Feizian, M., & Eisvand, H. R. (2021). Effects of different tillage systems on soil properties, and yield and yield components of barley. *Archives of Agronomy and Soil Science*, doi: 10.1080/03650340.2021.1928090
12. Chichongue, O., Tol, J. V., Ceronio, G., & Preez, C. D. (2020). Effects of tillage systems and cropping patterns on soil physical properties in Mozambique. *Agriculture*, 10 (10), 448. doi: 10.3390/agriculture10100448

13. Woźniak, A., & Rachoń, L. (2020). Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties. *Agriculture*, 10 (9), 405. doi: 10.3390/agriculture10090405

14. Pospielov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Produktyvnist kultur u korotkorotatsiinykh sivozminakh zalezhno vid obrobitku gruntu y udobrennia v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 69–79. doi: 10.31210/visnyk2020.04.08 [In Ukrainian].

15. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 85–91. doi: 10.31210/visnyk2019.03.11 [In Ukrainian].

16. Lafond, G. P., Boyetchko, S. M., Brandt, S. A., Clayton, G. W., & Entz, M. H. (1996). Influence of changing tillage practices on crop production. *Canadian Journal of Plant Science*, 76 (4). doi: 10.4141/cjps96-114

17. Karami, A., Homaee, M., Afzalinia, S., Ruhipour, H., & Basirat, S. (2012). Organic resource management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 148, 22–28. doi: 10.1016/j.agee.2011.10.021

18. Rabot, E., Wiesmeier, M., Schlüter, S., & Vogel, H. J. (2018). Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma*, 314, 122–137. doi: 10.1016/j.geoderma.2017.11.009

19. Blanco-Canqui, H., & Ruis, S. J. (2018). No-tillage and soil physical environment. *Geoderma*, 326, 164–200. doi: 10.1016/j.geoderma.2018.03.011

20. Chaika, T. O., Levchenko, L. M., Krykunova, V. Yu., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., Popova, K. M., & Antonovskiy, O. V. (2020). Productivity of grain-beet rotations depending on tillage and fertilization in the Forest-steppe of Ukraine. *SWorldJournal*, 6 (2), 107–118. doi: 10.30888/2663-5712.2020-06-02-016

21. Hernanz, J. L., Sánchez-Girón, V., & Navarrete, L. (2009). Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133, 114–122. doi: 10.1016/j.agee.2009.05.009

Стаття надійшла до редакції: 26.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко В. В., Карасенко В. М., Кракотець С. І. Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 64–70.

© Ляшенко Віктор Васильович, Карасенко Владислав Миколайович, Кракотець Світлана Ігорівна, 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 633.11:631.672 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.08**

AGRO-CLIMATIC MOISTURE SUPPLY ESTIMATION OF WINTER WHEAT VEGETATION PERIOD IN VINNYTSIA REGION

N. V. Kyrnasivska[1*] ORCID 0000-0002-5179-6163
O. A. Kolesnikova[2]

[1] Odesa State Environmental University, 15, Lvivska str., Odessa, 65016, Ukraine
[2] Vinnytsia Regional Hydro-meteorological center, 14/127 I. Bohun/Rudansky str., Vinnytsia, 21010, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: nkirnasivska@gmail.com

How to Cite

Kyrnasivska, N. V., & Kolesnikova, O. A. (2021). Agro-climatic moisture-supply estimation of winter wheat vegetation period in Vinnytsia region. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 71–78. doi: 10.31210/visnyk2021.04.08

Soil moisture is a resource for plant growth and development and the main factor that determines the conditions of crop existence and tillage. Comparing moisture requirements of plants with the actual water consumption (due to the difference or ratio) can serve as an agro-climatic indicator of moisture supply of the area for growing crops. The article presents the results of agro-climatic estimation of moisture supply of winter wheat crops in Vinnytsia region. To perform the task, the average long-term observation data on the network of meteorological and agro-meteorological stations of the region were analyzed, as well as the annual observation data on the phases of winter wheat, growth and development and productive moisture reserves in the arable (0–20 cm) and meter (0–100 cm) soil layers during the period from 2010 to 2020. The estimation of the correlation between soil moisture and partial field water-holding capacity for the main phases of winter wheat development in 0-50, 0-100 cm soil layers allowed to establish that for the phase of vegetation restoration in the soil layer of 0-50 cm, the deficit of soil moisture was insignificant and did not exceed 28 mm on the territory of the region. The reserves of productive moisture in the soil layer of 0-100 cm on the date of earing of winter wheat made 53-74 % of partial field water-holding capacity. For agro-climatic areas of the region, the average long-term characteristics of moistening conditions for the period of winter wheat active vegetation were analyzed. Based on the average long-term conditions of the water regime in the growing season of winter wheat, the actual moisture supply of winter wheat crops in the first agro-climatic region amounted to 92-100 %, and in the second agro-climatic region – 65-84 %. The analysis of annual productive moisture reserves in the soil arable layer has shown the greatest variability of moisture supply in the autumn period, which is associated with changes in the precipitation regime. For the first time for the territory of Vinnytsia region, the supply of productive moisture resources in the soil before the beginning of the main phases of winter wheat development by gradations, designated 10 mm in the arable layer on the date of sowing, and 25 mm in the meter layer of soil on the date of vegetation, earing and wax ripeness, was determined.

Key words: *moisture supply, winter wheat, reserves of productive moisture, probability of productive moisture reserves, agro-climatic estimation, soil climate.*

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ПЕРІОДУ ВЕГЕТАЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Н. В. Кирнасівська[1]***, О. А. Колеснікова***[2]
[1] Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна
[2] Вінницький обласний центр з гідрометеорології, м. Вінниця, Україна

Ґрунтова волога – це ресурс для росту та розвитку рослини і це основний фактор, який визначає умови існування сільськогосподарських культур і обробітку ґрунту. Порівняння потреби рослин у волозі з фактичним водоспоживанням (через різницю або відношення) може служити агрокліматичним показником вологозабезпеченості цієї території для вирощування сільськогосподарських культур. У статті представлені результати агрокліматичної оцінки вологозабезпеченості посівів озимої пшениці на території Вінницької області. Для виконання задачі були проаналізовані середньобагаторічні дані спостережень на мережі метеорологічних та агрометеорологічних станцій області, а також щорічні дані спостережень щодо фаз росту і розвитку озимої пшениці, запасів продуктивної вологи під культурою в орному (0–20 см) та метровому (0–100 см) шарах ґрунту в період з 2010 по 2020 роки. Виконана оцінка залежності між вологозапасами у ґрунті та неповною польовою вологоємністю на основні фази розвитку озимої пшениці в шарах ґрунту 0–50, 0–100 см дозволила встановити, що на фазу відновлення вегетації в шарі ґрунту 0–50 см дефіцит вологості ґрунту незначний і не перевищує 28 мм по території області. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на дату колосіння озимої пшениці складають 53–74 % неповної польової вологоємності. Для агрокліматичних районів області проаналізовано середньобагаторічні характеристики умов зволоження за період активної вегетації озимої пшениці. Зважаючи на середньобагаторічні умови водного режиму у вегетаційний період озимої пшениці, фактична вологозабезпеченність посівів озимої пшениці у першому агрокліматичному районі складає 92–100 %, а у другому агрокліматичному районі 65–84 %. Аналіз щорічних запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту показав найбільшу мінливість вологозабезпечення в осінній період, що пов'язано зі змінами в режимі випадіння опадів. Уперше для території Вінницької області визначена забезпеченість запасів продуктивної вологи у ґрунті до початку настання основних фаз розвитку озимої пшениці за градаціями, які виділені в орному шарі – через 10 мм на дату посіву, а в метровому шарі ґрунту – через 25 мм на дату відновлення вегетації, колосіння і воскової стиглості.

Ключові слова: *вологозабезпеченість, озима пшениця, запаси продуктивної вологи, імовірність запасів продуктивної вологи, агрокліматична оцінка, клімат ґрунту.*

Вступ

З усіх елементів клімату ґрунту вологість є найбільш складною через свою багатофакторність і потребує окремого вивчення. Комплексне агрокліматичне дослідження часової мінливості вологості ґрунту, яке базується на виявленні закономірностей формування водного режиму ґрунтів вперше було проведено Г. Н. Висоцьким (1960), який визначив географію взаємодії водного режиму ґрунтів і клімату і визначив типи водного режиму ґрунтів. Всебічне дослідження законів поводження ґрунтової вологи представлено в наукових роботах А. А. Роде (1965), С. А. Вериго, Л. А. Разумової (1957, 1963, 1976). В 70–80-ті роки для подальшого розвитку сільського господарства проводили досить великомасштабні заходи щодо меліорації земель. Через це в ті роки було проведено низку фундаментальних досліджень щодо проблем ресурсів вологи, вологопотреби та вологозабезпеченості для різних кліматичних зон. Відомі роботи А. М. Алпатьєва (1969), М. І. Будико (1971), А. Р. Константинова (1968), Л. І. Зубенок (1976), С. І. Марченко, А. М. Шульгина (1972), Л. С. Кельчевської (1983). Мікрокліматичні дослідження з цієї проблематики знайшли розвиток у роботах І. А. Гольцберг (1967), Е. Н. Романової (1977), В. І. Конторщикова (1979), А. В. Мещерської (1982), Н. Г. Горишиної (1971). Було розпочато вивчення статистичних структур полів вологості ґрунту в мілкому масштабі.

Надзвичайно велика роль весняних запасів продуктивної вологи у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. Такі дослідження були проведені у фундаментальних роботах Е. С. Уланової (1975) стосовно озимої пшениці в Україні та на Північному Кавказі, М. С. Кулика,

Ф. Ф. Давітія (1952) стосовно посівів ярової пшениці для степової частини ЕТК, А. П. Федосеєва (1964) для оцінки умов вирощування пасовищної рослинності в Казахстані, Ю. І. Чиркова (1969) для оцінки врожаїв кукурудзи. Такі учені, як В. А. Смирнова (1961), Л. С. Кельчевська (1983) досліджували зв'язок урожаю культур (соняшник, цукровий буряк, озимі зернові) з умовними показниками зволоження ґрунту. Комплексний метод визначення у ґрунтах надлишку або нестачі вологи для рослин розробив А. М. Алпатьев (1969).

Стосовно території України в «Агрокліматичному атласі Української РСР» (1964) наведені значні наукові розробки і побудовано низку агрокліматичних карт у дрібному масштабі за окремими показниками умов зволоження і вологозабезпечення. Пізніше у книзі «Клімат України» [7] були опубліковані дрібно-масштабні кліматичні карти розподілу сумарного випаровування за рік (Е, мм) у межах України. Натепер для території України З. А. Міщенко, Н. В. Кирнасівською [5, 12, 13], Г. В. Ляшенко [11], А. В. Круківською [8], виконані фундаментальні дослідження з агрокліматичної оцінки умов вологозабезпеченості території з подальшим комплексним районуванням ресурсів вологи і вологозабезпечення.

Останніми роками науковці в частині землеробства та рослинництва присвячують свої роботи характеристикам запасів продуктивної вологи різних типів ґрунтів у різних агроценозах [9, 14, 16, 17, 20], оцінці запасів продуктивної вологи у вегетаційний період у розрізі адміністративних областей [2, 3, 4], вологозабезпеченості періоду вегетації та територій [6, 15, 18, 21], актуальними є роботи щодо оцінки ресурсів вологи в умовах змін клімату [10].

Мета роботи – виявити особливості динаміки запасів продуктивної вологи та вологозабезпеченості періоду вегетації озимої пшениці у Вінницькій області з імовірною оцінкою можливих запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на дату посіву та шарі ґрунту 0–100 см на основні фази розвитку культури.

Завдання дослідження: оцінити залежності між вологозапасами у ґрунті та неповною польовою вологоємкістю на основні фази розвитку озимої пшениці; виявити закономірності просторової та часової динаміки запасів продуктивної вологи під культурою; оцінити забезпеченість запасів продуктивної вологи в різних шарах ґрунту в основні фази розвитку озимої пшениці.

Матеріали і методи досліджень

Для агрокліматичної оцінки вологозабезпеченості посівів озимої пшениці на досліджуваній території використані класичні методи агрокліматичних розрахунків і узагальнень. Як вихідну інформацію використовували середньобагаторічні дані спостережень на мережі метеорологічних та агрометеорологічних станцій Вінницької області: відомості з «Агрокліматичного довідника по Вінницькій області: (1986–2005 рр.)» [1] за кількістю опадів, найменшою польовою вологоємністю, середньобагаторічними запасами продуктивної вологи під озимою пшеницею. А також щорічні дані спостережень щодо фаз росту і розвитку озимої пшениці, сум опадів за період з 1995 по 2019 роки, запасів продуктивної вологи під культурою в орному (0–20 см) та метровому (0–100 см) шарах ґрунту в період з 2010 по 2020 роки на агрометеорологічних станціях.

Забезпеченість запасів продуктивної вологи розрахована за градаціями, які виділені в орному шарі – через 10 мм, а в метровому шарі ґрунту – через 25 мм на початок посіву і настання основних фаз розвитку озимої пшениці: відновлення вегетації, колосіння і воскова стиглість. Забезпеченість різних вологозапасів одержана за допомогою інтегральних кривих забезпеченості. Так, для території Вінницької області ряди фактичних спостережень за вологістю ґрунту, за якими побудовано інтегральні криві забезпеченості досить короткі – 11 років (2010–2020 рр.), тому проведено їх згладжування та екстраполяція.

Для розрахунку забезпеченості використана формула:

$$P = \frac{m - 0{,}3}{n + 0{,}4} \cdot 100 \qquad (1)$$

де P – забезпеченість, %: m – порядковий номер члену ряду; n – число спостережень у ряді.

Результати досліджень та їх обговорення

Як зазначається у науковій літературі, оптимальні умови для росту і розвитку озимої пшениці створюються при вологості ґрунту не менше 75–80 % від його польової вологоємності. Велика кількість опадів у весняно-літній період сприяє сильному росту вегетативної маси, що призводить до

вилягання рослин, погіршення фітосанітарного стану посівів і зниження врожайності. Надмірна кількість опадів у період формування і дозрівання зерна призводить до ураження хворобами і зниження якості зерна. Вологозабезпеченість рослин за вологозапасами ґрунту зазвичай оцінюють, порівнюючи кількість вологи, що знаходиться у ґрунті ($W_ф$) з найменшою польовою вологоємністю (НПВ) – $W_{НВ}$. Аналізуючи одержані кількісні характеристики, які наведені в табл. 1, відмітимо, що на фазу відновлення вегетації, яка по території Вінницької області в середньобагаторічному настає у третій декаді березня в шарі ґрунту 0–50 см запаси продуктивної вологи (ЗПВ) під посівами озимої пшениці складають 90–105 мм у північній частині області, що відповідає 83–100 % НПВ, та 73–88 мм у південній частині, що складає 74–95 % НПВ.

1. Оцінка залежності між вологозапасами у ґрунті та неповною польовою вологоємністю на основні фази розвитку в шарах ґрунту 0–50, 0–100 см під посівами озимої пшениці у Вінницькій області

Станція	Механічний склад	Весна						
		Шар ґрунту 0–50 см Фаза відновлення вегетації				Шар ґрунту 0–100 см Фаза колосіння		
		W_0	$W_{нпв}$	$W_0/W_{нпв}$	$D=W_0-Wнпв$	Wп	$W_{нпв}$	$Wп/W_{нпв}$
Білопілля	середньосуглинковий	104	126	0,83	-22	130	228	0,57
Хмільник	середньосуглинковий	95	107	0,89	-12	124	205	0,61
Липовець	середньосуглинковий	90	97	0,93	-7	105	177	0,59
Вінниця	середньосуглинковий	105	124	0,85	-19	132	214	0,62
Жмеринка	середньосуглинковий	101	100	1,0	1	132	197	0,67
Гайсин	середньосуглинковий	83	111	0,75	-28	146	207	0,71
М.-Подільський	важкосуглинковий	73	98	0,74	-25	103	197	0,52
Крижопіль	важкосуглинковий	88	93	0,95	-5	133	179	0,74

Так, дефіцит вологості ґрунту (D) в шарі 0–50 см на початок весни незначний і не перевищує 28 мм по території області. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на дату колосіння озимої пшениці збільшуються до 103–146 мм, що складає 53–74 % НПВ.

У табл. 2 представлена характеристики умов зволоження за період активної вегетації озимої пшениці у Вінницькій області за середньобагаторічними даними.

2. ***Середньобагаторічні характеристики умов зволоження за період активної вегетації озимої пшениці у Вінницькій області***

Агрокліматичний район	Сума опадів за період (мм)	Сума дефіцитів вологості повітря за період	Станція	Тип ґрунту, механічний склад	Запаси продуктивної вологи в 0–100 см, (мм)				
					на початок весни		мінімальні		На кінець осені
					зяб	оз. шен.	зяб	оз. шен.	
1	430-480	748-830	Білопілля	Чорнозем глибокий малогумусний середньосуглинковий	184	184	122	99	140
			Вінниця	Сірий лісовий опідзолений середньосуглинковий	186	174	135	93	134
			Хмільник	Чорнозем глибокий малогумусний середньосуглинковий	174	173	124	109	128
			Жмеринка	Сірий опідзолений слабозмитий середньосуглинковий	178	189	155	116	131
			Липовець	Чорнозем глибокий середньосуглинковий	152	172	121	111	115
2	400-440	838-950	Гайсин	Сірий лісовий опідзолений середньосуглинковий	151	152	103	115	105
			М.-Подільський	Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий	158	147	101	101	145
			Крижопіль	Чорнозем опідзолений важкосуглинковий	164	162	92	110	143

На початку вегетації запаси продуктивної вологи по зябі в північно-східних районах найбільші і становлять 184–186 мм у метровому шарі чорноземних та сіро-лісових ґрунтів (ст. Білопілля, Вінниця). Дещо менше, 174–178 мм, буває в західних районах (ст. Хмільник, Жмеринка). На північному сході області на чорноземах глибоких та сірих лісових ґрунтах запаси вологи найменші – 152–151 мм (ст. Липовець, Гайсин). На південному заході (ст. Крижопіль) запаси продуктивної вологи на початок весни збільшуються до 164 мм.

Загальну оцінку вологозабезпечення сільськогосподарських культур можна дати шляхом зіставлення потреби їх у волозі з фактичними її ресурсами. Згідно з дослідженням, потреба культурних рослин у воді за весь період вегетації в різних ґрунтових зонах майже збігається з випаровуваністю за той же період. Потреба озимої пшениці у воді за період від відновлення вегетації до дозрівання становить у північних районах Вінницької області 310–326 мм, зменшуючись на сході і на південному заході до 247–253 мм (табл. 3).

3. Вологозабезпеченість озимої пшениці у весняно-літній період вегетації у Вінницькій області

Агрокліматичний район	Станція	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі ґрунту 0-100 см		Кількість опадів від відновлення вегетації до дозрівання, мм	Сума випаровування від відновлення вегетації до дозрівання, мм	Вологозабезпеченість	
		Відновлення вегетації	дозрівання			оптимальна потреба у воді, мм	фактична потреба (у % від оптимальної)
1	Білопілля	185	99	224	310	298	100
	Вінниця	193	93	226	326	316	92
	Хмільник	185	109	234	310	309	100
	Жмеринка	184	116	218	286	311	92
	Липовець	167	111	236	292	309	94
2	Гайсин	157	115	205	247	294	84
	М.-Подільський	157	101	197	253	328	77
	Крижопіль	167	110	216	273	309	65

Оптимальна потреба у воді в межах області складає в першому агрокліматичному районі 298–316 мм, а в другому агрокліматичному районі не перевищує 328 мм. Для об'єктивної оцінки умов, які зазвичай спостерігаються в різні періоди вегетації озимих культур, більш інформативними будуть дані про середні багаторічні запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (табл. 4).

4. Середні багаторічні запаси продуктивної вологи (мм) під озимою пшеницею в шарі ґрунту 0–20 см у Вінницькій області в період від відновлення вегетації до дозрівання

Станція	місяць				
	III	IV	V	VI	VII
Білопілля	46	40	28	27	25
Хмільник	36	33	23	21	20
Липовець	38	35	23	26	28
Вінниця	44	42	30	28	25
Жмеринка	43	40	30	27	28
Гайсин	32	31	24	25	24
М.-Подільський	26	25	17	18	19
Крижопіль	37	33	25	24	21

У більшості районів області запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту у весняний період відзначаються вологим кліматом ґрунтів, у літні місяці – помірно вологим. Виключення складає ст. Могилів-Подільський, де у травні-липні має місце недостатньо вологий клімат ґрунту.

Середні багаторічні значення запасів продуктивної вологи у ґрунті не можуть відображати коливання вологозапасів по роках унаслідок великої мінливості запасів продуктивної вологи в часі. За середньобагаторічними величинами важко оцінити забезпеченість сільськогосподарських культур вологою в окремі роки. Вміст середніх багаторічних величин можна розкрити за допомогою таблиці забезпеченості, яка показує, як часто при тій чи тій середній величині спостерігаються вологозапаси вищезазначених градацій (табл. 5 – 6).

5. Забезпеченість (%) запасів продуктивної вологи (мм) у шарі ґрунту 0–20 см на дату посіву озимої пшениці у Вінницькій області

Станція	$\overline{W}$, *мм*	Запаси продуктивної вологи (мм) більше				
		10	20	30	40	50
Посів						
Білопілля	32	95	85	55	30	5
Хмільник	29	95	85	45	15	5
Липовець	29	90	80	35	10	3
Вінниця	33	99	95	60	20	5
Жмеринка	32	95	85	55	30	5
Гайсин	23	98	85	60	10	1
М.-Подільський	20	85	60	25	5	
Крижопіль	31	90	80	55	20	5

6. Забезпеченість (%) запасів продуктивної вологи (мм) в шарі ґрунту 0–100 см на дату настання основних фаз розвитку озимої пшениці у Вінницькій області

Станція	$\overline{W}$, *мм*	Запаси продуктивної вологи (мм) більше						
		50	75	100	125	150	175	200
Відновлення вегетації								
Білопілля	185					94	59	5
Липовець	167				85	50	20	10
Вінниця	193					85	60	5
Крижопіль	167			92	89	59	22	
Колосіння								
Білопілля	130		93	73	33	19	11	
Хмільник	124		90	70	50	25	15	10
Липовець	105	70	55	40	30	5		
Вінниця	132	95	85	65	50	20	15	5
Гайсин	136	85	75	60	55	35	25	15
М.-Подільський	103		80	50	40	20	5	
Крижопіль	133		94	84	45	24		
Воскова стиглість								
Білопілля	99	86	77	44	21	15		
Липовець	111	52	20	10				
Вінниця	111	80	65	45	30	15	10	
Гайсин	115	85	70	55	40	20		
М.-Подільський	101	92	75	50	30	20	10	
Крижопіль	105		91	62	33	6		

У табл. 5 наведено значення забезпеченості запасів продуктивної вологи (мм) в орному шарі ґрунту на початок посіву озимої пшениці у Вінницькій області. Зазначимо, що масовий сів культури відбувається у другу декаду вересня, коли середньобагаторічні запаси продуктивної вологи складають 20–32 мм, що відповідає помірно вологому клімату ґрунтів за типізацією Шульгина. Аналізуючи щорічні запаси продуктивної вологи за одинадцятирічний період, відзначимо, що в більшості років на значній території області на 85 % забезпечені вологозапаси понад 20 мм. І тільки 1–3 рази на 10 років буде мати місце вологий клімат ґрунту з вологозапасами понад 40 мм в орному шарі ґрунту.

Аналізуючи дані, які наведені в табл. 6, зазначимо, що на дату відновлення вегетації, яка по території Вінницької області припадає на третю декаду березня, середньобагаторічні запаси продуктивної вологи складають 167–193 мм, що відповідає вологому клімату ґрунтів.

Так, у північних районах області найвищу забезпеченість мають запаси продуктивної вологи вище 150–175 мм; у південних районах найвищу забезпеченість мають ЗПВ 0–100 см вище 100–125 мм, що відповідає помірно вологому клімату ґрунтів.

Колосіння озимої пшениці по території Вінницької області спостерігається у третю декаду травня. Середньобагаторічні вологозапаси в цей період складають 103–136 мм – помірно вологий клімат ґрунтів; на 70–90 % забезпечені вологозапаси понад 50–75 мм, що відповідає недостатньо вологому клімату ґрунтів і тільки на 30–40 % забезпечені ЗПВ 0–100 см понад 150 мм. Воскова стиглість озимої пшениці по території області спостерігається в першу декаду липня, на цей час ЗПВ 0–100 см значно зменшуються і в середньобагаторічному не перевищують 115 мм. Найвищий відсоток забезпеченості мають вологозапаси у 50–75 мм (недостатньо вологий клімат ґрунтів). На 30–40 % забезпечені вологозапаси на дату воскової стиглості не більше 125 мм. І тільки 1–2 рази на 10 років можуть спостерігатися вологозапаси у 150 мм. Ці запаси вологи відповідають помірно-вологому клімату ґрунтів.

Висновки

1. Встановлено, що в період активної вегетації озимої пшениці складаються відмінні умови вологозабезпеченості культури на початок відновлення вегетації та добрі на дату колосіння.

2. Для вегетаційного періоду характерні величезні витрати ґрунтової вологи з кореневого шару на випаровування і транспірацію, які зазвичай не компенсуються опадами. Протягом літа запаси вологи поступово зменшуються, доходячи до мінімуму під озимими в першій декаді липня. В середньобагаторічному в окремих районах вони нижчі за 100 мм.

3. Виходячи із середньобагаторічних умов водного режиму, у вегетаційний період озимої пшениці фактична вологозабезпеченність посівів озимої пшениці в першому агрокліматичному районі складає 92–100 %, а у другому агрокліматичному районі 65–84 %.

4. Уперше для території Вінницької області виконана імовірна оцінка запасів продуктивної вологи різної забезпеченності в шарах ґрунту 0–20 см на фазу посіву та 0–100 см на фази відновлення вегетації, колосіння, воскової стиглості озимої пшениці.

Зважаючи на одержану агрокліматичну оцінку запасів продуктивної вологи під озимою пшеницею, можна зазначити таке: сучасні кліматичні зміни на території Вінницької області проявляються так: суттєво зростає мінливість запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту в кінці літа – початку вересня, що призводить до погіршення умов для сівби озимих культур і в подальшому пересівання площ зернових через недостатній розвиток рослин восени і пошкодження в зимовий період. Запаси вологи літнього періоду схильні до меншої мінливості. Вологозабезпечення орного шару ґрунту навесні до початку вегетації близькі до багаторічних значень.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні клімату ґрунтів (температурний режим, умови перезимівлі) території Вінницької області щодо вирощування озимої пшениці.

References

1. Koshchavka, M. M., & Adamenko, T. I. (red.). (2010). *Ahroklimatychnyi dovidnyk po Vinnytskii oblasti: (1986–2005 rr)*. Vinnytsia: Astroprynt [In Ukrainian].

2. Anciferova, O. A., & Samarina, E. D. (2018). Ocenka zapasov produktivnoj vlagi pod ozimoj pshenicej v usloviyah neodnorodnogo relefa. *Nauchnyj zhurnal "Izvestiya kgtu"*, 50, 127–136. [In Russian].

3. Beseda, O. O., Havryliuk, Yu. V., Bashtova, I. P., & Kisilov, D. M. (2020). Osoblyvosti rozvytku pshenytsi ozymoi v umovakh anomalno teploi zymy Pivdennoho Skhodu Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 114, 20–26. doi: 10.32851/2226-0099.2020.114.3 [In Ukrainian].

4. Zaiets, S. O., Muzyka, V. Ie., Nyzheholenko, V. M., & Rudik, O. L. (2021). Otsinka adaptyvnosti zdatnosti ta stabilnosti sortiv pshenytsi ozymoi miakoi za riznykh umov volohozabezpechennosti pivdnia Ukrainy. *Zroshuvalne Zemlerobstvo. Zbirnyk Naukovykh Prats*, 76, 17–21. doi: 10.32848/0135-2369.2021.76.3 [In Ukrainian].

5. Kyrnasivska, N. V., & Shuliakova, I. H. (2020). Ahroklimatychna otsinka hruntovoho klimatu Pivnichnoho Prychornomoria (na prykladi kukurudzy). *Ukrainskyi Hidrometeorolohichnyi Zhurnal*, 26, 68–77. doi:10.31481/uhmj.26.2020.06 [In Ukrainian].

6. Kit, M. H. (2008). Klasyfikatsiia i raionuvannia klimatu gruntiv. *Zbirnyk naukovykh prats "Geneza, heohrafiia ta ekolohiia gruntiv"*. Lviv: Vyd. tsentr LNU im. I. Franka, 15–33 [In Ukrainian].

7. Lipinskoho, V. M. (red.). (2003). *Klimat Ukrainy*. Kyiv: Raievskoho [In Ukrainian].

8. Krukivska, A. V. (2008). Ahroklimatychna otsinka umov volohozabezpechennia terytorii Ukrainy u period vehetatsii silskohospodarskykh kultur. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].

9. Krymskaya, O. V., & Lebedeva, M. G. (2011). Zapasy produktivnoj vlagi pod agrocenozami belgorodskoj oblasti. *Nauchnye Vedomosti Seriya Estestvennye Nauki*, 15 (110), 16, 180–185. [In Russian].

10. Lyfenko, S. P., Nakonechnyi, M. Iu., & Narhan, T. P. (2021). Osoblyvosti selektsii sortiv pshenytsi miakoi ozymoi stepovoho ekotypu u zviazku zi zminamy klimatu v umovakh pivdnia Urainy. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3 (816), 53–62. doi: 10.31073/agrovisnyk202103 [In Ukrainian].

11. Lyashenko, G. V. (2011). *Agroklimaticheskaya ocenka produktivnosti selskohozyajstvennyh kultur v Ukraine*. Odessa [In Ukrainian].

12. Mishenko, Z. A., & Kirnasovskaya, N. V. (2011) *Agroklimaticheskie resursy Ukrainy i urozhaj*. Odessa [In Ukrainian].

13. Mishenko, Z. A., & Kirnasovskaya, N. V. (2002). Selskohozyajstvennaya ocenka klimata razlichnyh pochv na territorii Ukrainy. *Meteorologiya, Klimatologiya ta Gidrologiya*, 44, 117–124. [In Ukrainian].

14. Pichugin, A. N. (2013). Zapasy dostupnoj vlagi v pochve pod ozimoj pshenicej po zanyatomu i sideralnomu param. *Zemledelie : teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal*, 6, 12–14. [In Russian].

15. Telehuz, O. V., & Kit, M. H. (2013). *Ahroekolohichna otsinka gruntiv: monohrafiia*. Lviv: LNU imeni Ivana Franka [In Ukrainian].

16. Chuhrii, H. A., & Viniukov, O. O. (2021). Testuvannia prohram zbalansovanoho zhyvlennia pshenytsi ozymoi v umovakh nestiikoho zvolozhennia zony Stepu Ukrainy z metoiu stabilizatsii vrozhainosti zernovoi hrupy u skhidnomu rehioni. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 55–64. doi: 10.31210/visnyk2021.01.06 [In Ukrainian].

17. 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].

18. Da Silva, A. P., Kay, B. D., & Perfect, E. (1994). Characterization of the least limiting water range of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58 (6), 1775. doi: 10.2136/sssaj1994.03615995005800060028x

19. Georgieva, V., Moteva, M., & Kazandjiev, V. (2007). Impact of Climate Change on Water Supply of Winter Wheat in Bulgaria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72 (1 (39-44)), 39–44.

20. Tejedor, M., Jimenez, C. C., & Diaz, F. (2002). Soil Moisture regime changes in tephra-mulched soils. *Soil Science Society of America Journal*, 66 (1), 202–206.

21. Twerdoff, D. A., Chanasyk, D. S., Naeth, M. A., Baron, V. S. (1999). Soil water regimes of rotationally grazed perennial and annual forages. *Canadian Journal of Soil Science*, 79, 627–637.

Стаття надійшла до редакції: 27.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Кирнасівська Н. В., Колеснікова О. А. Агрокліматична оцінка вологозабезпеченості періоду вегетації озимої пшениці у Вінницькій області. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 71–78.

© Кирнасівська Наталія Василівна, Колеснікова Оксана Анатоліївна, 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 579.64 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.09**

INFLUENCE OF IMB B-7836 *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* TOGETHER WITH POLYSACCHARIDE-PROTEIN COMPLEX ON CUCUMBER YIELDING CAPACITY

S. F. Kozar ORCID 0000-0003-1341-5603
O. M. Bilokonska* ORCID 0000-0001-5080-7302

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 97, Shevchenka St., Chernihiv, 14027, Ukraine
**Correspondence author*
E- mail:obilokonska@ukr.net

How to Cite

Kozar, S. F., & Bilokonska, O. M. (2021). Influence of IMB B-7836 Azotobacter chroococcum together with polysaccharide-protein complex on cucumber yielding capacity. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 79–84. doi: 10.31210/visnyk2021.04.09

At present, the study of the impact of microbial preparations based on agronomically useful microorganisms on the productivity of vegetable crops is a topical direction. Azotobacter chroococcum is one of the bacterial species that can interact with plants. Due to the fixation of atmospheric nitrogen and production of physiologically active compounds, this diazotroph can have a positive effect on crops, in particular vegetables. The introduction of Azotobacter into plant rhizosphere occurs by seed treatment, but most bacterial cells die under the action of environmental factors within the period from bacterization to sowing seeds into the soil. It is possible to increase the viability of microorganisms using compounds of different chemical nature. The objective of our work was to study the efficacy of IMB B-7836 A. chroococcum under the action of polysaccharide-protein complex (PPC). The task was to determine the impact of bacterization with IMB B-7836 A. chroococcum together with PPC on the yielding capacity and yield structure of cucumber. The research results show that bacterization with the simultaneous use of polysaccharide-protein complex contributes to 50.8 t/ha of cucumber yielding capacity, which exceeds both the control variant and the variant without the use of PPC. Early bacterization with the addition of PPC contributed to the yield of 47.7 t/ha, which was 29.6 % higher than the control variant and 12.9 % higher than under cucumber bacterization without the use of PPC. The analysis of the yield structure has shown that there are more second fraction pickling cucumbers, as a result of which there is an increase in the cucumber productivity. The first fraction pickling cucumbers are less than the second (22.7 %), and there are the fewest young fruits (7.7 %). The use of PPC enables to conduct early treatment of cucumber seeds with azotobacter without reducing the effectiveness of bacterization. For example, the largest proportion of the second fraction pickling cucumbers (75.5 %) was in the variant with pre-sowing bacterization with IMB B-7836 A. chroococcum simultaneously with applying PPC. The yield of the second fraction pickling cucumbers under early bacterization of cucumber seeds with IMB B-7836 A. chroococcum simultaneously with PPC was 35.54 t/ha, which was 12.7 % higher than in the variant with early bacterization of cucumber seeds with IMB B-7836 A. chroococcum without PPC, but by 8.5 % lower than in the variant with pre-sowing bacterization using PPC.

Key words: *Azotobacter chroococcum, polysaccharide-protein complex (PPC), yielding capacity, yield structure.*

ВПЛИВ *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* ІМВ В-7836 СУМІСНО З ПОЛІСАХАРИДНО-БІЛКОВИМ КОМПЛЕКСОМ НА УРОЖАЙНІСТЬ ОГІРКА

С. Ф. Козар, О. М. Білоконська
Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН,
м. Чернігів, Україна

Сьогодні актуальним напрямом досліджень є вивчення впливу мікробних препаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів на продуктивність овочевих культур. Одним із видів бактерій, які здатні вступати у взаємовідносини з рослинами, є Azotobacter chroococcum. Цей діазотроф за рахунок фіксації атмосферного азоту і продукування фізіологічно активних сполук позитивно впливає на сільськогосподарські культури, зокрема овочеві. Інтродукція азотобактера в ризосферу рослин відбувається шляхом обробки насіння, але в період часу від бактеризації до висіву насіння у ґрунт під впливом факторів зовнішнього середовища більшість клітин бактерій гине. Підвищити життєздатність мікроорганізмів можна за рахунок використання сполук різної хімічної природи. Метою нашої роботи було вивчення ефективності штаму A. chroococcum ІМВ В-7836 за дії полісахаридно-білкового комплексу (ПБК). Завдання – визначити вплив бактеризації штамом A. chroococcum ІМВ В-7836 сумісно з ПБК на врожайність та структуру врожаю огірка. Результати досліджень свідчать, що бактеризація з одночасним застосуванням полісахаридно-білкового комплексу сприяє підвищенню до 50,8 т/га врожайності огірка, яка перевищує як контрольний варіант, так і варіанти без застосування ПБК. Завчасна бактеризація з додаванням ПБК сприяла врожайності в 47,7 т/га, що на 29,6 % вище, ніж контрольний варіант та на 12,9 % за бактеризацію огірка без використання ПБК. Аналіз структури врожаю показав, що більшу частину становлять корнішони другої фракції, за рахунок якої й відбувається збільшення продуктивності огірка. Корнішонів першої фракції менше, ніж другої (22,7 %), а найменше – зеленців (7,7 %). Використання ПБК дозволяє здійснювати завчасну обробку насіння огірка азотобактером без зменшення ефективності бактеризації. Так, найбільша частка корнішонів другої фракції була у варіанті з передпосівною бактеризацією A. chroococcum ІМВ В-7836 із сумісним застосуванням ПБК, і становила 75,5 %. Урожайність корнішонів другої фракції у разі завчасної бактеризації насіння огірка A. chroococcum ІМВ В-7836 із сумісним використанням ПБК становила 35,54 т/га, що більше на 12,7 % за варіант із завчасною бактеризацією насіння огірка A. chroococcum ІМВ В-7836 без використання ПБК, але менше на 8,5 % щодо варіанту з передпосівною бактеризацію з використанням ПБК.

Ключові слова: *Azotobacter chroococcum, полісахаридно-білковий комплекс (ПБК), урожайність, структура врожаю.*

Вступ

Сьогодні перспективним є використання в технологіях вирощування сільськогосподарських культур препаратів на основі азотфіксувальних бактерій. Найбільш поширеною є передпосівна обробка насіння водними суспензіями біопрепаратів [1], а також їхніми комплексами з регуляторами росту [2] та з речовинами захисту рослин [3, 4]. Мікробні препарати сприяють підвищенню урожайності та поліпшенню якості рослинницької продукції, їх застосування дозволяє зменшити агрохімічне навантаження на агроценози [5]. Однак постає проблема збереженості інокулянта на насінні до моменту висіву останнього у ґрунт. Чисельність життєздатних клітин на поверхні бактеризованого насіння швидко знижується, оскільки фактори зовнішнього середовища згубно впливають на мікроорганізми [6, 7].

Для того щоб уникнути загибелі клітин бактерій, їх можна перевести у форму спокою. У разі стресу клітини у цьому стані є більш витривалими до змін навколишнього середовища [8].

Азотфіксувальні мікроорганізми здатні утворювати захисні структури (наприклад, цисти) для перенесення несприятливих умов. Дані літератури [9] свідчать, що для успішної бактеризації необхідно використовувати клітини у стані спокою сумісно з речовинами, які сприяють збереженості інокулянта на насінні за впливу несприятливих умов зовнішнього середовища, які негативно впливають на клітини мікроорганізмів.

Для покращення процесу бактеризації насіння рослин запропоновано застосовувати водні розчини клейких речовин (патока, меляса, клейстер, латекс, казеїн та інші субстанції) [10, 11]. Недоліком

застосування багатьох прилипачів є складності у стандартизації їхнього складу, що не завжди дає змогу отримати оптимальні результати в разі їх використання за цим призначенням.

Також у ролі прилипача для бактеризації насіння рослин використовують натрієву сіль карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ) [10]. Але перед застосуванням її необхідно подрібнювати, замочувати впродовж тривалого часу, проціджувати. Потім цей прилипач змішують із суспензією бактерій і наносять на поверхню насіння рослин. Однак застосування за цим призначенням NaКМЦ може спричиняти негативний вплив на фізіологічну активність мікроорганізмів [10].

З літературних даних відомо, що за гетерофазного культивування глинисті мінерали стимулюють ріст мікроорганізмів, захищають їх від згубного впливу екстремальних факторів навколишнього середовища, підвищують адгезію клітин до твердих матеріалів [12–14].

З. Т. Бега та І. К. Курдиш [15] провели дослідження щодо впливу прилипачів різної природи на ефективність бактеризації насіння рослин мікроорганізмами, що входять до складу препарату комплексної дії, а також встановили позитивну дію використання бентоніту для збереження інокулянта на насінні рослин. Бентоніт – це природний глинистий мінерал, основним складником якого є монтморилоніт, який має лускоподібну структуру. Властивість бентоніту набухати та диспергуватись у воді, розпадаючись на часточки, мінімальний розмір яких досягає 0,05–0,30 мкм, відносить його до природних сполук, здатних утворювати наночасточки. Завдяки цим властивостям бентоніт застосовується в різних галузях промисловості (автохімія, лакофарбова галузь тощо) [14].

В Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН у лабораторії фізіології мікроорганізмів розроблено полісахаридно-білковий комплекс, до складу якого входять речовини білкової та полімерної природи, які характеризуються як прилипачі та стабілізатори інокулянта, нанесеного безпосередньо на насіння [16].

Зважаючи на вищезазначене, актуальним є вивчення ефективності інтродукції корисних ґрунтових мікроорганізмів в агроценози овочевих культур шляхом інокуляції та збереження інокулянта на насінні.

Мета досліджень – вивчення функціональної активності та ефективності штаму *A. chroococcum* ІМВ В-7836 за дії полісахаридно-білкового комплексу.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили з *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836. Цей штам задепоновано в Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України та одержано патент на корисну модель (UA 141782 U C12N 1/02 C05F 11/08. Штам бактерій *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836 для одержання бактеріального добрива).

Для культивування та зберігання культури використано середовище Ешбі такого складу, г/ дм^3 [17]: глюкоза – 20,0; $KH_2PO_4 \times 2H_2O$ – 0,2; KH_2PO_4 – 0,2; $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,2; NaCl – 0,2; K_2SO_4 – 0,1; $CaCO_3$ – 5,0; вода водогінна до 1,0 дм^3, pH 6,8 – 7,0.

Для отримання інокулянту, який містить клітини азотобактера, на агаризоване середовище Ешбі в чашки Петрі поверхнево висівали *A. chroococcum* ІМВ В-7836. Чашки поміщали в термостат при температурі +28 ºС. Через 7 діб чашки піддавали дії температури 44 ºС [9].

Використовували полісахаридно-білковий комплекс, який сприяє подовженню терміну життєздатності бактерій [16].

Насіння *Cucumis sativus* (сорт огірка – Конкурент) бактеризували штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836. Вихідна чисельність бактерій складала 3.5×10^4 клітин на насінину.

Польові досліди проведено на базі Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН.

Варіанти польового досліду:

1. Контроль.
2. ПБК.
3. Передпосівна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836.
4. Завчасна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836.
5. Передпосівна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК.
6. Завчасна бактеризація штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК.

Бактеризацію насіння огірка мікробним інокулянтом проведено перед висівом та завчасно за три місяці до висіву.

Ґрунт дерново-слабопідзолистий, який містить 1,2 % гумусу (за Тюріним), від 5 мг до 6 мг/100 г ґрунту рухомого азоту P_2O_5 (за Тюріним і Кононовою), 11–12 мг/100 г ґрунту P_2O_5 (за Чіріковим), від 12 мг/100 г ґрунту до 13 мг/100 г K_2O (за Масловою). Площа облікової ділянки 10,4 кв.м, повторність чотирикратна.

Планування і проведення польових дослідів, облік урожаю та статистична обробка одержаних даних проведені згідно з чинними методиками [18–21].

Отриманий цифровий матеріал обробляли з використанням пакета програм Excel. Порівнювали середнє значення у співвідношенні до найменшої істотної різниці (НІР05).

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом 2017–2019 рр. вивчали ефективність інокуляції насіння огірка сорту Конкурент штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 в умовах польових дослідів. Так, у разі вирощування огірка на дерново-слабопідзолистих ґрунтах, інокуляція насіння новим штамом *A. chroococcum* ІМВ В-7836 (без ПБК) забезпечила збільшення врожаю у варіанті з передпосівною бактеризацією.

У результаті обліку врожайності було встановлено, що найнижчою вона була в контролі. Найменший приріст урожаю, який забезпечувала завчасна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836, склав 6,1 т/га.

Найвищий показник урожайності був у варіанті з передпосівною бактеризацією насіння огірка клітинами *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК – 50,8 т/га. Завчасна бактеризація з додаванням ПБК забезпечила урожайність 47,7 т/га, що на 29,6 % вище за контрольний варіант та на 12,9 % за бактеризацію огірка без використання ПБК (табл.1).

1. Вплив бактеризації на врожайність огірка сорту Конкурент, польовий дослід, 2017–2019 рр.

Варіанти досліду	Середнє за 3 роки		
	урожайність, т/га	приріст	
		т/га	%
Контроль	36,9	–	–
Обробка насіння ПБК	37,2	0,2	0,6
Передпосівна інокуляція *A. chroococcum* ІМВ В-7836	48,6	11,7	31,9
Завчасна інокуляція *A. chroococcum* ІМВ В-7836	43,0	6,1	16,7
Передпосівна інокуляція *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК	50,8	13,9	37,6
Завчасна інокуляція *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК	47,7	10,7	29,6
НІР05	1,2		

Урожайність за три роки досліджень у варіанті з передпосівною інокуляцією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 без ПБК склала 48,6 т/га, що на 31,9 % більше контрольного варіанту (без інокуляції). Водночас приріст врожаю відносно контролю за три роки при завчасній інокуляції *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК становив 10,7 т/га.

З метою вивчення впливу ПБК на ефективність бактеризації насіння сорту Конкурент проводили роботу з визначення структури врожаю огірка. Врахували огірки першої і другої фракції, а також зеленці. Корнішони першої фракції складали 22,7 % від загального врожаю. Найбільша частка корнішонів першої фракції і зеленців була в контролі (табл.2). Виявлено, що більшу частину становлять корнішони другої фракції – 69,6 % від загального урожаю, зеленці – 7,7 %.

У варіантах з бактеризацією насіння діазотрофами відзначено найбільший показник корнішонів другої фракції. Так, найбільша маса корнішонів другої фракції була у варіанті з передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним застосуванням ПБК 38,35 т/га, що становить 75,5 %. Корнішони першої фракції у варіанті з передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним застосуванням ПБК становлять 19,5 %, зеленці – 5 %.

2. Структура урожаю огірка сорту Конкурент, польовий дослід, середнє за 2017–2019 рр.

Варіант*	Корнішони першої фракції		Корнішони другої фракції		Зеленці	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	12,1	33	21,0	57	3,76	10,2
2	8,9	24	25,3	68	2,98	8
3	9,57	19,7	36,35	74,8	2,67	5,5
4	8,73	20,3	31,52	73,3	2,75	6,4
5	9,91	19,5	38,35	75,5	2,54	5,0
6	9,68	20,3	35,54	74,5	2,48	5,2
НІР05	0,4		0,7		0,5	

**Примітки:* 1. Контроль (обробка водою). 2. Обробка насіння полісахаридно-білковим комплексом (ПБК). 3. Передпосівна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836. 4. Завчасна інокуляція за 3 місяці до висіву *A. chroococcum* ІМВ В-7836. 5. Передпосівна бактеризація *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК. 6. Завчасна інокуляція за 3 місяці до висіву *A. chroococcum* ІМВ В-7836 + ПБК.

Урожай корнішонів другої фракції у разі завчасної бактеризації насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним використанням ПБК становила 35,54 т/га, що більше за варіант із завчасною бактеризацією насіння огірка *A. chroococcum* ІМВ В-7836 без використанням ПБК на 12,7 %, але менша щодо варіанту з передпосівною бактеризацію з використанням ПБК на 8,5 %.

Частка зеленців складає у середньому 7,7 %. При цьому у варіантах з бактеризацією їх було менше порівняно з контролем на 26,9 – 34,0 %.

Сумісне застосування азотобактера та ПБК забезпечує більшу реалізацію генетичного потенціалу огірка сорту Конкурент [22]. Застосування діазотрофів впливає на ріст та розвиток рослин, забезпечуючи останні азотом та речовинами фітогормональної природи, що збільшує врожайність овочевих рослин, а прилипач сприяє захисту інокулянта від дії факторів зовнішнього середовища на насінні до моменту висіву останнього у ґрунт [16, 20].

Висновки

Отже, у результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив високоефективного штаму *A. chroococcum* ІМВ В-7836 на структуру врожаю огірка. Встановлено, що застосування полісахаридно-білкового комплексу сприяє підвищенню життєздатності бактеріальних клітин. Виявлено позитивний вплив бактеризації сумісно із застосуванням ПБК на врожайність рослин огірка. Використання полісахаридно-білкового комплексу частково нівелює негативний вплив факторів зовнішнього середовища. Найвищу врожайність забезпечувала передпосівна бактеризація клітинами *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з додаванням ПБК, врожай становив 50,8 т/га. Для підвищення виживаності та ефективності *A. chroococcum* ІМВ В-7836 доцільно використовувати полісахаридно-білковий комплекс. Завчасна бактеризація з додаванням ПБК сприяла врожайності в 47,7 т/га, що на 29,6 % вище за контрольний варіант та на 12,9 % за бактеризацію огірка без використання ПБК. Найбільша маса корнішонів другої фракції була у варіанті із передпосівною бактеризацією *A. chroococcum* ІМВ В-7836 з сумісним застосуванням ПБК 38,35 т/га, що становить 75,5 %. Значна частка корнішонів першої фракції і зеленців була в контролі.

Перспективи подальших досліджень. Отримані дані є підставою для подальших досліджень щодо можливості збереження активних азотфіксувальних бактерій на насінні. Вищезазначені дані є основою для удосконалення технологій застосування мікробних препаратів у землеробстві.

References

1. Hadzalo, I. M., Patyka, M. V., Zaryshniak, A. S., & Patyka, T. I. (2019). Ahromikrobiolohiia z osnovamy biotekhnolohii. Monohrafiia. *Ahrarna Nauka NAAN*, 59 (4), 70–78. [In Ukrainian].

2. Volkhohon, V. V. (1997). Vliyaniye stimulyatorov rosta rasteniy na aktivnost protsessa assotsiativnoy azotfiksatsii. *Mikrobiology Zhurnal*, 59 (4), 70–78. [In Russian].

3. Tkalenko, H. M. (2015). Biolohichni preparaty v zakhisti Roslyn. *Spetsvypusk. Propozytsiya* Suchasni ahrotekhnolohiyi iz zastosuva Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2012_14_62 [In Ukrainian].

4. Tkalenko, H. M., & Fedorenko, V. P. (2009). Dosyahnennya i perspektyvy rozvytku biolohichnoho metodu zakhystu roslyn v Ukrayini. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6, 6–9. [In Ukrainian].

5. Kaminskyy, V. F. (2013). Efektyvnist bakterizatsiyi nasinnya za orhanichnoyi systemy zemlerobstva. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 777, 153–158. [In Ukrainian].

6. Bilokonska, O. M., Kozar, S. F., Yevtushenko, T. A., & Usmanova, T. O. (2018). Zberezhenist bakteriy rodu *Azotobacter* na nasinni *Cucumis sativus* L. za diyi riznikh temperatur. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 27, 11–17. [In Ukrainian].

7. Bilokonska, O. M. (2018). Vplyv ultrafioletovoho vyprominyuvannya na zhittyezdatnist vehetatyvnykh klitin y tsyst *Azotobacter chroococcum* 2.1. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 28, 86–91. doi: https://doi.org/10.35868/1997-3004.28.86-91 [In Ukrainian].

8. Paul, E. A. (2014). *Soil microbiology, ecology and biochemistry*. Academic press.

9. Gama-Castro, S., Núnez, C., Segura, D., Moreno S., Guzmán, J., & Espín, G. (2001). *Azotobacter vinelandii* Aldehyde Dehydrogenase Regulated by Role in Alcohol Catabolism and Encystment. *Journal of Bacteriology*, 183 (21), 6169–6174. doi: 10.1128/JB.183.21.6169-6174.2001

10. *EPAA – universalnyy biolohichnyy prylypach pestytsydiv i rehulyatoriv rostu roslyn. Metodychni rekomendatsiyi*. (2007). IMV imeny D. K. Zabolotnoho NAN Ukrayiny [In Ukrainian].

11. Kozar, S. F., Yevtushenko, T. A., & Usmanova, T. O. (2019). Vplyv polisakharidno-bilkovoho kompleksu na efektyvnist bakterizatsiyi soyi rizohuminom. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 30, 13–19. doi: https://doi.org/10.35868/1997-3004.30.13-19 [In Ukrainian].

12. Kurdish, I. K. (2001). Granulirovannyye mikrobnyye preparaty dlya rasteniyevodstva: nauka i praktika. *KVÍTS*, 141, 14. [In Russian].

13. Kurdish, I. K., & Antonyuk, T. S. (1999). Vliyaniye glinistykh mineralov na zhiznesposobnost nekotorykh bakteriy pri povyshennykh temperaturakh. *Mikrobiology Zhurnal*, 61 (3), 3–8. [In Russian].

14. Kurdish, I. K., & Bega, Z. T. (2006). Vliyaniye glinistykh mineralov na rost fosfatmobiliziruyushchikh bakteriy Bacillus subtilis. *Priklady Biokhimii i Mikrobiologyi*, 42 (4), 438–442. [In Russian].

15. Beha, Z. T., Kurdysh, I. K. (2011). Vplyv bentonitu na efektyvnist′ bakteryzatsiyi nasinnya roslyn. *Mikrobiology Zhurnal*, 73 (4), 54–61. [In Russian].

16. Kozar, S. F., Yevtushenko, T. A., & Nesterenko, V. M. (2017). Vplyv Rechovyny riznoho khimichnoho skladu na zhittyezdatnist diazotrofiv na nasinni silskohospodarskykh kultur. *Silskohospodarska Mikrobiolohiya*, 27, 10–17. doi: https://doi.org/10.35868/1997-3004.25.10-17 [In Ukrainian].

17. Volkohon, V. V., Nadkernychnyy, O. V, & Kovalevska, T. M. (2006). *Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriya i praktyka*. Kyiv: Ahrarna Nauka [In Ukrainian].

18. Dospehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva: Ahropromyzdat [In Russian].

19. Tarakanov, H. I. (2003). *Ovoshchevolstvo*. Kyiv: Kolos [In Ukrainian].

20. Mazorenko, D. I., Maznyev, H. Ye., & Tishchenko, L. M. (2011). *Ohirky: prohresyvni tekhnolohiyi ta normatyvy*. Moskva: Miskdruk [In Russian].

21. Volkohon, V. V. Nadkernychnyy, O. V., & Tokmakova, L. M. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiya*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

22. Hil, L. S., Pashkovskyy, A. I., & Sulima, L. T. (2008). *Suchasni tekhnolohiyi ovochivnytstva*. Kyiv: PP «Nova knyha» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 29.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Козар С. Ф., Білоконська О. М. Вплив *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7836 сумісно з полісахаридно-білковим комплексом на урожайність огірка. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 79–84.

© Козар Сергій Федорович, Білоконська Оксана Михайлівна, 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 633.853.494:635.655 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.10**

SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON TECHNOLOGY OF PRE-SOWING TILLAGE AND INOCULATION

V. V. Hanhur*
O. S. Pypko
O. O. Prokopiv

ORCID 0000-0002-5619-492X

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36000, Ukraine
**Correspondence author*
E-mail: volodimirgangur@gmail.com

How to Cite

Hanhur, V. V., Pypko, O. S., & Prokopiv O. O. (2021). Soybean productivity depending on technology of pre-sowing tillage and inoculation. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 85–90. doi: 10.31210/visnyk2021.04.10

In the technology of soybean cultivation, tillage is the most effective factor in regulating the intensity of microbiological processes occurring in the soil. The course of these processes is significantly influenced by the method, depth, timing of both the basic and pre-sowing tillage. They directly affect the accumulation of moisture, soil porosity, and the movement of mineral nutrients. The aim of the study was to determine the effect of pre-sowing tillage with various tillage implements and seed inoculation on the conditions of plant growth and development, as well as the formation of soybean crop productivity. In the process of research the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field, and statistical. The studies have shown that pre-sowing tillage with KPS-4 and seed inoculation with Rhizohumin microbiological preparation increased the grain yield of soybean by 0.20 t/ha or 9.3 % compared to the control. When KUN-6.3 cultivator was used for pre-sowing tillage, the yield level increased to 2.16 t/ha, or was by 0.08 t/ha higher than in the previous variant of the experiment. The action of the bacterial preparation aimed at intensifying the processes of symbiotic nitrogen fixation, contributed to an increase in crop yield by 0.22 t/ha or 10.2 %. The highest level of soybean seed yield – 2.48 t/ha was obtained at introducing pre-sowing soil loosening with AK-6 unit and pre-sowing seed bacterization with a strain of nodule bacteria included in Rhizohumin microbiological preparation into the growing technology. The increase in seed yield as a result of inoculation was 0.24 t/ha or 10.7 %. Economic calculations showed that the highest conditional net profit, which amounted to 22,949.1-26,796.2 UAH/ha and the profitability of growing the crop – 162.7-188.3 % were in the variant of pre-sowing soil tillage with AK-6 unit. Thus, the experimental data show that the most effective element of soybean cultivation technology is the combination of pre-sowing soil loosening with AK-6 unit and seed bacterization with Rhizohumin microbiological preparation.

Key words: *soybean, tillage methods, tillage implements, seed inoculation, yield, economic efficiency.*

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ІНОКУЛЮВАННЯ

В. В. Гангур, О. С. Пипко, О. О. Прокопів
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У технології вирощування сої обробіток є найбільш дієвим фактором регулювання інтенсивності мікробіологічних процесів, які відбуваються у ґрунті. На перебіг цих процесів значний вплив мають спосіб, глибина, строки як основного, так і передпосівного обробітку. Метою досліджень було

з'ясувати вплив передпосівного обробітку ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями та інокулювання насіння на умови росту і розвитку рослин, формування продуктивності посівів сої. У процесі дослідження використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Дослідження свідчать, що у разі передпосівної культивації КПС-4 та інокулювання насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін урожайність зерна сої перевищувала контроль на 0,20 т/га або 9,3 %. За умови використання для передпосівного обробітку культиватора КУН-6,3 рівень урожайності зріс до 2,16 т/га або був вищим порівняно із попереднім варіантом на 0,08 т/га. Приріст урожайності зерна сої від бактеризації насіння становив 0,22 т/га або 10,2 %. Найнижчий рівень урожайності насіння сої – 2,48 т/га одержано у разі впровадження в технологію вирощування проведення передпосівного розпушування ґрунту агрегатом АК-6 та передпосівної бактеризації насіння штамом бульбочкових бактерій, які входять до мікробіологічного препарату Ризогумін. Приріст врожаю від інокулювання становив 0,24 т/га або10,7 %. Економічні розрахунки свідчать, що у разі проведення передпосівного обробітку ґрунту агрегатом АК-6 найвищим був умовний чистий прибуток, який становив 22949,1–26796,2 грн/га та рентабельність вирощування культури – 162,7–188,3 %. Отже, експериментальні дані свідчать, що найбільш ефективним є поєднання в технології вирощування культури сої таких елементів, як передпосівне розпушування ґрунту агрегатом АК-6 та бактеризація насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін.

***Ключові слова*:** *соя, способи обробітку ґрунту, ґрунтообробні знаряддя, інокулювання насіння, урожайність, економічна ефективність.*

Вступ

Серед зернобобових культур, які культивуються у світовому землеробстві, провідне місце належить сої. Вирощування цієї культури виконує цінну функцію, зокрема позитивно впливає на складний процес трансформації речовин у природному середовищі. Завдяки симбіотичній азотфіксації та кореневим і післяжнивним решткам ґрунт збагачується біологічно зв'язаним азотом у розмірі близько 80–100 кг/га [13].

Соя відноситься до високотехнологічних культур. Зважаючи на це, за умови розроблення нових або вдосконалення наявних елементів технології вирощування важливо застосовувати науковий підхід, тобто всебічно оцінювати відповідність запропонованих прийомів біологічним особливостям культури та ґрунтовим, кліматичним умовам регіону [4].

До того ж важливо спрямовувати весь технологічний процес на активізацію біологічної фіксації та збільшення вмісту азоту в урожаї основної та побічної продукції, що забезпечить додаткове надходження біологічного азоту у ґрунт [14, 15, 18].

У технології вирощування сої найбільш впливовим чинником в управлінні інтенсивністю мікробіологічних процесів ґрунту є його обробіток. На біогенну активність ґрунту значний вплив має спосіб, глибина, строки як основного, так і передпосівного обробітку. Вони мають безпосередній вплив на вологість, ступінь аерації ґрунту, динаміку вмісту доступних елементів мінерального живлення [20, 22].

На сьогодні є діаметрально протилежні погляди відносно найбільш доцільної для того чи того регіону системи обробітку ґрунту під сою. За результатами досліджень Інституту олійних культур НААН виявлено, що полицева оранка на глибину 20–22 см порівняно з обробітком ґрунту на аналогічну глибину безполицевими плугами ПРПВ-5-50 та СИБИМЕ, сприяла формуванню найвищої урожайності сої в умовах різної ширини міжрядь [10]. Результати інших досліджень науково-дослідних установ свідчать, що у разі використання гербіцидів на ділянках із обробітком ґрунту чизельним знаряддям ПЧ-4,5 продуктивність сої не поступалась показнику, отриманому на фоні оранки [12]. Є. М. Лебідь зі співавторами також відзначають, що оранка і чизелювання ґрунту на глибину 20–22 см забезпечують одержання практично однакової урожайності зерна сої у разі вирощування в умовах Північного Степу України [9].

Наукові дослідження в умовах Лісостепу України свідчать, що глибокий обробіток ґрунту під сою у короткоротаційній сівозміні на 27–30 см сприяв збільшенню урожайності насіння сої на 0,26–0,32 т/га порівняно із розпушуванням на середню глибину 20–22 см [1].

Що стосується передпосівного обробітку, то на важких ґрунтах за умови оранки на глибину 30 см вирівнювання поверхні поля доцільно провести з осені. Навесні якомога раніше необхідно провести боронування ґрунту з тим, щоб максимально зберегти нагромаджену за осінньо-зимовий період вологу [17]. Однак частий і інтенсивний обробіток ґрунту зумовлює його ущільнення, що призводить

до зменшення пористості, аерації ґрунту. Такий ґрунт впливає на чисельність і різноманіття ґрунтової фауни, а також створює несприятливі умови для життєдіяльності анаеробних мікроорганізмів [21].

Цілою низкою аналітичних досліджень встановлено, що атмосферне повітря містить близько 76 % молекулярного азоту, який у такій формі є недоступним для живлення рослин. Однак бобові культури завдяки унікальним біологічним властивостям, зокрема здатності кореневої системи формувати симбіотичні зв'язки з бактеріями роду *Bradyrhizobium* та *Rhizobium,* що перетворюють газ N_2 у амонійну форму азоту, яка доступна для використання рослинами. Ці перетворення здійснюються в бульбочках, де містяться відповідні бактерії [5].

Встановлено, що завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, посіви сої на 70 % забезпечують свої потреби в азоті за рахунок біологічної фіксації його з повітря [6].

Отже, якісний основний і передпосівний обробіток ґрунту, науково обґрунтований підхід до передпосівної підготовки насіння, оптимізація мінерального живлення у процесі онтогенезу дасть можливість сформувати високопродуктивні агроценози сої з найкращими якісними показниками [2, 3, 8, 16].

Мета досліджень – з'ясувати вплив передпосівного обробітку ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями та інокулювання насіння на умови росту і розвитку рослин, формування продуктивності посівів сої.

Завдання дослідження: вивчити вплив мікробіологічного препарату комплексної дії Ризогумін на урожайність посівів сої; дослідити вплив різних способів передпосівного обробітку ґрунту на насіннєву продуктивність сої та економічну ефективність.

Матеріали і методи досліджень

Польові дослідження проведено на базі державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» впродовж 2019–2021 рр. Основним типом ґрунту в господарстві є чорнозем типовий малогумусний важко суглинковий.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу в горизонті 0–20 см 3,9–4,3 %; азоту, що легко гідролізується (за Тюріним і Кононовою) – 6,47–7,11 мг, 13,1–15,2 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16,6–19,5 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою).

Метод проведення досліджень – польовий, який доповнювався лабораторними аналізами. Повторність досліду триразова. Варіанти і повторення розміщували рендомізовано. Загальна площа елементарної ділянки дорівнювала 180 м^2, облікової – 80 м^2. Попередником сої у сівозміні була пшениця озима. В досліді висівали сучасний сорт сої Перлина. Сівбу культури проводили звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см. Норма висіву насіння сої становить 700 тис. схожих на гектар. Інокулювання насіння проводили мікробіологічним препаратом Ризогумін на основі штаму бульбочкових бактерій *Bradiorhizobium japonicum* 634b. Препарат застосовували із розрахунку 200 мг на гектарну норму насіння. Повна схема досліду приведена в таблиці 1.

Погодні умови у роки проведення досліджень мали певні відхилення порівняно із їх середніми багаторічними показниками. Так, за рівнем зволоження і температурного режиму більш сприятливі умови для сої були впродовж вегетаційного періоду 2021 р. 2020 р., висока температура повітря на фоні відсутності агрономічно ефективних опадів у другій половині липня і впродовж серпня обмежували формування високої продуктивності культури. Схожий характер погодних умов, але із менш вираженим дефіцитом вологи опадів, спостерігали і 2019 р.

Результати досліджень та їх обговорення

Головним показником, який свідчить про ефективність запровадження того чи того технологічного чиннику, є досягнутий рівень зернової продуктивності культури. Урожайність або ступінь реалізації біологічного потенціалу продуктивності культури є наслідком сукупної дії умов життєдіяльності рослин, які формуються за умови впливу метеорологічних чинників та впроваджених прийомів у технологіях вирощування. Лише за сприятливого збігу, коли всі чинники, що тією чи тією мірою беруть участь у формуванні врожаю, близькі до оптимального рівня, є висока ймовірність отримання максимальної урожайності. Саме аналіз її зміни під впливом чинників погоди дає змогу найбільш об'єктивно оцінити дію заходів, які вивчали, на процеси росту і розвитку сої та рівень її урожайності насіння.

Трирічні (2019–2021 рр.) результати польових досліджень свідчать, що способи передпосівного обробітку ґрунту мають безпосередній вплив на формування продуктивності сої (табл. 1).

1. Урожайність насіння сої залежно від способу передпосівного обробітку ґрунту та бактеризації насіння, т/га

Варіанти обробітку		Роки			
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє за 2019-2021 рр.
Передпосівний обробіток КПС-4 на глибину 4–5 см	без інокулювання	2,25	1,64	2,35	2,08
	інокулювання	2,51	1,84	2,50	2,28
Передпосівний обробіток КУН-6,3 на глибину 4–5 см	без інокулювання	2,40	1,71	2,36	2,16
	інокулювання	2,64	1,83	2,66	2,38
Передпосівний обробіток АК-6 на глибину 4–5 см	без інокулювання	2,48	1,79	2,46	2,24
	інокулювання	2,67	2,00	2,76	2,48
$НІР_{0,95}$	*передпосівний обробіток: 2019 р. - 0,20, 2020 р. - 0,21, 2021 р. - 0,21*				
	інокулювання: 2019 р. - 0,16, 2020 р. - 0,17, 2021 р. - 0,16				

Аналіз результатів досліджень показав, що за умови передпосівного розпушування ґрунту культиватором КПС-4 та допосівного інокулювання насіння штамом азотфіксувальних бактерій урожайність становила 2,28 т/га, що на 0,20 т/га або 9,3 % перевищувало варіант, де не проводили бактеризацію. У разі використання для передпосівного обробітку культиватора КУН-6,3 рівень урожайності зріс до 2,16 т/га. Оброблення насіння сої бактеріальними препаратами, зокрема Ризогуміном, виявило позитивний їхній вплив на формування врожаю культури. Бактеріальний препарат, дія якого спрямована на інтенсифікацію процесів симбіотичної азотфіксації, сприяв збільшенню врожайності культури на 0,22 т/га або 10,2 %. Найнижчий рівень урожайності насіння сої – 2,48 т/га одержано за умови впровадження в технологію вирощування проведення передпосівного розпушування грунту агрегатом АК-6 та передпосівної бактеризації насіння штамом бульбочкових бактерій, які входять до мікробіологічного препарату Ризогумін. Приріст врожаю від інокулювання становив 0,24 т/га або10,7 %.

Дослідження, одержані Д. Леміком зі співавторами [19], свідчать, що способи передпосівного обробітку ґрунту за оптимальних погодних умов, істотно не впливали на рівень симбіотичної активності посівів сої. Однак за підвищеного температурного фону і дефіциту опадів перевага була за способами передпосівного обробітку, які забезпечують вирівняну, в міру ущільнену поверхню поля.

За даними польових досліджень в умовах Лісостепу України встановлено, що передпосівна інокуляція насіння забезпечує збільшення урожайності насіння сої порівняно з контролем на 0,62 т/га [7]. В інших дослідженнях виявлено, що інокуляція насіння на фоні внесення 30 кг/га азоту забезпечила підвищення урожайності зерна сої на 0,1–0,22 т/га, за умови внесення N_{60} – на 0,25–0,41 т/га [11].

Розрахунок економічних показників за результатами одержаних дослідних даних свідчить, що фактори, які вивчали в технології вирощування сої, зокрема способи передпосівного обробітку ґрунту, мали помітний вплив на їх величину (табл. 2).

2. Вплив різних способів передпосівного обробітку ґрунту на економічну ефективність вирощування насіння сої

Показники ефективності	Варіанти передпосівного обробітку грунту					
	Передпосівний обробіток КПС-4		Передпосівний обробіток КУН-6,3		Передпосівний обробіток АК-6	
	без інокулювання	інокулювання	без інокулювання	інокулювання	без інокулювання	інокулювання
Урожайність, т/га	2,08	2,28	2,16	2,38	2,24	2,48
Вартість основної продукції, грн/га	34407,4	37715,8	35730,7	39370,0	37054,1	41024,2
Собівартість 1 т зерна, грн	6939,9	6386,0	6556,5	6002,5	6296,9	5737,1
Умовний чистий прибуток, грн/га	19972,4	23155,8	21568,7	25084,0	22949,1	26796,2
Рентабельність, %	138,4	159,0	152,3	175,6	162,7	188,3

Економічні розрахунки свідчать, що за умови проведення передпосівної культивації КПС-4 значення умовного чистого прибутку залежно від фону передпосівного інокулювання насіння, змінювалося від 19972,4 до 23155,8 грн/га. За умови проведення вищезазначеної технологічної операції культиватором КУН-6,3 показник умовного чистого прибутку становив 21568,7 грн/га або зріс порівняно з культивацією КПС-4 на 1596,3 грн/га або 8,0 %, за умови інокуляції насіння дорівнював 25084,0 грн/га. У разі передпосівного обробітку ґрунту агрегатом АК-6 умовний чистий прибуток був найвищим і становив 22949,1–26796,2 грн/га. На цьому фоні весняного обробітку ґрунту порівняно із розпушуванням культиваторами КПС-4 і КУН-6,3 збільшення умовного чистого прибутку становило, відповідно 2976,7–3640,4 і 1380,4–1712,2 грн/га або 14,9–15,7 і 6,4–6,8 %.

Найнижча собівартість 1 тонни насіння сої була за умови передпосівної культивації грунтообробним агрегатом АК-6 – 5737,1–6296,9 грн/т. На цьому варіанті передпосівного обробітку ґрунту найвищим був і показник рентабельності вирощування культури, який становив 162,7–188,3 %.

Висновок

Отже, за результатами досліджень виявлено, що найбільш ефективним виявилося поєднання у технології вирощування культури таких елементів, як передпосівний обробіток ґрунтообробним агрегатом АК-6 та бактеризація насіння штамом бульбочкових бактерій, які сприяли отриманню максимальної урожайності насіння сої в досліді – 2,48 т/га та найвищих показників економічної ефективності вирощування культури.

Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі. Перспективами подальших досліджень є вивчення способів основного обробітку ґрунту та ефективність симбіотичної азотфіксації і продуктивність посівів сої.

References

1. Babich, A. O., Kolisnik, S. I., Kobak, S. Ya., Panasyuk, O. Ya., Venediktov, O. M., & Balan, M. O. (2011). Teoretichne obgruntuvannya ta shlyahi optimizaciyi sortovoyi tehnologiyi viroshuvannya soyi v umovah Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo,* 69, 113–121. [In Ukrainian].

2. Gangur, V. V., Len, O. I., & Gangur, Yu. M. (2017). Produktivnist korotkorotacijnih sivozmin za maksimalnoyi chastki v nih soyi ta kukurudzi pri viroshuvanni v umovah nedostatnogo zvolozhennya livoberezhnogo Lisostepu Ukrayini. *Zernovi Kulturi*, 1, 2, 313–319. [In Ukrainian].

3. Gangur, V. V., & Sahacka, V. M. (2019). Mikrobiologichna aktivnist gruntu za riznih sposobiv obrobitku. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 4, 13−19. doi: 10.31210/visnyk2019.04.01 [In Ukrainian].

4. Gurtovij, Yu. A. (2011). Osnovi ekologichno vrivnovazhenoyi intensifikaciyi tehnologiyi viroshuvannya soyi v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 69, 189–194. [In Ukrainian].

5. Erker, B., & Brik, M. (2013). Inokulyaciya dlya bobovih. *Zerno*, 1 (82), 87–89. [In Ukrainian].

6. Kalinichenko, A. V. (2000). Matematichnij analiz biologichnogo procesu simbiotichnoyi azotfiksaciyi i jogo vplivu na vihid kincevogo produktu. *Visnik Poltavskogo Derzhavnogo Silskogospodarskogo Institutu*, 6, 25–29. [In Ukrainian].

7. Kolisnik, S. I., Venediktov, O. M., & Opanasenko, G. V. (2004). Produktivnist sortiv soyi zalezhno vid vplivu pidvishenih doz azotu i gerbicidiv v ryadkovih posivah Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 53, 88–92. [In Ukrainian].

8. Lyashenko, V. V., Lotish, I. I., Taranenko, A. O., Krikunova, V. Yu., & Kundius, K. O. (2019). Vpliv azotnih dobriv na urozhajnist ta yakist nasinnya soyi. *Visnik Poltavskoyi Derzhavnoyi Agrarnoyi Akademiyi*, 4, 58−65. doi: 10.31210/visnyk2019.04.07 [In Ukrainian].

9. Lorinec, F. A., Kocyuban, A. I., & Lib, I. M. (2011). Vpliv sistem obrobitku gruntu i dobriv na urozhajnist soyi v umovah Pivnichnogo Stepu. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 69, 173–180. [In Ukrainian].

10. Minkovskij, A. Ye. (2000). Vpliv sposobiv osnovnogo obrobitku gruntu ta sposobiv sivbi na produktivnist soyi. *Byuleten Institutu Zernovogo Gospodarstva UAAN*, 12–13, 74–76. [In Ukrainian].

11. Tolkachov, M. Z. (2004). Vpliv riznih form i doz mineralnih azotnih dobriv na simbiotichnu azotfiksaciyu ta produktivnist soyi. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 53, 55–62. [In Ukrainian].

12. Cherenkov, A. V., Artemenko, S. F., & Ilyenko, A. V. (2003). Vpliv sposobiv osnovnogo ta do- i pislyaposivnogo obrobitku gruntu na produktivnist soyi. *Byuleten Institutu Zernovogo Gospodarstva UAAN*, 21–22, 41–45. [In Ukrainian].

13. Shevnikov, M. Ya., & Koblai, O. O. (2015). *Zastosuvannia biolohichnykh, khimichnykh ta fizychnykh zasobiv u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia soi i kukurudzy*. Poltava [In Ukrainian].

14. Bai, Y., Zhou, X., & Smith, D. L. (2003). Enhanced Soybean plant growth resulting from coinoculation of Bacillus strains with Bradyrhizobium japonicum. *Crop Science*, 43 (5), 1774–1781.

15. Elmore, R. W. (1990). Soybean cultivar response to silage systems and planting date. *Agronomy Journal*, 82 (1), 69–73.

16. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (2), 365–374.

17. Hrgovi´c, S. Soybeans and Agrotechnics. (2021). *Agrobiz/Agrosavjeti*. Retrived from: https://www.agrobiz.hr/agrosavjeti/sojai- agrotehnika-939

18. Jalgaonwala, R. E., & Mahajan, R. T. (2011). Bacterial endophytes and their bioprospecting. *Juornal of Pharmacy Research*, 4, 795–799.

19. Lemic, D., Pajac Živkovic, I., Posaric, M., & Bažok, R. (2021). Influence of Pre-Sowing Operations on Soil-Dwelling Fauna in Soybean Cultivation. *Agriculture*, 11, 474. doi. org/10.3390/

20. Segal, L. M., Miller, D. N., McGhee, R. P., Loecke, T. D., Cook, K. L., Shapiro, C. A., & Drijber, R. A. (2017). Bacterial and archaeal ammonia oxidizers respond differently to long-term tillage and fertilizer management at a continuous maize site. *Soil and Tillage Research*, 168, 110–117. doi: 10.1016/j.still.2016.12.014

21. Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., De Ruiter, P. C., Van Der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., De Vries, F. T., Bardgett, R. D., Brady, M. V., Bjornlund, L., Jorgensen, H. B., Christensen, S., D'Hertefeldt, T., Hotes, S., Gera Hol, W. H., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S. R., Setala, H., Tzanopoulos, J., Uteseny, K., Pizl, V., Stary, J., Wolters, V., & Hedlund, K. (2014). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21, 973–985.

22. Zanella, A., Bolzonella, C., Lowenfels, J., Ponge, J.-F., Bouché, M., Saha, D., Kukal, S. S., Fritz, I., Savory, A., Blouin, M., Sartori, L., Tatti, D., Kellermann, L. A., Trachsel, P., Burgos, S., Minasny, B., & Fukuoka, M. (2018). Humusica 2, article 19: Techno humus systems and global change–conservation agriculture and 4/1000 proposal. *Applied Soil Ecology*, 122 (2), 271–296. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.10.036

Стаття надійшла до редакції: 01.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 85–90.

© Гангур Володимир Васильович, Пипко Олександр Сергійович, Прокопів Олександр 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 633.11«324»:631.53.04/.8:338.432(251.1)(1–17) | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.11**

EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION DEPENDING ON SOWING DATES AND FERTILIZATION IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

Ya. V. Astakhova* ORCID 0000-0003-1762-9211
I. I. Gasanova ORCID 0000-0001-6048-333X
A. O. Kulyk ORCID 0000-0002-8366-2397

State Institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
14, Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49009, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: yana123.astax@gmail.com

How to Cite

Astakhova, Ya. V., Gasanova, I. I., & Kulyk, A. O. (2021). Efficiency of winter wheat cultivation depending on sowing dates and fertilization in the Northern Steppe of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 91–97. doi: 10.31210/visnyk2021.04.11

The article presents the results of three-year research regarding the influence of sowing dates and mineral nutrition on the yield and economic efficiency of cultivating Lastivka Odeska, Holubka Odeska soft winter wheat varieties and Burshtyn hard variety sown on weed free fallow and after spring barley. Winter wheat was sown on three dates – September 7, 22, and October 7. Fertilization options were the following: 1 – without fertilizers (control); 2 – pre-sowing application of fertilizers (after weed free fallow – $N_{30}P_{60}K_{30}$, after spring barley – $N_{60}P_{60}K_{30}$); 3 – fertilization system (against the background of pre-sowing mineral fertilizers' application: after weed free fallow N_{30} additional fertilizing locally at the end of plants tillering phase, after spring barley – N_{30} in early spring on frozen-melted soil (FMS) + N_{30} locally). Based on the research, it has been established that the highest yields and net profit at cultivating all winter wheat varieties (both on weed free fallow and after spring barley) are provided by applying crop fertilization system which includes pre-sowing application of complete fertilizer and spring nitrogen additional fertilizing. The mineral fertilizers' application after both predecessors helped to increase yields and improve the grain class: in soft winter wheat – up to the second or third, and in hard winter wheat – up to the first class in some cases. In the experiments, the minimum values of economic efficiency for all winter wheat varieties were obtained in "no fertilizers" variants. Higher economic efficiency of winter wheat cultivation after both predecessors in Lastivka Odeska and Burshtyn varieties was obtained at the optimal sowing date (September 22), and in Holubka Odeska variety – at the admissible early date (September 7) and the optimal date (September 22). After spring barley, the highest cultivation efficiency was provided by Holubka Odeska variety, which on fertilized plots formed the grain of the third-class quality with the yield of 4.81–6.05 t/ha and production profitability of 121–145 %. The best economic indicators against the background of pre-sowing application of $N_{60}P_{60}K_{30}$ complete fertilizer were observed in the variant with nitrogen additional fertilizing of winter wheat in two terms: 1) N_{30} in the early spring on frozen-melted soil and 2) N_{30} locally at the end of tillering phase.

Key words: *winter wheat, variety, sowing date, mineral fertilization, yield, economic efficiency.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА УДОБРЕННЯ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ

Я. В. Астахова, І. І. Гасанова, А. О. Кулик
Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро, Україна

У статті наведено результати трирічних досліджень щодо впливу строків сівби та мінерального живлення на урожайність і економічну ефективність вирощування сортів пшениці м'якої озимої Ластівка одеська та Голубка одеська і твердої Бурштин по чорному пару та після ячменю ярого в Північному Степу. Пшеницю озиму висівали у три строки – 7, 22 вересня та 7 жовтня. Варіанти удобрення: 1 – без внесення добрив (контроль); 2 – передпосівне внесення добрив (по чорному пару – $N_{30}P_{60}K_{30}$, після ячменю ярого – $N_{60}P_{60}K_{30}$); 3 – система удобрення (на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив: по чорному пару підживлення N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин, після ячменю ярого – N_{30} ранньою весною по мерзлоталому ґрунту (МТҐ) + N_{30} локально). На основі проведених досліджень встановлено, що найвищі врожайність та чистий дохід при вирощуванні всіх сортів пшениці озимої як по чорному пару, так і після ячменю ярого забезпечується застосуванням системи удобрення посівів, що передбачає передпосівне внесення повного добрива та весняні азотні підживлення. Внесення мінеральних добрив після обох попередників сприяло підвищенню урожайності і поліпшенню класу зерна у пшениці м'якої озимої до другого-третього, а у разі вирощування пшениці твердої озимої – в окремих випадках і до першого класу. Мінімальні значення економічної ефективності у всіх сортів пшениці озимої у дослідах отримано у варіантах без добрив. Вища економічна ефективність вирощування пшениці озимої після обох попередників у сортів Ластівка одеська та Бурштин була отримана за умови сівби в оптимальний строк (22 вересня), а у сорту Голубка одеська – в допустимо ранній (7 вересня) та оптимальний строк (22 вересня). Після ячменю ярого найвищу ефективність вирощування забезпечував сорт Голубка одеська, який на удобрених ділянках формував зерно третього класу якості при урожайності 4,81–6,05 т/га та рентабельності виробництва 121–145 %.

Ключові слова: *пшениця озима, сорт, строк сівби, удобрення, урожайність, економічна ефективність.*

Вступ

Пшениця озима у степовій зоні України займає чільне місце у структурі посівних площ серед зернових та є головною продовольчою культурою у світі. Зерно пшениці – найважливіший сільськогосподарський об'єкт міжнародної торгівлі, а його виробництво відіграє вирішальну роль у забезпеченні національної продовольчої безпеки [1–3].

Ця культура при застосуванні відповідної технології вирощування здатна гарантувати високі врожаї, а звідси і великі прибутки, до того ж попит на високоякісне зерно як у країні, так і за її межами зростає, а отже вирощування пшениці озимої і в подальшому залишається перспективним напрямом сільськогосподарського виробництва. Одним із основних складників результативності цього виробництва в умовах Степу України є правильний підбір відповідних сортів, які мають забезпечувати стабільні показники врожайності та якості зерна, проявляти стійкість до несприятливих проявів погоди, до осипання зерна в разі перестоювання посівів, бути пластичними до фону живлення та попередника [4, 5].

В усіх зонах України найвищі врожаї зерна пшениці озимої одержують за умови оптимального строку сівби, що встановлюється з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, особливостей сорту, агротехніки і погоди в передпосівний період. Більшість учених стверджують, що зміщення строків сівби від оптимальних як у сторону ранніх, так і у сторону пізніх, без урахування особливостей року та сорту, значно впливає на ріст і розвиток рослин, морозо- й зимостійкість, стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища, виживання рослин, густоту продуктивного стеблостою та призводить до значного зниження урожайності [6–14]. Встановлення оптимальних строків сівби відповідно до конкретних умов вирощування залишається актуальним, адже різні сорти мають неоднакові біологічні особливості, тому важливо віднайти найкращі прийоми агротехніки для кожного окремого сорту [15–18].

Велике значення у підвищенні ефективності вирощування пшениці озимої має внесення правильно визначених і науково обґрунтованих доз мінеральних добрив, які в конкретних природно-кліматичних та економічних умовах забезпечують найбільш повне використання потенційних можливостей високоврожайних сортів зернових культур. Суттєве значення мають азотні добрива, оскільки оптимальне забезпечення рослин азотом сприяє збільшенню довжини колоса, кількості зерен у ньому, підвищенню вмісту білка та клейковини [19–24].

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

Головним *завданням* досліджень було дослідити вплив строків сівби за різних варіантів удобрення посівів на економічну ефективність вирощування зерна сортів пшениці озимої з різними біологічними особливостями.

Матеріали і методи досліджень

Експериментальні дослідження виконували на полях Державного підприємства «Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернових культур НААН (Дніпропетровська область) 2016–2019 років. Ґрунти дослідного господарства представлені чорноземами звичайними, малогумусними повнопрофільними. Механічний склад ґрунту – середньосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі становить 3,2 %, загального азоту (N) – 0,18–0,20 %, рухомого фосфору (P_2O_5) – 90–120 мг/кг, обмінного калію (K_2O) – 70–120 мг/кг (за Чириковим). Нітрифікаційна здатність ґрунтів максимальних значень досягає в орному шарі (17–20 мг/кг), а реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту чорноземів близька до нейтральної.

Характерними особливостями клімату північної підзони Степу України є значні коливання температури, кількості місячних і річних опадів та нерівномірний їх розподіл упродовж вегетації рослин.

Сорти пшениці м'якої озимої Голубка одеська, Ластівка одеська (сильні за якістю зерна) та твердої озимої Бурштин висівали 7, 22 вересня та 7 жовтня після попередників чорний пар та ячмінь ярий. Варіанти підживлень були такими: 1 – без внесення добрив (контроль); 2 – передпосівне внесення добрив (по чорному пару – $N_{30}P_{60}K_{30}$, після ячменю ярого – $N_{60}P_{60}K_{30}$); 3 – система удобрення (на фоні передпосівного внесення мінеральних добрив: по чорному пару підживлення N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин, після ячменю ярого – N_{30} ранньою весною по мерзлоталому ґрунту (МТҐ) + N_{30} локально).

Економічну характеристику елементів технології вирощування пшениці озимої проводили на основі застосування загальноприйнятої методики, яка дає змогу оцінити варіант технології за рівнем урожайності, собівартості виробництва одиниці продукції, прибутковості гектара посівної площі та рентабельності. Виробничі витрати розраховували на основі технологічних карт вирощування та чинних методичних рекомендацій [25, 26].

У розрахунках використовували такі показники: врожайність (т/га); клас якості зерна згідно з чинним національним стандартом на пшеницю ДСТУ 3768 : 2019, що впливає на ціну зерна; вартість валової продукції; виробничі витрати на 1 га; собівартість 1 т продукції; чистий дохід; рівень рентабельності.

Ціни на зерно пшениці диференціювали відповідно до якості отриманого зерна. Для розрахунку вартісних показників були прийняті ціни на виробничі ресурси та продукцію, що діяли у вересні 2020 р.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені за результатами польових дослідів розрахунки свідчать, що ефективність вирощування пшениці озимої по чорному пару та після ячменю ярого значно залежала від сорту, строку сівби та удобрення. Внесення мінеральних добрив після обох попередників сприяло підвищенню урожайності і поліпшенню класу зерна у пшениці м'якої озимої до другого-третього, а за вирощування пшениці твердої озимої – навіть і до першого класу якості.

Аналіз отриманих експериментальних даних показав, що у середньому за 2017–2019 рр. при вирощуванні пшениці м'якої озимої Ластівка одеська по чорному пару вищі економічні показники отримано у разі сівби 22 вересня, а найбільші урожайність (7,10 т/га) та чистий дохід на 1 га (27374 грн) були за системи удобрення, яка передбачала передпосівне внесення повного добрива $N_{30}P_{60}K_{30}$ та підживлення N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин (табл. 1).

1. Економічна ефективність вирощування різних сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення по чорному пару, 2017–2019 рр.

Показники	Сорти								
	Ластівка одеська			Голубка одеська			Бурштин		
	без добрив (контроль)	передпосівне внесення добрив*	система удобрення**	без добрив	передпосівне внесення добрив*	система удобрення**	без добрив	передпосівне внесення добрив*	система удобрення**
Строк сівби – 7 вересня									
Урожайність, т/га	5,34	5,86	6,13	6,14	6,69	7,04	4,87	5,53	5,97
Виробничі витрати на 1 га, грн	8896	12017	12876	9310	12435	13334	8652	11851	12796
Собівартість 1 т зерна, грн	1666	2051	2100	1516	1859	1894	1777	2143	2143
Чистий дохід на 1 га, грн	17270	20799	22678	20776	25029	26090	15942	20776	23621
Чистий дохід на 1 т, грн	3234	3549	3700	3383	3741	3706	3274	3757	3957
Рівень рентабельності, %	194,1	173,1	176,1	223,2	201,3	195,7	184,2	175,3	184,6
Строк сівби – 22 вересня									
Урожайність, т/га	6,04	6,85	7,10	6,18	6,76	7,16	5,22	5,85	6,40
Виробничі витрати на 1 га, грн	9713	12957	13806	9786	12912	13836	9289	12454	13453
Собівартість 1 т зерна, грн	1608	1892	1945	1583	1910	1932	1780	2129	2102
Чистий дохід на 1 га, грн	19883	26773	27374	20496	24944	27692	17072	22061	25587
Чистий дохід на 1 т, грн	3292	3908	3855	3317	3690	3868	3270	3771	3998
Рівень рентабельності, %	204,7	206,6	194,5	209,4	193,2	200,1	183,7	177,1	190,2
Строк сівби – 7 жовтня									
Урожайність, т/га	5,23	5,79	6,08	6,01	6,52	6,93	4,36	4,98	5,49
Виробничі витрати на 1 га, грн	8719	11866	12735	9123	12233	13162	8268	11459	12438
Собівартість 1 т зерна, грн	1667	2049	2095	1518	1876	1899	1896	2301	2266
Чистий дохід на 1 га, грн	16908	21716	22529	20326	24279	25646	13750	17923	21051
Чистий дохід на 1 т, грн	3233	3751	3705	3382	3724	3700	3154	3599	3834
Рівень рентабельності, %	193,9	183,0	176,9	222,8	198,5	194,8	166,3	156,4	169,2

Примітки: * $N_{30}P_{60}K_{30}$; ** $N_{30}P_{60}K_{30}$ + N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин.

У разі сівби 7 вересня та 7 жовтня у сорту пшениці озимої Ластівка одеська чистий дохід на 1 га залежно від удобрення змінювався з 17270 до 22678 та з 16908 до 22529 грн відповідно, але найвищим він був у варіанті з найбільшим насиченням мінеральних добрив, де на фоні передпосівного внесення добрив проводили підживлення N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин. За умови передпосівного внесення повного добрива чистий дохід на 1 га залежно від строку сівби зростав у цього сорту порівняно контролем (без добрив) на 20–34 %, за системи удобрення – на 31–37 %.

Найвищі економічні показники за всіх строків сівби відмічали у сорту пшениці м'якої Голубка одеська. Найбільші урожайність (7,16 т/га), чистий дохід на 1 га (27692 грн) та на 1 тонну зерна (3868 грн) було отримано за умови сівби в оптимальний строк (22 вересня) у варіанті, де на фоні передпосівного внесення добрив $N_{30}P_{60}K_{30}$ проводили підживлення N_{30} локально.

Найбільший чистий дохід на 1 га за умови сівби 7 вересня та 7 жовтня було отримано також при застосуванні системи удобрення. У разі передпосівного внесення добрив у сорту Голубка одеська чистий дохід на 1 га залежно від строку сівби підвищувався порівняно до контролю на 19–21 %, а за системи удобрення – на 25–35 %.

У сорту пшениці твердої озимої Бурштин найвищі економічні показники за всіх строків сівби також формувалися у варіанті: $N_{30}P_{60}K_{30}$ + N_{30} локально, але найбільші урожайність (6,40 т/га),

чистий дохід на 1 га (25587 грн) та на 1 тонну зерна (3998 грн) були отримані за умови сівби в оптимальний строк (22 вересня). Чистий дохід на 1 га залежно від строку сівби у сорту Бурштин зростав за умови передпосівного внесення добрив порівняно до контролю на 27–30 %, а за системи удобрення – на 48–53 %.

Слід зазначити, що виробничі витрати при вирощуванні пшениці озимої по чорному пару значно збільшувались у варіантах із внесенням мінеральних добрив. Рентабельність за таких варіантів удобрення в багатьох випадках була на рівні з контролем, або навіть і нижче.

При вирощуванні пшениці озимої після ячменю ярого у середньому за три роки досліджень у сорту Ластівка одеська найкращі економічні показники при всіх строках сівби були забезпечені застосуванням системи удобрення, яка передбачає передпосівне внесення повного добрива $N_{60}P_{60}K_{30}$ і проведення азотних підживлень посівів: N_{30} ранньою весною по мерзлоталому ґрунту (МТҐ) та N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин, але найвищі чистий дохід на 1 га (19474 грн), на 1 тонну (3387 грн) та рентабельність (140,3 %) були отримані у разі сівби 22 вересня.

За цього строку сівби була і найменша собівартість 1 тонни зерна (2413 грн) порівняно із сівбою 7 вересня (2509 грн) та 7 жовтня (2461 грн). Чистий дохід на 1 га у разі передпосівного внесення повного добрива залежно від строку сівби зростав відносно контролю на 60–69 %, а за системи удобрення – на 116–142 % (табл. 2).

2. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення після ячменю ярого, 2017–2019 рр.

Показники	Сорти								
	Ластівка одеська			Голубка одеська			Бурштин		
	без добрив (контроль)	передпосівне внесення добрив*	система удобрення**	без добрив	передпосівне внесення добрив*	система удобрення**	без добрив	передпосівне внесення добрив*	система удобрення**
Строк сівби – 7 вересня									
Урожайність, т/га	3,27	4,35	5,47	3,74	5,05	5,91	2,76	4,13	4,94
Виробничі витрати на 1 га, грн	7704	11889	13725	7941	12242	13947	7447	11778	13459
Собівартість 1 т зерна, грн	2356	2733	2509	2123	2424	2360	2698	2852	2724
Чистий дохід на 1 га, грн	8319	13341	18001	10385	16068	20331	6491	11970	16675
Чистий дохід на 1 т, грн	2544	3067	3291	2777	3182	3440	2352	2898	3376
Рівень рентабельності, %	108,0	112,2	131,2	130,8	131,3	145,8	87,2	101,6	123,9
Строк сівби – 22 вересня									
Урожайність, т/га	3,39	4,77	5,75	3,82	5,26	6,05	3,11	4,63	5,53
Виробничі витрати на 1 га, грн	7774	12110	13876	7991	12357	14027	7633	12040	13765
Собівартість 1 т зерна, грн	2293	2539	2413	2092	2349	2318	2454	2600	2489
Чистий дохід на 1 га, грн	8837	14602	19474	10727	17099	19853	8073	14583	19968
Чистий дохід на 1 т, грн	2607	3061	3387	2808	3251	3281	2596	3150	3611
Рівень рентабельності, %	113,7	120,6	140,3	134,2	138,4	141,5	105,8	121,1	145,1
Строк сівби – 7 жовтня									
Урожайність, т/га	3,13	4,46	5,60	3,44	4,81	5,67	2,55	3,89	4,73
Виробничі витрати на 1 га, грн	7622	11933	13779	7779	12110	13816	7330	11646	13342
Собівартість 1 т зерна, грн	2435	2676	2461	2261	2518	2437	2875	2994	2821
Чистий дохід на 1 га, грн	7715	13043	18701	9077	14826	17936	5548	10722	15511
Чистий дохід на 1 т, грн	2465	2924	3339	2639	3082	3163	2176	2756	3279
Рівень рентабельності, %	101,2	109,3	135,7	116,7	121,4	129,8	75,7	92,1	116,3

Примітки: * $N_{60}P_{60}K_{30}$; ** $N_{60}P_{60}K_{30}$ + N_{30} по МТҐ + N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин.

У сорту пшениці м'якої озимої Голубка одеська після непарового попередника формувався найвищий рівень урожайності серед інших сортів. Найкращі економічні показники спостерігали також у варіанті, де на фоні передпосівного внесення повного добрива $N_{60}P_{60}K_{30}$ проводили азотні підживлення посівів пшениці озимої у два строки: N_{30} по МТҐ та N_{30} локально.

Найбільшими чистий дохід та рівень рентабельності були за умови сівби 7 вересня, найменшими – 7 жовтня. Приріст чистого доходу порівняно з контролем становив залежно від строку сівби у варіанті з передпосівним унесенням повного добрива 54–63 %, а у разі системи удобрення – 85–97 %. А взагалі на удобрених ділянках у сорту Голубка одеська урожайність становила 4,81–6,05 т/га за третього класу якості, а рентабельність виробництва – 121–145 %.

У сорту пшениці твердої озимої Бурштин економічна ефективність також була вищою у варіантах з найбільшим насиченням мінеральними добривами. Найвищі чистий дохід (19968 грн/га) та рівень рентабельності (145,1 %) були отримані за умови сівби в оптимальний строк. Чистий дохід на 1 га залежно від строку сівби за умови передпосівного внесення добрив зростав відносно контролю на 80–93 %, а за системи удобрення – на 147–179 %.

Виробничі витрати після непарового попередника, як і по чорному пару, також значно збільшувались у варіантах із передпосівним унесенням добрив та у разі системи удобрення. Та все ж, зважаючи на суттєві прирости врожайності від застосовування мінеральних добрив після ячменю ярого, рентабельність вирощування пшениці озимої найбільшою була у варіанті, який включав передпосівне внесення повного добрива $N_{60}P_{60}K_{30}$ та проведення азотних підживлень посівів по МТҐ та наприкінці фази кущіння. Мінімальні значення економічної ефективності у всіх сортів пшениці озимої отримано у варіантах без добрив.

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільші урожайність та чистий дохід при вирощуванні всіх сортів пшениці озимої як по чорному пару, так і після ячменю ярого забезпечувалися застосуванням системи удобрення посівів, що передбачає передпосівне внесення добрива (по чорному пару $N_{30}P_{60}K_{30}$; після ячменю ярого – $N_{60}P_{60}K_{30}$) та весняні азотні підживлення (по чорному пару N_{30} локально наприкінці фази кущіння рослин; після ячменю ярого – N_{30} ранньою весною по мерзлоталому ґрунту + N_{30} локально наприкінці фази кущіння). Вищу економічну ефективність вирощування пшениці озимої після обох попередників у сортів Ластівка одеська та Бурштин одержували за умови сівби в оптимальний строк (22 вересня), а у сорту Голубка одеська – в допустимо ранній (7 вересня) та в оптимальний строк. На основі отриманих даних можна зробити висновок, що після ячменю ярого серед сортів пшениці м'якої рекомендується висівати сорт Голубка одеська, який на удобрених площах формує 4,81–6,05 т/га продовольчого зерна третього класу якості за рентабельності виробництва 121–145 %.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень можуть бути використані при розробці науково-практичних робіт, спрямованих на підвищення економічної ефективності вирощування сучасних сортів пшениці м'якої та твердої озимої в умовах степової зони.

References

1. Cherenkov, A. V., Gasanova, I. I., & Solodushko, M. M. (2014). Pshenytsia ozyma – rozvytok ta selektsiia kultury v istorychnomu aspekti. *Biuleten Institutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 6, 3–8. [In Ukrainian].

2. Kernasiuk, Yu. V. (2020). Hlobalnyi rynok pshenytsi: koniunktura i trendy. *Ahrobiznes Sohodni*, 22 (437), 12–16. [In Ukrainian].

3. Prokopenko, N. S. (red.). (2019). *Statystychnyi zbirnyk 2018. Roslynnytstvo Ukrainy*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [In Ukrainian].

4. Gyrka, A. D., Viniukov, O. O., Ischenko, V. A., & Gyrka, T. V. (2016). Features of realization the productivity potential of winter and spring wheat varieties in Northern Steppe of Ukraine. *Biuleten Institutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 11, 49–53. [In Ukrainian].

5. Shaporynska, N. M. (2005). Urozhainist ta yakist zerna i nasinnia sortiv miakoi i tverdoi pshenytsi zalezhno vid umov vyroshchuvannia na pivdni Ukrainy. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kherson [In Ukrainian].

6. Kryvenko, A. I., Pochkolina, S. V., & Bezedne, N. H. (2019). Urozhainist ta yakist zerna perspektyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi za riznymy strokamy sivby v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 107, 78–85. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.10 [In Ukrainian].

7. Tadeusz, O. (2014). Effekt of sowing date on winter wheat yields in Poland. *Journal of Central European Agriculture*, 15 (4), 83–99. doi: 10.5513/JCEA01/15.4.1513.

8. Usova, N. M. (2016). Vplyv strokiv sivby na urozhainist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v umovakh Pivdennoho stepu Ukrainy. *Biuleten Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAN*, 11, 58–62. [In Ukrainian].

9. Chuhrii, H. A. (2019). Formuvannia produktyvnosti sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid strokiv sivby v umovakh Donetskoi oblasti. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 107, 178–185. [In Ukrainian].

10. Reynolds, M. P., Hobbs, P. R., & Braun, H. J. (2007). Challenges to international wheat improvement. *Agreecultural Sciens*, 145 (3), 225–227.

11. Hyrka, A. D., Pedash, O. O., Kulyk, I. O., Viniukov, O. O., & Ishchenko, V. A. (2017). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezhno vid stroku sivby ta normy vysivu pislia ripaku ozymoho v umovakh Stepu. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (1), 30–36. [In Ukrainian].

12. Tkachuk, V. P., Storozhuk, V. V., & Tymoshchuk, T. M. (2017). Zaburianenist ta produktyvnist ahrofitotsenozu pshenytsi ozymoi zalezhno vid strokiv sivby i norm vysivu. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1 (1 (58)), 69–79. [In Ukrainian].

13. Tkachuk, V. P., & Tymoshchuk, T. M. (2020). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist pshenytsi ozymoi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 3 (804), 38–44. doi: 10.31073/agrovisnyk202003-05 [In Ukrainian].

14. Cherenkov, A. V., Nesterets, V. H., Solodushko, M. M., Gasanova, I. I., Yaroshenko, S. S., Girka, A. D., Zhelyzkov, O. I., Pedash, O. O., Benda, R. V., Bondarenko, A. S., Khorishko, S. A., Bondarenko, O. V., Palchuk, N. S., Pryadko, Yu. M., & Kozelsky, O. M. (2015). *Pshenytsia ozyma v zoni Stepu, klimatychni zminy ta tekhnolohii vyroshchuvannia: monohrafiia*. Dnipropetrovsk: Nova ideolohiia [In Ukrainian].

15. Onychko, T. O. (2012). Vplyv strokiv sivby na vrozhainist ta yakist zerna suchasnykh sortiv pshenytsi ozymoi. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriia : Ahronomiia i Biolohiia*, 2, 136–142. [In Ukrainian].

16. Viniukov, O. O. (2015). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi riznykh selektsiinykh tsentriv Ukrainy. *Biuleten Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 8, 158–162. [In Ukrainian].

17. Liashenko, V. V., & Marenych, M. M. (2010). Vplyv strokiv sivby na produktyvnist posiviv pshenytsi ozymoi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 46–50. [In Ukrainian].

18. Nasrallah, A. (2020). Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy*, 143, (125968).

19. Hirzel, J., Matus, I., & Madariaga, R. (2010). Effect of split nitrogen applications on durum wheat cultivars in volcanic soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70, 590–595.

20. Zecevic, V., Knezevic, D., Boskovic, J., Micanovic, D., & Dozet, G. (2010). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Research Communications*, 38, 243–249.

21. Mandic, V., Krnjaja, V. S., & Bijelic, Z. (2015). Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 7 (5), 92–97.

22. Ghimire, D., Das, S., Mueller, N., Creech, C., Santra, D., Baenziger, S., Easterly, A., Maust, B., & Maharjan, B. (2021). Effects of cultivars and nitrogen management on wheat grain yield and protein. *Agronomy Journal*, 113 (5), 4348–4368. doi: 10.1002/agj2.20836

23. Kryvenko, A. I., & Burykina, S. I. (2018). Formuvannia produktyvnosti ta yakosti zerna pshenytsi ozymoi za strokamy pidzhyvlennia u vyroshchuvanni po chornomu paru. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 100 (1), 103–111. [In Ukrainian].

24. Partal, E., & Paraschivu, M.a (2020). Results regarding of crop rotation and fertilization on the yield and qualities at wheat and maize in south of Romania. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIII (2), 184–189.

25. Luzana, Yu. Ya., & Sabluka, P. T. (red.). (2003). *Ekonomichnyi dovidnyk ahrarnyka*. Kyiv: Presa Ukrainy [In Ukrainian].

26. Cherenkov, A. V., & Rybka, V. S. (Eds.). (2014). *Naukovo-praktychnyi dovidnyk po obgruntuvanniu poelementnykh normatyviv trudovykh, hroshovo-materialnykh ta enerhetychnykh vytrat na vyrobnytstvo zernovykh kultur*. Dnipropetrovsk [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 01.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Астахова Я. В., Гасанова І. І., Кулик А. О. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення в Північному Степу. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 91–97.

© Астахова Яніна Владиславівна, Гасанова Ірина Іванівна, Кулик Алла Олексіївна, 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 635.655.003.13:631.81 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.12**

EFFECTIVENESS OF MICRO-FERTILIZERS FOR PRE-SOWING SOYBEAN SEED TREATMENT

O. V. Shovkova* ORCID 0000-0001-6170-0164
Ye. V. Korotych

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36000, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: shovkovaoksana@gmail.com

How to Cite: *Shovkova, O. V., & Korotych, Ye. V. (2021). Effectiveness of micro-fertilizers for pre-sowing soybean seed treatment. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 98–102. doi: 10.31210/visnyk2021.04.12*

Under modern conditions of agrarian production development in Ukraine, soybean is important as a valuable grain legume crop. Every year, new soybean varieties are introduced in production and the necessity arises to improve the existing technology elements in cultivating the crop. Balanced use of macro- and micro-elements not only optimizes the general balance of plant nutrition, raises fertilizers' efficacy, improves resistance to stress and biotic factors, but also considerably increases yield capacity and the quality of obtained products. The purpose of the study was to identify the impact of pre-sowing seed treatment with chelate micro-fertilizers on the productivity of early-maturing soybean varieties in the Left-Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine. The task of the study envisaged: to determine the effect of various chelate-based micro-fertilizers on structure indicators of soya seed yields; find the peculiarities of micro-fertilizers' impact on yield capacity of early-maturing soya variety group. During the period of studies, the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field, and statistical. The research results testify that the use of micro-fertilizers in the technology of soybean cultivation by pre-sowing seed treatment positively affects the formation of yield structure components in the experimental plants. The height of bean attachment on the lower layer in different soya varieties of early-maturing group varied from 13.2 to 15.9 cm depending on micro-fertilizers' application. The largest number of beans per plant and thousand-seed weight was formed on the plots after pre-sowing seed treatment with Active Corn Legumes – 15.9–16.7 pcs and 167.3–190.5 g, respectively. The application of VUXAL KoMo Active micro-fertilizer ensured the yield increase of 0.22–0.28 t/ha depending on variety composition. Nano-mineralis micro-fertilizer was more effective: the yield increase made 0.47–0.56 t/ha. The maximum soybean productivity was formed at using Active Corn Legumes fertilizer with chelated micro-elements for pre-sowing seed treatment in the following varieties: Millenium – 3.43 t/ha, Amadeus – 2.87 t/ha, Raiduha – 3.25 t/ha, and Holubka variety – 3.57 t/ha.

Key words: *soybean (soya), variety, micro-fertilizers, seed treatment, yield structure, yield capacity.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОДОБРИВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОЇ

О. В. Шовкова, Є. В. Коротич
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва України соя має важливе значення як цінна зернобобова культура. Щороку у виробництво впроваджуються нові сорти сої та виникає необхідність удосконалення існуючих елементів технології вирощування культури. Збалансоване застосування макро- і мікроелементів не лише оптимізує загальний баланс живлення рослин, підвищує ефективність добрив, покращує стресостійкість, резистентність до біотичних чинників, але і значно підвищує урожайність

та якість отриманої продукції. Мета дослідження полягала у виявленні впливу передпосівної обробки насіння хелатними мікродобривами на продуктивність ранньостиглих сортів сої в умовах лівобережної частини Лісостепу України. Завданням дослідження передбачено: визначити вплив різних мікродобрив на хелатній основі на показники структури врожайності насіння сої; виявити особливості впливу мікродобрив на урожайність сортів сої ранньостиглої групи. Упродовж періоду проведення досліджень використано такі наукові методи: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Результати досліджень свідчать, що застосування мікродобрив у технології вирощування сої шляхом передпосівної обробки насіння позитивно впливає на формування компонентів структури врожаю у дослідних рослин. Висота прикріплення бобів нижнього ярусу в різних сортів сої ранньостиглої групи залежно від застосування мікродобрив коливалася від 13,2 до 15,9 см. Найбільша кількість бобів на одній рослині та маса 1000 насінин формувалася на ділянках з передпосівною обробкою насіння Актив Корн Бобові – 15,9–16,7 штук та 167,3–190,5 г відповідно. Застосування мікродобрива ВУКСАЛ КоМо Active забезпечило приріст урожайності залежно від сортового складу 0,22–0,28 т/га. Мікродобриво Нано-мінераліс було більш ефективнішим, приріст урожаю становив 0,47–0,56 т/га. Максимальну продуктивність формувала соя у разі використання добрива з хелатованими мікроелементами Актив Корн Бобові для передпосівної обробки насіння: у сорту Мілленіум – 3,43 т/га, у сорту Амадеус – 2,87 т/га, у сорту Райдуга – 3,25 т/га, у сорту Голубка – 3,57 т/га.

Ключові слова: *соя, сорт, мікродобрива, обробка насіння, структура врожаю, урожайність.*

Вступ

Соя характеризується унікальною сукупністю ознак якості насіння, має достатньо високу продуктивність, широкий ареал поширення та високу економічність виробництва. Саме тому ця культура за обсягами виробництва є провідною бобовою та олійною культурою світу [1].

Україна сьогодні посідає восьме місце у світі та перше в Європі за посівними площами та обсягами виробництва сої. За останні п’ять років площі цієї культури збільшилися і вона посіла другу позицію серед головних олійних культур після соняшнику, потіснивши ріпак [2]. Однак нестабільна урожайність сої за роками є основним стримуючим фактором зростання валових обсягів її вирощування. Зважаючи на це, перед науковцями та дослідниками постає завдання – максимально розкрити генетичний потенціал сортів цієї зернобобової культури.

Оптимізація мінерального живлення рослин – найбільш істотний засіб регулювання фізіологічних процесів, які визначають формування врожаю будь-якої сільськогосподарської культури [3].

Соя доволі вибаглива до поживних елементів. Одних лише макроелементів недостатньо для реалізації потенційної урожайності сучасних сортів. Зважаючи на високу фізіологічну потребу сої, варто акцентувати увагу на забезпеченні її мікроелементами [4–6]. А зважаючи на високу вартість органічних і мінеральних добрив та чималий дефіцит останніх, використання мікродобрив у технології вирощування сої приваблює своєю дешевизною та простотою [7].

Цінність мікроелементів у рослині обумовлено тим, що вони поліпшують обмін речовин, забезпечують нормальне проходження фізіолого-біохімічних процесів, впливають на синтез хлорофілу та збільшують інтенсивність фотосинтезу [8, 9]. Окрім цього мікроелементи підвищують стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища (дефіцит вологи у ґрунті, підвищення та зниження температур), захищають рослини від багатьох бактеріальних і грибкових хвороб, підвищуючи їхній імунітет [8].

На думку науковців Адаменко С. М., Костюшко І. П., Голіка Г. А., Черниша М. О. [10, 11], доступним та економічно вигідним способом використання мікродобрив на сої є передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення рослин упродовж вегетації.

Результати польових досліджень показали, що передпосівна обробка насіння мікроелементами позитивно впливала на польову схожість і густоту рослин у посівах. Рослини на варіантах, де застосовували мікроелементи, мали більш інтенсивний ріст [12].

Передпосівна обробка насіння сої нітродаром у суміші з мікроелементами дала можливість у фазі гілкування вдвічі збільшити кількість бульбочок азотфіксувальних бактерій на рослинах сої без зрошення і за умови додаткового краплинного зрошення; також збільшилася і їхня маса, що врешті-решт покращило розвиток рослин і підвищило їхню продуктивність [13].

У дослідженнях Заболотного Г. М., Циганського В. І., Циганської О. І. проведення передпосівної обробки насіння (150 г/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазу бутонізації (0,5 кг/га) хелатним мікродобривом Мікрофол Комбі сприяло формуванню високих показників індивідуальної продуктивності та максимальній реалізації генетичного потенціалу [14].

Дослідження в умовах лівобережної частини Лісостепу України підтверджують, що позакореневе підживлення рослин сої Брасітрелом у поєднанні з обробкою насіння Рексоліном сприяло підвищенню урожайності насіння сої сорту Терек на 0,72 т/га [15].

Аналіз джерел наукової літератури свідчить про актуальність проведення досліджень з ефективності застосування мікродобрив на хелатній основі для передпосівної обробки насіння під час вирощування сучасних сортів сої та вибору препарату з оптимальним мікроелементним складом [16–19].

Мета дослідження – виявити вплив передпосівної обробки насіння хелатними мікродобривами на продуктивність ранньостиглих сортів сої в умовах лівобережної частини Лісостепу України.

Завдання дослідження: визначити вплив різних мікродобрив на хелатній основі на показники структури врожайності насіння сої; виявити особливості впливу мікродобрив на урожайність посівів сої.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. на полях дослідного господарства «Степне» Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М. І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН України. Ґрунт – чорнозем типовий, важкосуглинковий. Агрохімічні показники ґрунту: вміст гумусу в орному шарі (0–20 см) 4,1–4,4 %; азоту, що легко гідролізується, – 10,4–11,8 мг/100 г ґрунту; рухомого фосфору – 9–12 мг/100 г ґрунту; рухомого калію – 12–16 мг/100 г ґрунту; pH сольової витяжки – 6,0–6,4. Погодні умови за роки досліджень відзначалися нерівномірним розподілом опадів упродовж періоду вегетації сої.

Польовий дослід передбачав вивчення двох факторів. Фактор А (сорти): 1. Голубка (оригінатор Інститут землеробства НААН); 2. Райдуга (оригінатор Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН); 3. Амадеус (оригінатор Семенсес Прогрейн); 4. Мілленіум (оригінатор Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН). Фактор В (мікродобрива): 1. Контроль (без обробки); 2. ВУКСАЛ КоМо Active (0,5 л/т); 3. Нано-мінераліс (0,1 л/т); 4. Актив Корн Бобовий (2 л/т). Характеристика мікродобрив наведена в таблиці 1.

1. Характеристика мікродобрив

№ з/п	Назва препарату	Склад
1.	ВУКСАЛ КоМо Active	Mo – 150 г/л; Co – 15 г/л; K_2O – 58 г/л; SO_3 – 20 г/л;
2.	Нано-мінераліс	Mo – 50 мг/л; Mg – 1600 мг/л; Mn – 120 мг/л; Cu – 120 мг/л; Co – 100 мг/л; Fe – 160 мг/л; Zn – 220 мг/л; Se – 40 мг/л; Nd – 50 мг/л.
3.	Актив Корн Бобовий	N – 7,0 %; K_2O – 3,0 %; MgO – 0,4 %; SO_3 – 2,5 %; Mn – 0,7 %; Cu – 0,2 %; Fe – 0,4 %; Zn – 0,3 %; B – 0,3 %; Mo – 0,02 %; Co – 0,02 %.

Технологія вирощування сої загальноприйнята для зони Лівобережного Лісостепу, крім елементів, що досліджували. Обробку насіння мікродобривами проводили до сівби згідно зі схемою досліду.

Визначення структури врожаю проводили методом снопових зразків [20]. Облік урожайності проводили методом суцільного збирання та зважування зерна з кожної ділянки з подальшим перерахунком на 1 га [20].

Результати досліджень та їх обговорення

Упродовж проведення досліджень визначали індивідуальну продуктивність рослин сої за такими показниками: висота прикріплення бобів нижнього ярусу, кількість бобів на рослині, маса 1000 насінин.

Вивчення особливостей формування компонентів структури врожаю дослідними рослинами сої показало відмінність їхніх значень залежно від сортового складу та передпосівної обробки насіння.

Важливим показником продуктивності сої, який суттєво впливає на кількість польових втрат під час збирання та визначає придатність сортів до механізованого збирання врожаю, є висота прикріплення нижніх бобів. Оцінювання цього показника в різних сортів сої показало, що найвищу висоту прикріплення нижнього бобу мав сорт Мілленіум – у середньому 15,9 см. У сорту Райдуга цей показник становив у середньому 15,4 см. Висота прикріплення бобів нижнього ярусу у сортів Голубка та Амадеус була нижчою на 2,2 см та 2,7 см порівняно із сортом Міллеуніум. Варто зазначити, що найменше значення цього показника незалежно від сортового складу було на контрольному варіанті (без обробки насіння). На ділянках, де проводили передпосівну обробку насіння мікродобривами, нижні боби формувалися вище. Найбільшу висоту відмічено за умови використання Актив Корн Бобові (2 л/т) – 16,7 см.

Важливим компонентом структури врожаю рослин сої є кількість бобів на рослині. За результатами досліджень 2018–2020 років на ділянках, де насіння обробляли перед сівбою мікродобривом Нано-мінераліс, спостерігається підвищення значень цього показника у сорту Мілленіум на 3,1 см, у сорту Амадеус – на 2,2 см, у сорту Райдуга – на 2,7 см, у сорту Голубка – на 3,6 см порівняно із застосуванням мікродобрива ВУКСАЛ КоМо Active. Максимальна кількість бобів на одній рослині коливалася від 15,9 до 16,7 см на варіантах, де для передпосівної обробки насіння використовували мікродобриво на хелатній основі Актив Корн Бобові (2 л/т).

Отримані результати досліджень упродовж 2018–2020 рр. підтверджують думку про те, що маса 1000 насінин є генетично зумовленим показником, залежить від сортових особливостей та коливається у досить вузьких межах. Застосування мікродобрив для обробки насіння перед сівбою позитивно впливало на виповненість насіння сої. За три роки досліджень маса 1000 насінин на варіантах передпосівної обробки насіння добривом з хелатованими мікроелементами Актив Корн Бобові у сорту Мілленіум становила 183,7 г, у сорту Амадеус – 171,9 г, у сорту Райдуга – 167,3 г, у сорту Голубка – 190,5 г.

Урожайність є найважливішим показником господарської цінності рослин сої, що поєднує індивідуальну продуктивність рослин, умови довкілля та елементи технології вирощування.

За результатами досліджень 2018–2020 рр. серед сортів сої ранньостиглої групи найнижчу врожайність сформував сорт Амадеус (табл. 2). Залежно від варіантів вона коливалася від 2,29 до 2,87 т/га.

2. Урожайність насіння сої залежно від передпосівної обробки насіння мікродобривами на хелатній основі, т/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Мікродобрива	Сорти сої			
	Мілленіум	Амадеус	Райдуга	Голубка
Контроль (без обробки)	2,73	2,29	2,62	2,87
ВУКСАЛ КоМо Active (0,5 л/т)	3,01	2,51	2,86	3,13
Нано-мінераліс (0,1 л/т)	3,27	2,76	3,12	3,43
Актив Корн Бобовий (2 л/т)	3,43	2,87	3,25	3,57
$НІР_{05}$	0,22	0,20	0,21	0,24

Вища врожайність була на посівах сорту Райдуга та Мілленіум – відповідно 2,62–3,25 та 2,73–3,43 т/га. Найвищу насіннєву продуктивність мали рослини сої сорту Голубка 2,87–3,57 т/га.

Установлено позитивний вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на хелатній основі на формування урожайності насіння сої. Застосування добрива ВУКСАЛ КоМо Active сприяло зростанню врожайності культури порівняно з контролем на 0,28 т/га у сорту Мілленіум, на 0,22 т/га – у сорту Амадеус, на 0,24 т/га – у сорту Райдуга, на 0,26 т/га – у сорту Голубка. Використання для передпосівної обробки насіння препарату Нано-мінераліс забезпечило зростання врожайності сої відносно контрольного варіанту за сортами на: Мілленіум – 0,54 т/га; Амадеус – 0,47 т/га; Райдуга – 0,50 т/га; Голубка – 0,56 т/га. Максимальну продуктивність формували посіви сої за умови використання добрива з хелатованими мікроелементами Актив Корн Бобові для передпосівної обробки насіння 3,43 т/га; 2,87 т/га; 3,25 т/га; 3,57 т/га відповідно.

Отже, за результатами досліджень встановлено, що обробка насіння перед сівбою мікродобривом на хелатній основі Актив Корн Бобові покращує продуктивність рослин сої та забезпечує підвищення врожайності цієї культури.

Висновки

Результати проведених досліджень свідчать, що під час вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України ефективним агрозаходом є передпосівна обробка насіння мікродобривами на хелатній основі. Найбільшу кількість бобів на одній рослині (15,9–16,7 шт.) та масу 1000 насінин (167,3 –190,5 г) формували рослини сої, де проводили обробку насіння перед сівбою мікродобривом Актив Корн Бобові у нормі 2 л/т. Під час застосування ВУКСАЛ КоМо Active та Нано-мінераліс ці показники структури врожайності мали нижчі значення. Найвищу врожайність зафіксовано на ділянках із сортом Голубка, де перед сівбою насіння обробляли добривом із хелатованими мікроелементами Актив Корн Бобові – 3,57 т/га, прибавка врожаю відносно контролю становила 0,7 т/га.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності застосування мікродобрив на посівах сої шляхом позакореневого підживлення рослин упродовж вегетації.

References

1. Derevianskyi, V. (2014). Udoskonalena tekhnolohiia vyroshchuvannia soi. *Propozytsiia*, 9, 4–25. [In Ukrainian].
2. Chekhova, I. V., & Chekhov, S. A. (2015). Rynok soi v Ukraini. *Ahronom*, 4, 94–98. [In Ukrainian].
3. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2018). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu gruntu v poli tsukrovykh buriakiv zalezhno vid yikh udobrennia v korotkorotatsiinii plodozminnii sivozmini. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 43–50. doi: 10.31210/visnyk2018.04.06 [In Ukrainian].
4. Adamen, F. F., Vergunov, V. A., & Lazer, P. N. (2006). *Agrobiologicheskie osobennosti vozdelyvaniya soi v Ukraine*. Kyiv: Agrarna nauka [In Ukrainian].
5. Artemenko, S. (2017). Try kroky do uspishnoho vyroshchuvannia soi. *Propozytsiia*, 5, 72–76. [In Ukrainian].
6. Ohurtsov, Ye. M. (2008). *Soia u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy*. Kherson [In Ukrainian].
7. Avramenko, S., Manko, K., Sheliakin, V., & Bobrov, O. (2016). Udobrennia soi: novi pidkhody. *Propozytsiia*, 4, 66–68. [In Ukrainian].
8. Bulygin, S. Yu., Demishev, V. A., & Doronin, V. A. (2003). *Mikroelementy v selskom hozyajstve*: 2-e izd. dopolnennoe. Dnepropetrovsk: Dneprkniga [In Russian].
9. Kapitanska, O. (2017). Zbalansovane zhyvlennia – zaporuka formuvannia stresostiikosti roslyn. *Propozytsiia*, 3, 98–99. [In Ukrainian].
10. Adamenko, S. M., & Kostiushko, I. P. (2015). Pidzhyvlennia soi ta soniashnyka. *Ahronom*, 2, 58–61. [In Ukrainian].
11. Holik, H. A., & Chernysh, M. O. (2007). Mikrodobryva – yakisno novyi pidkhid u zhyvlenni roslyn. *Ahrovisnyk Ukraina*, 2 (14), 26–27. [In Ukrainian].
12. Shevnikov, M. Ya. (2006). Vplyv mikroelementiv na produktyvnist soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 21–24. [In Ukrainian].
13. Dymytrov, V. H. (2017). Osoblyvosti formuvannia ploshchi lystkovoho aparatu ta fotosyntetychnoho potentsialu ultraskorostyhlykh sortiv soi. *Ahrobiolohiia*, 2 (135), 70–76.[In Ukrainian].
14. Panasenko, O. L. (2011). Vplyv zvolozhennia ta suchasnykh inokuliantiv na efektyvnist symbiotychnoi azotfiksatsii, urozhainist i yakist zerna soi. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 182–186. [In Ukrainian].
15. Zabolotnyi, H. M., Tsyhanskyi, V. I., & Tsyhansk, O. I. (2015). Vplyv mineralnykh dobryv ta mikrodobryva na formuvannia indyvidualnoi produktyvnosti roslyn soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Ahrobiolohii*, 2, 130–133. [In Ukrainian].
16. 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
17. 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].
18. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshtop, Ye. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy*. Kharkiv: Maidan [In Ukrainian].
19. Mohammadi, K. (2015). Grain oil and fatty acids composition of soybean affected by nano-iron chelate, chemical fertilizers and farmyard manure. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61 (11), 1593–1600. doi: 10.1080/03650340.2015.1025763
20. Shovkova, O. V., Shevnikov, M. Ya., & Milenko, O. H. (2020). Osoblyvosti formuvannia nasinnievoi produktyvnosti roslynamy soi zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 2 (84). doi: 10.31548/dopovidi2020.02.015 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 03.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шовкова О. В., Коротич Є. В. Ефективність мікродобрив для передпосівної обробки насіння сої. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 98–102.

© Шовкова Оксана Володимирівна, Коротич Євгеній Віталійович, 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 : 631.53.048 : 631.526.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.13**

YIELD CAPACITYOF EARLY-MATURING SOYBEAN VARIETIES DEPENDING ON SEEDING RATE

O. H. Milenko* ORCID 0000-0003-0529-5824
M. O. Antonets ORCID 0000-0002-2046-713X
D. V. Kopan
S. O. Dobrovolskyi
A. R. Lukina

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: olga.milenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Milenko, O. H., Antonets, M. O., Kopan, D. V., Dobrovolskyi, S. O., & Lukina, A. R. (2021). Yield capacity of early-maturing soybean varieties depending on seeding rate. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 103–111. doi: 10.31210/visnyk2021.04.13

One of the strategic issues for the development of the agrarian sector and economy in Ukraine is the expansion of sown areas, increasing the yield level, raising the volume of production and improving its economic efficiency for the main grain legume crop of the world farming – soybean (Glycine max). World grain production volumes of this crop are growing rapidly, the global food security significantly depends on food products made of soybeans. Along with increasing the areas under soybean crops and expanding the variety range, the scientific substantiation and development of cultivation technology elements for varieties of this crop are of great importance. The aim of the research was to study the growth and development peculiarities and regularities of yield formation of early-maturing soybean varieties under sowing with different seeding rates. Scientific research was conducted during the period of 2019–2021. The object of the research was early-maturing varieties: ES Komandor, Samorodok and Ranok. In the field experiment, soybean varieties were sown with the following seeding rates: 700 thousand/ha; 800 thousand/ha; 900 thousand/ha and 1 million/ha. The sowing method was row method. According to our research, it was found that the variety properties and seeding rate affected the plant productivity. The maximum productivity of plants was on the variants with the seeding rate of 700 thousand seed/ha. The best weather conditions for the development of early-maturing soybean varieties were in 2019, and, accordingly, the yield level that year was the maximum compared with 2020 and 2021. On the average over the years of research, it was found that the increase in seeding rate from 700 to 900 thousand/ha resulted in the yield increase from 2.05 to 2.44 t/ha. However, further increase in seeding rate to 1 mln/ha led to the decrease in yield. The maximum yield of 2.59 t/ha was obtained in the variants of Samorodok variety. The variant of Samorodok variety, sown with the seeding rate of 900 thousand/ha ensured the highest level of production profitability – 126.22 %, according to the results of economic efficiency calculations for cultivating early-maturing soybean varieties depending on the seeding rate. For the production conditions of the Central Forest-Steppe zone, it is recommended to grow soybeans of Samorodok early-maturing variety with the seeding rate of 900 thousand /ha.

***Key words**: soybean, variety, seeding rate, yield (capacity).*

УРОЖАЙНІСТЬ СКОРОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ

О. Г. Міленко, М. О. Антонець, Д. В. Копань, С. О. Добровольський, А. Р. Лукіна
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Одним із стратегічних питань розвитку аграрного сектору та економіки України загалом є розширення посівних площ, збільшення рівня урожайності, нарощування обсягів виробництва та підвищення його економічної ефективності для основної зернобобової культури світового землеробства – сої (Glycine max). Об'єми виробництва зерна цієї культури на світовому рівні стрімко зростають, від продуктів харчування, виготовлених із сої значно залежить продовольча безпека цивілізації. До того ж зі збільшенням площ посіву сої та розширенням асортименту сортів важливого значення набуває наукове обґрунтування і розробка елементів технології вирощування сортів цієї культури. Метою досліджень було вивчити особливості росту і розвитку та закономірності формування врожаю скоростиглих сортів сої за умови сівби з різними нормами висіву насіння. Наукові дослідження проводили упродовж 2019–2021 рр. Об'єктом досліджень були сорти скоростиглої групи: ЕС Командор, Самородок та Ранок. У польовому досліді сорти сої сіяли з такими нормами висіву насіння: 700 тис./га; 800 тис./га; 900 тис./га та 1 млн./га. Спосіб сівби звичайний рядковий. Згідно з нашими дослідженнями встановлено, що на продуктивність рослин впливали властивості сорту та норма висіву насіння. Максимальна продуктивність рослин була на варіантах з нормою висіву насіння 700 тис./га. Найкращі погодні умови для розвитку скоростиглих сортів сої були 2019 року, а, відповідно, і рівень урожайності цього року був максимальним порівняно з 2020 та 2021 роками. У середньому за роками досліджень встановлено, що підвищення норми висіву насіння з 700 до 900 тис./га впливало на збільшення врожайності від 2,05 до 2,44 т/га. Однак подальше підвищення норми висіву насіння до 1 млн/га призводило до зменшення рівня врожайності. Серед досліджуваних сортів максимальну врожайність 2,59 т/га отримано у посівах сорту Самородок. За результатами розрахунків економічної ефективності вирощування скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння отримали найвищий рівень рентабельності виробництва 126,22 % у варіанті сорту Самородок, що сіяли з нормою висіву насіння 900 тис./га. Для виробничих умов зони Центрального Лісостепу рекомендовано вирощувати сою скоростиглого сорту Самородок з нормою висіву насіння 900 тис./га.

Ключові слова: *соя, сорт, норма висіву насіння, урожайність.*

Вступ

Однією із найцінніших сільськогосподарських культур світового землеробства можна вважати сою [9, 10]. Універсальність культури обумовлюється унікальним хімічним складом, який характеризується комплексним поєднанням вмісту 38−42 % білка, 18−23 % рослинної олії, 25−30 % вуглеводів, а також ферментів, вітамінів, мінеральних речовин [18, 19, 20]. Неможливо переоцінити її значення у біологізації землеробства [11, 13]. Вирощування сої сприятливо впливає на процеси гуміфікації, фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів, водний та поживний режими, покращує азотний баланс сівозміни та підвищує врожайність інших культур сівозміни [17, 27, 29, 30].

За результатами наукової роботи А. Бабича, Ф. Адаменя, В. Петриченка, В. Січкаря, М. Шевнікова, О. Бахмата, В. Жеребко, В. Дідори, В. Патики, Е. Огурцова, В. Дерев'янського, Н. Трикіної, Ю. Золотаря, М. Блащука, П. Марущака, О. Чинчика, В. Міхєєва, Т. Шепілової, С. Попова та інших розроблено рекомендації щодо вирощування сої в Україні [14]. Водночас згідно з останніми тенденціями зміни клімату перед науковцями постає завдання щодо створення сучасних технологій вирощування, які би забезпечували підвищення врожайності та покращення якості продукції в певних природно-кліматичних умовах [1, 2, 25, 26].

Актуальність теми полягає в тому, що відносно невисока врожайність зерна у виробничих посівах зони Лісостепу при високому потенціалі сучасних сортів сої свідчить про недостатню вивченість особливостей росту і розвитку рослин, формування фотосинтетичних параметрів посівів, впливу норми висіву та інших агротехнічних факторів на врожайність.

Метою досліджень було вивчити особливості росту і розвитку та закономірності формування врожаю скоростиглих сортів сої за умови сівби з різними нормами висіву насіння.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі завдання:

- визначити висоту рослин сортів сої залежно від норми висіву насіння;
- встановити вплив густоти посівів на формування площі листкової поверхні сортів у різні фази росту та розвитку;
- зафіксувати тривалість періоду вегетації та настання основних періодів органогенезу в посівах сої за варіантами польового досліду;
- зробити структурний аналіз снопових зразків для з'ясування впливу сортових властивостей та норми висіву насіння на висоту кріплення першого боба, кількість бобів, кількість насінин і масу насіння з однієї рослини;
- визначити врожайність зерна скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння;
- розрахувати економічну ефективність вирощування сої за варіантами польового досліду.

Матеріали і методи досліджень

Наукові дослідження проводили експериментальним методом упродовж 2019–2021 рр. Польові досліди було закладено в умовах польової сівозміни ПСП «Приорілля» Новосанжарського району Полтавської області. Об'єктом досліджень були такі сорти скоростиглої групи: ЕС Командор, Самородок та Ранок [12].

У польовому досліді сорти сої сіяли з такими нормами висіву насіння:

1. 700 тис./га; 2. 800 тис./га; 3. 900 тис./га; 4. 1 млн/га.

Усього у досліді вивчали 12 варіантів: три сорти (фактор А) та чотири норми висіву насіння (фактор В). Повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – рандомізоване [28]. Площа дослідної ділянки 36 м^2, облікової – 25 м^2. Сівбу проводили звичайним рядковим способом, з міжряддями 15 см. Технологія вирощування по варіантах не відрізнялась, крім норми висіву насіння, які вивчали у процесі досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення

Висота рослин є основним чинником у формуванні вертикальної структури посіву і визначає його повітряний та світловий режим.

За результатами досліджень 2019–2021 років (табл. 1), у фазі бутонізації висота рослин сорту ЕС Командор коливалась у межах 35,3–39,1 см, у сорту Самородок цей показник був дещо вищим, і варіював у межах 37,5–43,4 см, а в сорту Ранок висота рослин становила 35,8–44,2 см. Більш повільно на початковому періоді розвитку збільшувались у висоту рослини сорту ЕС Командор. У фазі цвітіння висота рослин сорту ЕС Командор була 44,1–49,2 см.

1. Динаміка висоти рослин сої упродовж вегетаційного періоду, см (2019–2021 рр.)

Норма висіву насіння	Фази росту і розвитку сої								
	бутонізація			цвітіння			наливання насіння		
	сорт								
	ЕС Командор	Самородок	Ранок	ЕС Командор	Самородок	Ранок	ЕС Командор	Самородок	Ранок
700 тис./га	35,3	37,5	35,8	44,1	46,2	44,5	52,5	59,8	61,6
800 тис./га	36,2	38,3	38,3	45,4	47,8	48,3	54,3	62,3	64,5
900 тис./га	37,9	40,6	41,7	46,9	50,6	52,7	67,1	71,4	74,7
1 млн/га	39,1	43,4	44,2	49,2	54,3	55,4	70,8	79,2	81,3

Сорт Самородок демонстрував формування максимальної висоти стебла. За варіантами досліду вона становила від 46,2 см до 54,3 см. А у сорту Ранок на період цвітіння рослин їх висота коливалася в межах 44,5–55,4 см. Максимально високими були рослини сої у фазі наливання насіння. За результатами вимірювань у посівах сорту ЕС Командор отримано збільшення висоти рослин від 52,5 см до 70,8 см за рахунок збільшення норми висіву насіння. Посіви сорту Самородок у фазі наливання насіння сої досягли висоти 59,8–79,2 см. Рослини сорту Ранок досягали висоти 61,6–81,3 см. Найвищим було головне стебло сої у варіантах із підвищеними нормами висіву насіння.

2. Площа листкової поверхні посівів сої упродовж вегетаційного періоду, тис.м²/га (2019–2021 рр.)

Норма висіву насіння	Фази росту і розвитку сої								
	бутонізація			цвітіння			наливання насіння		
	сорт								
	ЕС Командор	Самородок	Ранок	ЕС Командор	Самородок	Ранок	ЕС Командор	Самородок	Ранок
700 тис./га	11,52	20,42	13,17	18,46	24,26	20,28	39,04	46,67	43,54
800 тис./га	12,53	21,83	13,64	21,85	26,23	23,17	43,64	52,10	46,75
900 тис./га	13,04	20,34	14,83	21,36	28,15	24,89	44,48	55,62	49,19
1 млн/га	12,15	19,91	14,36	20,32	27,29	22,89	44,68	56,02	47,02

Листкова поверхня посівів сорту ЕС Командор у фазі бутонізації, найбільша була сформована на варіанті із нормою висіву насіння 900 тис./га та становила 13,04 тис.м²/га (табл. 2.).

У рослин сорту Самородок за період від сходів до бутонізації відбулось наростання асиміляційної поверхні посівів у межах 19,91–21,83 тис.м²/га. Максимальний показник отримано за умови сівби культури з нормою висіву 700 тис./га.

Сорт Ранок у фазі бутонізації найкраще реагував на умови посівів з нормою висіву насіння 900 тис./га. Наростання листкової поверхні на варіанті було 14,83 тис.м²/га.

До фази цвітіння листковий апарат посівів сорту ЕС Командор сформувався площею 18,46–21,85 тис.м²/га. За результатами досліджень посівів сорту Самородок цей показник становив 24,26–27,29 тис.м²/га. Рослини сорту Ранок найбільшу площу листкової поверхні 24,89 тис.м²/га сформували у варіанті 900 тис./га.

Упродовж вегетаційного періоду сої найбільша площа листкової поверхні сформувалась у фазі наливання насіння. Збільшення норми висіву насіння із 700 тис./га до 1 млн/га у сорту ЕС Командор впливало на збільшення асиміляційної поверхні посівів від 39,04 до 44,68 тис.м²/га. У сорту Самородок застосування максимальної норми висіву насіння сприяло збільшенню площі листкової поверхні на 9,35 тис.м²/га. Найкраще наростав асиміляційний апарат у рослин сої сорту Ранок у варіанті із сівбою насіння 900 тис./га і становив 49,19 тис.м²/га.

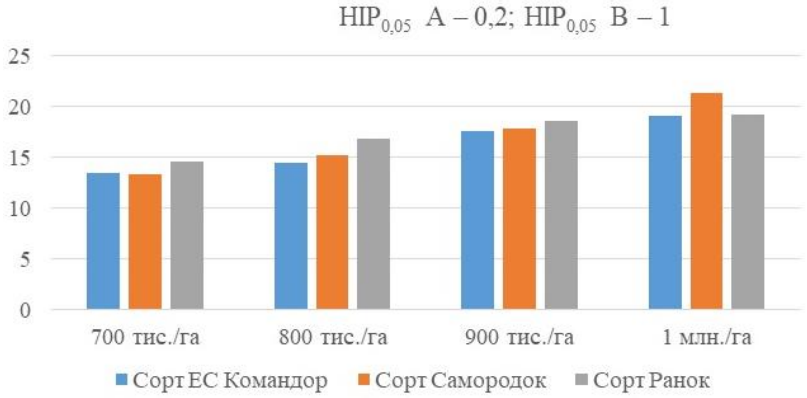


Рис. 1. Висота кріплення першого боба, см (2019–2020 рр.)

Висота кріплення першого боба (рис. 1.) за результатами вирощування сорту ЕС Командор коливалась у межах 13,4–19 см, тобто загущення посівів сприяло збільшенню цього показника на 5,6 см. У сорту Самородок висота кріплення першого боба найменшою була на варіанті, де сіяли культуру з нормою висіву насіння 1 млн/га. Збільшення норми висіву насіння з 700 тис./га до 1 млн/га впливало на зміну показника висоти кріплення першого боба від 13,3 до 21,3 см. У рослин сорту Ранок висота формування першого боба коливалась у межах 14,5–19,2 см, максимального рівня цей показник досягав у варіанті з нормою висіву насіння 1 млн/га.

Підрахувавши кількість бобів на одній рослині, у варіантах сорту ЕС Командор отримали такі показники: 24,1 шт. сформовано за умови сівби з нормою висіву насіння 700 тис./га, збільшення норми висіву насіння до 1 млн/га впливало на зменшення кількості бобів на рослині (рис. 2).

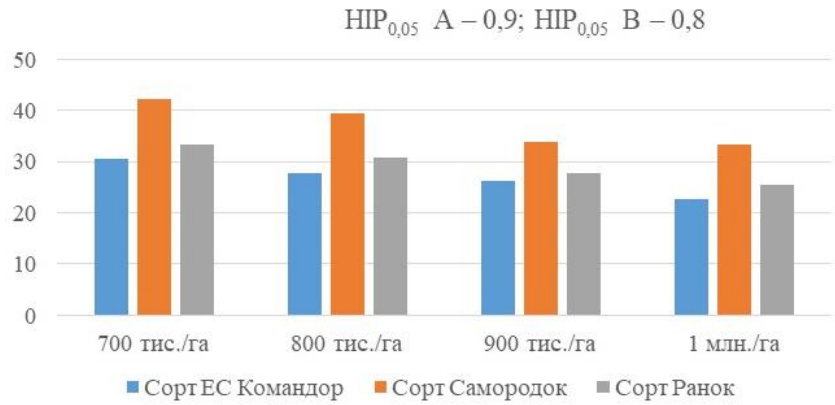
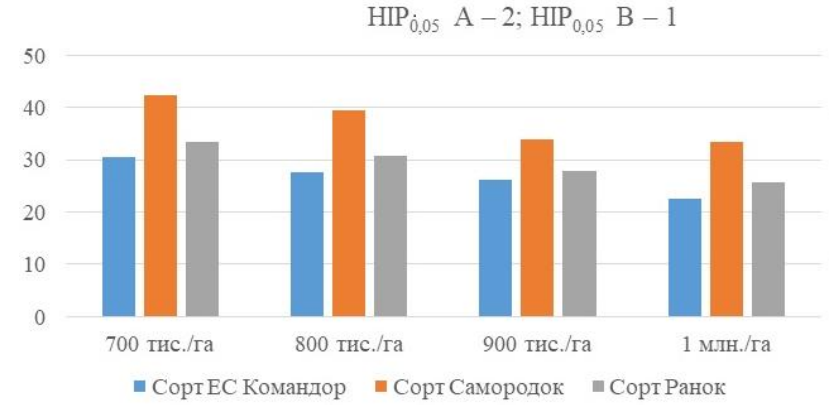


Рис. 2. Кількість бобів на одній рослині, шт. (2019–2020 рр.)

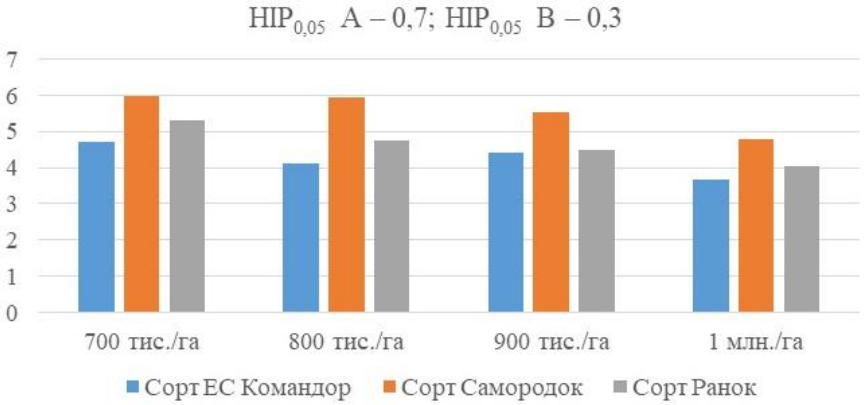
У посівах, де сіяли сорт сої ЕС Командор з максимальною нормою висіву насіння цей показник становив 19 шт. За результатами вирощування сорту Самородок спостерігали, що на одній рослині в середньому було сформовано 25,7–33,3 шт. бобів. У посівах сорту Ранок на одній рослині зав'язувалось у середньому 22,2–27,2 шт. Найкраще на зав'язування бобів впливала сівба сої у варіанті 700 тис./га.

Кількість насінин з 1 рослини також залежала від властивостей сорту та густоти агрофітоценозу сої (рис. 3). За результатами досліджень встановлено, що у посівах сорту ЕС Командор кількість насінин варіювала в межах 22,6–30,5 шт./рослину. В посівах сорту Самородок цей показник становив 33,4–42,3 шт./рослину. За результатами вирощування сорту Ранок кількість насінин з 1 рослини варіювала в межах 25,6–33,4 шт.



3. Кількість насінин на 1 рослині, шт. (2019–2021 рр.).

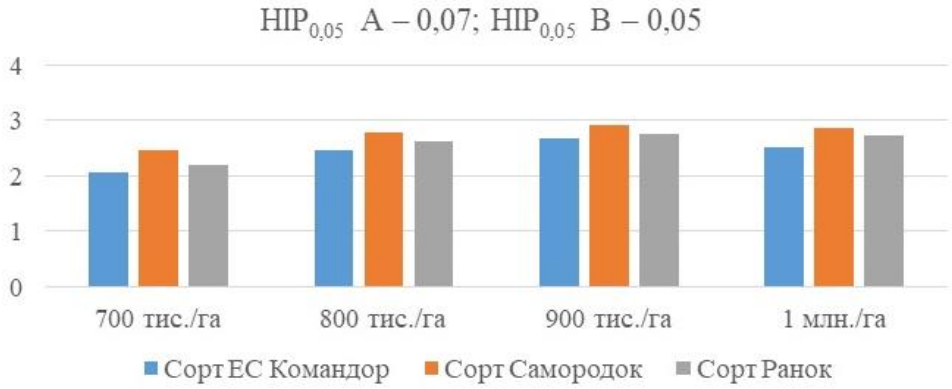
Упродовж трьох років досліджень встановлено, що найменша кількість насінин була отримана за умови сівби сої скоростиглих сортів з нормою висіву насіння 1 млн/га, а найбільша за варіантами сівби з нормою висіву насіння 700 тис./га. Маса насіння з однієї рослини сорту ЕС Командор становила 3,68–4,69 г (рис. 4).



4. Маса насіння з однієї рослини, г (2019–2020 рр.)

Мінімальним цей показник був у варіанті з максимальною нормою висіву насіння, а найбільшим – у посівах з нормою висіву насіння 700 тис./га. В сорту Самородок продуктивність однієї рослини становила 4,80–5,97 г. Збільшення норми висіву насіння з 700 тис./га до 900 тис./га сприяло зменшенню продуктивності на 1,17 г. У сорту Ранок маса насіння з 1 рослини становила 4,02–5,31 г, максимальна продуктивність рослин була на варіантах з нормою висіву насіння 700 тис./га.

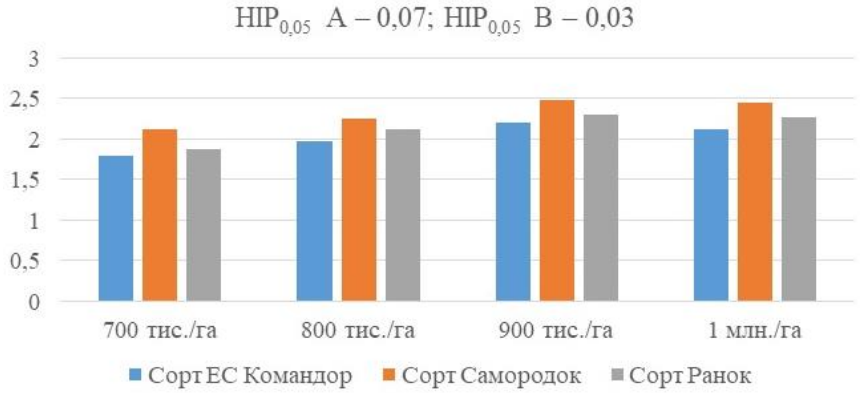
Найменша врожайність за результатами досліджень 2019 року була сформована в сорту ЕС Командор, залежно від норми висіву вона становила 2,07–2,69 т/га (рис. 5).



5. Урожайність за 2019 рік, т/г

Сорт Ранок сформував урожайність за варіантами досліду 2,2–2,77 т/га. Найкраще реагував на погодні умови 2019 року сорт Самородок, урожайність цього генотипу коливалась у межах 2,46–2,92 т/га. Для всіх досліджуваних сортів оптимальною була норма висіву насіння 900 тис./га.

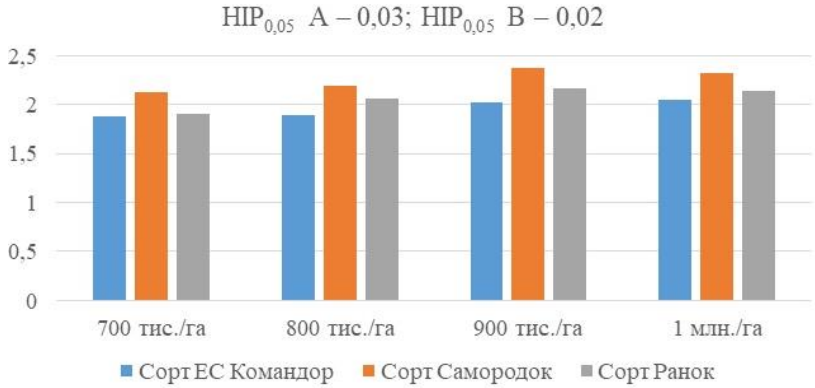
Урожайність сої 2020 року за варіантами досліду сформована на рівні 1,8–2,48 т/га (рис. 6).



6. Урожайність за 2020 рік, т/г

Серед сортів краще себе зарекомендував Самородок. Найбільшу врожайність сформовано досліджуваними сортами у варіантах, де сіяли сою з нормою висіву насіння 900 тис./га.

В умовах 2021 року (рис. 7) врожайність скоростиглих сортів сої була на рівні 1,88–2,38 т/га.



7. Урожайність за 2021 рік, т/г

За результатами досліджень упродовж трьох років встановлено, що найкращі погодні умови для розвитку скоростиглих сортів сої були 2019 року, а відповідно і рівень урожайності в цьому році був максимальним порівняно з 2020 та 2021 роками.

3. Урожайність за 2019–2021 роки, т/га

Норма висіву насіння	Сорт			Середнє по фактору В
	ЕС Командор	Самородок	Ранок	
700 тис./га	1,92	2,24	1,99	2,05
800 тис./га	2,11	2,41	2,27	2,26
900 тис./га	2,31	2,59	2,42	2,44
1 млн/га	2,23	2,55	2,38	2,39
Середнє по фактору А	2,14	2,45	2,27	
$НІР_{0,05}$ А – 0,07; $НІР_{0,05}$ В – 0,04				

У середньому за результатами польового досліду впродовж 2019–2021 років залежно від елементів технології вирощування сої встановлено, що підвищення норми висіву насіння з 700 до 900 тис./га впливало на збільшення врожайності від 2,05 до 2,44 т/га (табл. 3). Однак подальше підвищення норми висіву насіння до 1 млн/га впливало на зменшення рівня врожайності. Серед досліджуваних сортів максимальну врожайність отримано у посівах сорту Самородок.

Отримані результати експериментальних досліджень підтвердили раніше встановлені закономірності та розширили рекомендації виробництву з технології вирощування сої. Зокрема, суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України, вказує Berbenets, O. V. (2019) [5]. Пропозиція агровиробникам нових сортів сої зумовлює необхідність продовження досліджень щодо їхньої адаптації до певних ґрунтово-кліматичних умов, удосконалення окремих елементів технології вирощування, встановлено в наукових працях: Moldovan V. G., Moldovan Zh. A., Sobchuk S. I., Shevnikov D. M., Shevnikov M. Ya., Logvinenko O. M. [15, 16, 21–24]. Рекомендували вирощувати сорти сої скоростиглої групи в умовах Лісостепу України такі науковці: Biliavska L. H., Biliavskyi Yu. V., Diyanova A. A., Mirny N. V., Shapoval O. S., Panchenko S. S. [3, 4, 6–8].

Висновки

Останніми роками селекція сої спрямована, крім напрямів підвищення продуктивності, на виведення сортів з дуже коротким періодом вегетації. Оскільки ця культура чутлива до освітлення, забезпеченості вологою і поживними речовинами та слабо конкурує з бур'янами, постає питання, яка ж оптимальна норма висіву для сортів з надзвичайно коротким періодом вегетації. За нашими дослідженнями встановлено, що на продуктивність рослин впливали властивості сорту та норма висіву насіння. Максимальну врожайність 2,59 т/га отримано в посівах сорту Самородок, який сіяли з нормою висіву насіння 900 тис./га. Також за результатами розрахунків економічної ефективності найвищий рівень рентабельності виробництва 126,22 % досягнуто у цьому ж варіанті. Тому для виробничих умов зони Центрального Лісостепу України рекомендуємо надавати перевагу сорту Самородок та сіяти скоростиглі сорти сої з нормою висіву насіння 900 тис./га.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні комплексного застосування елементів технології вирощування скоростиглих сортів сої.

References

1. 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

2. Barylko, M. G., Kolisnyk, I. V., Zakharenko, V. A., & Kolisnyk, A. V. (2020). Estimation ecological plasticity and stability of perspective selected samples of spring pebble vetch. *Feeds and Feed Production*? 89. 66–73. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-06

3. 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

4. Buniak, O. I. (2016). Ecological stability and plasticity of naked oat varieties under conditions of Northern Forest-steppe of Ukraine. *Myronivka Bulletin*, 2. doi:10.21498/2518-7910.0.2016.119535

5. 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].

6. Biliavska, L. H. (2020). Selektsiino-henetychne polipshennia soi v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Extended abstract of doctor's thesis*. Dnipro [In Ukrainian].

7. Biliavska, L. H., Biliavskyi, Yu. V., Diyanova, A. A., & Mirny, N. V. (2021). Droughtresistant soybean varieties for Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 135–140. doi: 10.31210/visnyk2021.01.16

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

9. Delannay, X., Rodgers, D. M., & Palmer, R. G. (1983). Relative genetic contributions among ancestral lines to North American soybean cultivars. *Crop Science*, 23 (5), 944–949. doi: 10.2135/cropsci1983.0011183x002300050031x

10. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (2), 365–374.

11. Hunter, M., Jabrun, P., & Byth, D. (1980). Response of nine soybean lines to soil moisture conditions close to saturation. Aus*tralian Journal of Experimental Agriculture*, 20 (104), 339. doi: 10.1071/ea9800339

12. Informatsiino-dovidkova systema «Reiestr sortiv. Retrived from: http://service.ukragroexpert.com.ua/index.php [In Ukrainian].

13. Milenko, O. G. (2015). Change of duration of vegetation period and phases of growth and development of soybean plants depending on growing conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1-2), 165–171. doi: 10.31210/visnyk2015.1-2

14. Milenko, O. H. (2016). Optimization of seeding rate of soybean seeds depending upon the group of variety ripeness conditions for the Central Steppes of Ukraine. *Naukovì Dopovìdì Nacìonal'nogo Unìversitetu Bìoresursiv ì Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, (4 (61)). doi: 10.31548/dopovidi2016.04.009

15. Moldovan, V. G., Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2020). Formation of seed yield of soybean varieties with different growing periods in the western Forest-steppe. *Feeds and Feed Production*, 89. 46–56. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089- 04

16. Moldovan, Z. A., & Sobchuk, S. I. (2016). Urozhainist sortiv soi zalezhno vid strokiv sivby, norm vysivu ta abiotychnykh umov Pivnichnoho Podillia. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 82, 120–126. [In Ukrainian].

17. Pantsyreva, H. V. (2020). The influence of technological methods of growing on grain productivity of leguminous crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Naukovì Dopovìdì Nacìonal'nogo Unìversitetu Bìoresursiv ì Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, (5 (87)). doi: 10.31548/dopovidi2020.05.003

18. 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

19. 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].

20. 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].

21. Shevnikov, D. M., & Shevnikov, M. Y. (2020). Formation of hard spring wheat productivity depending on the mineral fertilizers and biologocal preparations. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21 (63-64), 31–37. Retrieved from https://www.ikppress.org/index.php/PCBMB/article/view/5663

22. Shevnikov, D. M., & Shevnikov, M. Ya. (2020). The international scientific periodical. *Modern Scientific Researches*, 11 (3), 46–55.

23. Shevnikov, M. Ya. (2020). Recommended parameters of economically valuable character stics of soybean varieties for conditions of the left-bank Forest-steppe of Ukraine. *Organization of Scientific Research in Modern Conditions*. (USA, MAY 14-15).

24. Shevnikov, M. Ya., & Logvinenko, O. M. (2013). Vplyv strokiv sivby, sposobiv sivby, norm vysivu riznykh sortiv soi na yii produktyvnist. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 12–16. [In Ukrainian].

25. Shokalo, N. S., Bazhan, B. O., & Ozarov, A. S. (2020). Formuvannia nasinnievoi produktyvnosti horokhu zalezhno vid normy vysivu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 61–66. doi: 10.31210/visnyk2020.01.06 [In Ukrainian].

26. Taranenko, A. O., Kulylk, M. I., Taranenko, S. V., & Galytska, M. A. (2020). Influence of different methods of switch-grass cultivation on soil organic matter dynamics and biomass productivity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 135–149. doi: 10.31210/visnyk2020.03.15

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

28. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv: Diia [In Ukrainian].

29. Zain, S., Dafaallah, A., & Zaroug, M. (2020). Efficacy and selectivity of pendimethalin for weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), Gezirastate, Sudan. *Agricultural Science and Practice*, 7 (1), 59−68. doi: 10.15407/agrisp7.01.059

30. Zharikova, D., Chebotar, G., Aksyonova, E., Temchenko, I., & Chebotar, S. (2019). Polymorphisms in SSR-loci associated with E genes in soybean mutant lines offer perspective for breeding. *Agricultural Science and Practice*, 6 (3), 45–55. doi: 10.15407/agrisp6.03.045

Стаття надійшла до редакції: 04.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Міленко О. Г., Антонець М. О., Копань Д. В., Добровольський С. О., Лукіна А. Р. Урожайність скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 103–111.

© Міленко Ольга Григорівна, Антонець Марина Олексіївна, Копань Дмитро Віталійович, Добровольський Сергій Олександрович, Лукіна Анастасія Русланівна, 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 [633.17:631.526.3]: 631.582:631.53.04 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.14**

STUDY OF MILLET ULTRA-EARLY MATURING VARIETIES IN POST-CUTTING AND POST-REAPING CROPS DEPENDING ON PREDECESSORS AND METHODS OF SOWING

M. Y. Shevnikov ORCID 0000-0003-0810-523X
V. M. Tyshchenko ORCID 0000-0002-9885-5298
M. P. Kostenko* ORCID 0000-0002-6454-0191

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: maksym.kostenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Shevnikov, M. Y., Tyshchenko, V. M., & Kostenko, M. P. (2021). Study of millet ultra-early maturing varieties in post-cutting and post-reaping crops depending on predecessors and methods of sowing. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 112–119. doi: 10.31210/visnyk2021.04.14

The results of researching the cultivation of millet ultra-early maturing varieties in post-cutting and post-reaping crops are presented. Thus, two profits per year can be received. The article analyzes the weather conditions during the study, phenological observations, plant density, vegetative weight and structural analysis. August was the hottest month during the experiment, and no precipitation was observed in October. The varieties sown in fallow land were the first to emerge and ripen. The highest density after germination was in Bila Altanka variety – 427 plants/m^2 sown in fallow land by row seeding method; before harvesting Zolushka variety sown by row seeding method amounted to 261 plants/m^2 after winter wheat. Bila Altanka variety sown in fallow land by row seeding method had the largest vegetative weight. The maximum number of leaves was in Zolushka variety sown by row seeding method after winter wheat – 1,683 pieces per m^2. The maximum plant height before harvesting was in Bila Altanka sown in fallow land, and in the tillering phase also in Bila Altanka, but the predecessor was pea. The panicle length in some way depends on the plant height, so in plants where fallow land was the predecessor, the average plant height was the largest and, accordingly, the largest average panicle length. Post-reaping crops had a better effect on the soil, because the empty field left after early crops is exposed to negative factors. In Ukraine, the main direction of millet cultivation is fodder production, so the cultivation of crops in fodder crop rotation provides green fodder for animals throughout the warm period. 40 million hectares is the area occupied by millet crops in world agriculture. In general, the area of millet crops in the world is increasing. In Ukraine, in Zaporizhia, Kharkiv, Kherson, Mykolaiiv, and Dnipropetrovsk regions, the largest gross yields of millet grain are received because there are the best conditions for growing millet in these regions, while in western Ukraine, millet sown areas are limited. Steppe and Forest-Steppe zones of Ukraine are the most spread for millet cultivation. Despite the value of this crop, its sown areas in Ukraine are insignificant.

Key words: *millet, variety, method of sowing, density, height, vegetative weight, predecessor.*

ВИВЧЕННЯ УЛЬТРАСКОРОСТИГЛИХ СОРТІВ ПРОСА В ПОУКІСНИХ І ПІСЛЯЖНИВНИХ ПОСІВАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ І СПОСОБІВ СІВБИ

М. Я. Шевніков, В. М. Тищенко, М. П. Костенко
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Наведені результати досліджень вирощування ультраскоростиглих сортів проса в поукісних і пожнивних посівах. Таким чином можна за один рік отримати два прибутки. У статті

проаналізовані погодні умови в період проведення дослідження, фенологічні спостереження, густота рослин, вегетативна маса і структурний аналіз. Серпень був найспекотнішим за час проведення досліду, а в жовтні опади не спостерігалися. Першими зійшли і достигли сорти, висіяні по пару. Найбільша густота після сходів була в Білої альтанки по пару за рядкового способу сівби – 427 рослин на м^2, а перед збиранням в сорту Золушка за рядкового способу сівби після попередника озима пшениця – 261 рослина на м^2. Найбільша вегетативна маса була в Білої альтанки, висіяної рядковим способом по пару. Максимальна кількість листків була в сорту Золушка, висіяної рядковим способом після попередника озима пшениця – 1683 штук на м^2. Максимальна висота рослин перед збиранням була в Білої альтанки, висіяної по пару, а у фазу кущення також в Білої альтанки, але попередник був горох. Довжина волоті певним чином залежить від висоти рослин, тому в рослин, де попередником був пар, середня висота рослин найбільша і відповідно найбільша середня висота волоті. Пожнивні посіви мають кращий вплив на ґрунт, оскільки на пусте поле, залишене після ранніх культур, впливають негативні фактори. В Україні головний напрям вирощування проса – це кормовиробництво, тому саме вирощування пожнивних культур у кормовій сівозміні забезпечує зеленим кормом тварин протягом усього теплого періоду. 40 млн га – площа, яку займають посіви проса у світовому землеробстві. Загалом у світі площа посівів, зайнятих просом, збільшується. В Україні в Запорізькій, Харківській, Херсонській, Миколаївській, Дніпропетровській областях одержують найбільші валові збори зерна проса. Оскільки саме в цих регіонах найкращі умови для вирощування проса, тоді як на заході України посіви проса обмеженні. Степова та Лісостепова зони України найпоширеніші для вирощування проса. Незважаючи на цінність цієї культури, посівні площі її в Україні незначні.

Ключові слова: *просо, сорт, спосіб сівби, густота, висота, вегетативна маса, попередник.*

Вступ

Пожнивне вирощування культур має позитивний ефект. Чим довше рослини знаходяться на полі, тим менше на ґрунт впливають такі несприятливі чинники, як перепади температур, опади й вітер. Завдяки тому, що у ґрунті накопичується багато рослинних решток, підвищується його родючість. Краще проходить ґрунтотворний процес, оскільки у ґрунті більш тривалий період мають перебіг біологічні процеси завдяки рослинам [1].

Пожнивні посіви проса дають додаткові урожаї зерна і соломи й відповідно більший прибуток. Якщо вирощувати два врожаї за рік, то знизиться забур'яненість поля, оскільки просо буде пригнічувати бур'яни. Крім того на полі, де рано зібраний урожай, бур'ян встигає викинути насіння, що збільшує потенційну забур'яненість поля [2, 3]. Повторний посів захищає ґрунт від вітрової і водної ерозії й попереджує вимивання поживних речовин. Завдяки тому, що у другій половині літа день коротший, просо розвивається швидше (при достатній кількості вологи) і продуктивність його збільшується [4].

Пожнивне просо можна сіяти уже в середині липня. Коли теплолюбне просо потрапляє у прогрітий ґрунт і в ньому є достатня кількість вологи, то сходи можуть з'явитися вже на 3–4-й день після сівби. Завдяки підвищеній температурі ґрунту й повітря рослини краще розвиваються і можна отримати більший урожай [5]. Просо витримує температуру 40 С^o, тому добре підходить для вирощування його у другій половині літа [6]. До того ж виведення жаростійких і посухостійких сортів є актуальним для селекціонерів [7]. Лісостеп – найкраща зона для вирощування проса, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови дають змогу отримати високі врожаї. Незважаючи на те, що просо жаростійка культура, у степовій зоні може бути недостатня кількість вологи на відміну від лісостепу [8]. Бірюкова зазначає, що сорти проса Золушка і Полтавське золотисте завдяки їх короткому періоду вегетації найкраще застосовувати в пожнивних і поукісних посівах [9]. А сорт Біла альтанка крім того можна застосовувати для крупнозерності в селекції [10]. В Росії також селекція ведеться на виведення крупнонасінних і скоростиглих сортів [11]. Загалом селекціонери зацікавлені у виведенні ранньостиглих сортів проса [12]. Просо – це безвідходна культура, яка застосовується в багатьох галузях виробництва і може застосовуватися не тільки як пожнивна, а і як страхова культура [13].

У дослідженнях Аверчева, коли попередником для пожнивного проса був озимий ячмінь, то вологість ґрунту склалася найменш сприятлива, а після гороху ґрунтової вологи було найбільше [14]. В іншому дослідженні зазначається, що найкращий агротехнічний захід для пожнивного проса – це норма внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{30}$ кг д.р./га, оранка на глибину 20–22 см й норма висіву насіння 30 кг/га [15].

Мета дослідження: обґрунтування елементів технології вирощування проса у післяжнивних посівах для отримання дозрілого зерна.

Завдання дослідження: визначити можливість вирощування післяжнивних посівів проса для отримання дозрілого зерна й підібрати найкращу пожнивну культуру для посіву проса.

Матеріали і методи досліджень

Досліди проводили на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету. Польовий дослід було розміщено систематичним методом. Повторність триразова. Норма висіву становила 25–30 кг/га. Це норма висіву для Лісостепової зони. Для Степу норма висіву становить 2,3–2,5 млн насінин на га [16]. Далі на північ норма висіву збільшується, і для Білорусі вона становить 5 млн шт./га схожих насінин [17]. Сівбу проса проводили після 4-х попередників: чорний пар – контроль, багаторічні трави, горох, озима пшениця. Спосіб сівби був звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см і нормою висіву 3 млн насінин на га та широкорядний із шириною міжрядь 45 см і нормою висіву 2,5 млн насінин на га.

Об'єктами досліджень були сорти проса ультраскоростиглого Біла альтанка, Золушка і Полтавське золотисте. Ґрунт дослідного поля темно-сірий опідзолений, механічний склад ґрунту пилувато-важкосуглинистий. Ґрунт має такі показники: вміст гумусу 3,77–3,93 %; $_{p}$H сольової витяжки 5,8–6; гідролітична кислотність – 5,5–6,4 мг/100 г ґрунту; насиченість основами (Ca + Mg) – 77 %.

Результати досліджень та їх обговорення

Для формування врожаю проса велике значення мають погодні умови [18]. Лісостеп має найкращі умови для вирощування пожнивного проса [19]. В літній період 2021 року було досить спекотно і посушливо. Найвищі температури спостерігалися в серпні, найвища температура була 36 °С, а вночі найнижче опускалась до 15 °С. У серпні випало 40 мм осадків, але за високої температури вологи для рослин було недостатньо для нормального розвитку. В жовтні практично не було опадів. Це найбільш посушливий місяць у році (табл. 1). Найбільш безвітряним місяцем у році був липень, середня швидкість вітру була 3,5 м/с [20].

1. Подекадна середня температура повітря та кількість опадів за період проведення досліду 2021 року

Місяць	Декада	Температура, °С	Опади, мм
Липень	2	26	3
	3	25	16
Серпень	1	25,5	17
	2	24,5	18
	3	24	5
Вересень	1	15	1
	2	18	4
	3	10	6
Жовтень	1	10	-
	2	10	-
	3	9	-

Сорти проса висівалися 14 липня. Найперші сходи з'явилися після пару на 20-й день після сівби. Останніми зійшли сорти після багаторічних трав, аж через 27 днів після сівби. Через посушливу погоду насіння проса довго не сходило, тільки після дощів почали з'являтися сходи. Навіть після пару, де залишається волога, просо зійшло дуже пізно. Хоча за вегетаційний період просо використовує мало вологи – всього на одиницю сухої речовини 256 одиниць води [21]. В результаті найпершим достигло просо після пару, після гороху й озимої пшениці дозрівання відбулося одночасно. Останніми достигли сорти після багаторічних трав. Збирали рослини в кінці жовтня (табл. 2).

2. Фенологічні спостереження

Попередник	Дата сівби	Дата сходів	Дата виходу в трубку	Дата викидання волоті
Пар	14 липня	3 серпня	30 серпня	9 вересня
Багаторічні трави	14 липня	10 серпня	14 вересня	25 вересня
Горох	14 липня	5 серпня	4 вересня	16 вересня
Озима пшениця	14 липня	7 серпня	5 вересня	16 вересня

Від способу сівби проса залежить кількість пророслого насіння і продуктивна кущистість [22]. Густота рослин після сходів найбільша була в Білої альтанки по пару за рядкового способу сівби вона становила 427 рослин на м^2, а за широкорядного – 344 рослини на м^2. Найменша густота була в сорту Золушка, висіяного рядковим способом після багаторічних трав, – 105 рослин на м^2. За широкорядного способу сівби найменша густота після сходів була в сорту Полтавське золотисте після озимої пшениці 68 рослин на м^2. Перед збиранням густота рослин була набагато менша, але там, де попередником був горох, густота рослин перед збиранням у деяких випадках навіть перевищує густоту після сходів, зокрема сорт Полтавське золотисте за рядкового способу сівби після сходів мав 157 рослин на м^2, а перед збиранням 191 рослину на м^2. За широкорядного способу сівби після сходів густота рослин була 85 рослин на м^2, а перед збиранням 108 рослин на м^2. У сорту Золушка за широкорядного способу сівби і в Білої альтанки за рядкового способу сівби густота практично однакова як після сходів, так і перед збиранням. Найбільша густота рослин за рядкового способу сівби була в сорту Золушка після озимої пшениці – 261 рослина на м^2, а найменша – в Золушки після багаторічних трав 75 рослин на м^2. У разі широкорядного посіву найгірший результат становив 54 рослини на м^2 у сорту Золушка після багаторічних трав, а найкраще було після пару – 185 рослин на м^2 у сорту Біла альтанка (рис. 1–2).

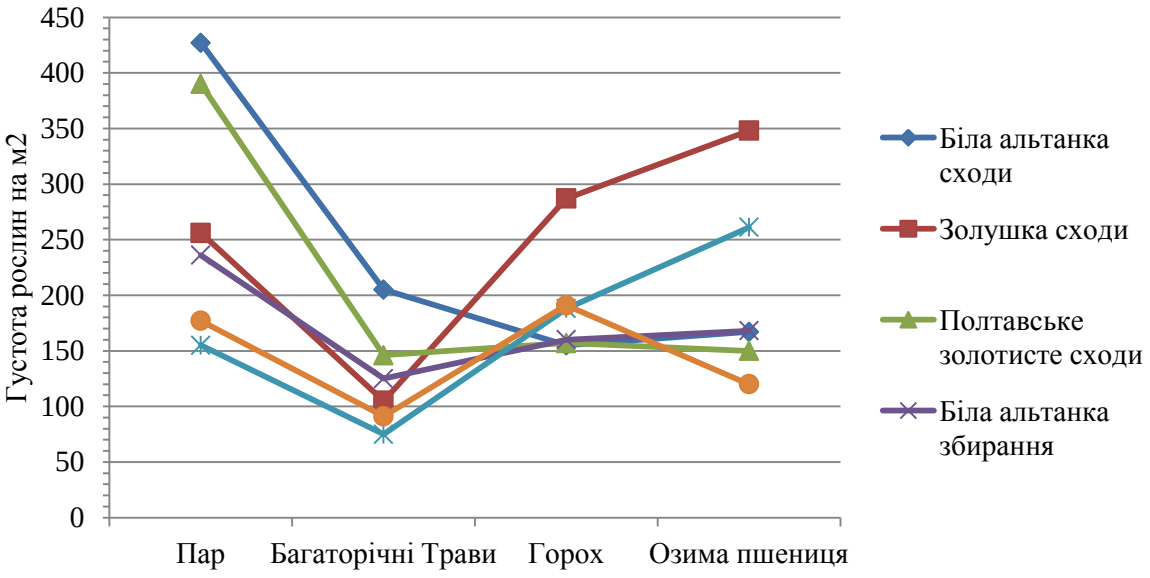


Рис. 1. Густота рослин за рядкового способу сівби

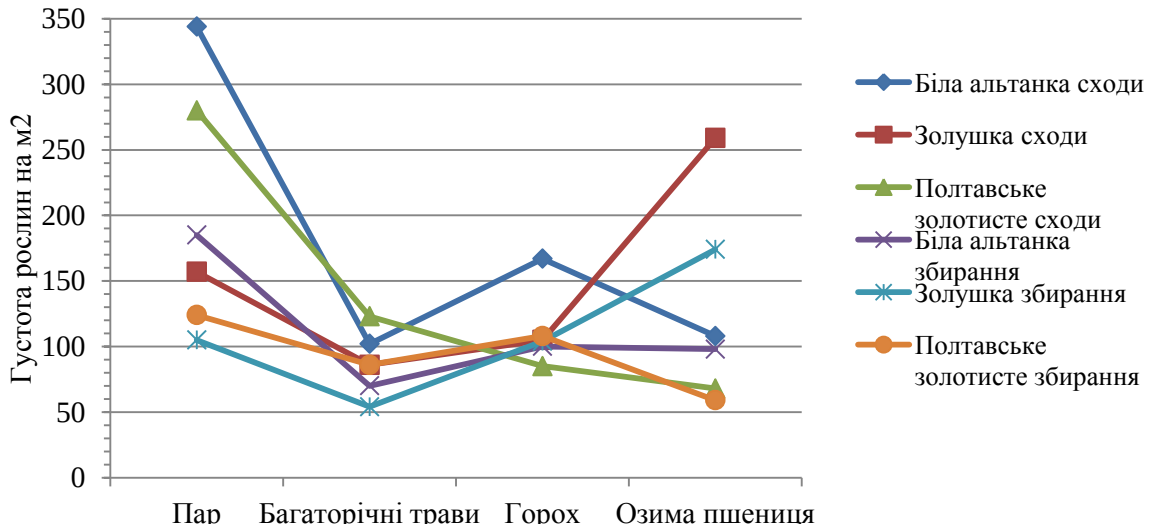


Рис. 2. Густота рослин за широкорядного способу сівби

Середня висота і вегетативна маса рослин найбільша у сортів, висіяних після пару. У фазу кущення найбільша середня висота рослин у Білої альтанки, висіяної рядковим способом після гороху 61 мм, у фазі виходу у трубку Полтавське золотисте, висіяне рядковим способом по пару 38 см, а перед збиранням найбільша середня висота була у Білої альтанки, висіяної по пару 58 см. Найменша висота була у рослин, висіяних після багаторічних трав (табл. 3).

3. Середня висота рослин у різні фази росту і розвитку

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	Кущення, мм	Вихід в трубку, см	Збирання, см
Пар	Рядковий	Біла альтанка	60	31	58
		Золушка	55	33	57
		Полтавське золотисте	48	38	54
	Широкорядний	Біла альтанка	58	37	57
		Золушка	53	34	55
		Полтавське золотисте	57	32	52
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	51	18	29
		Золушка	44	15	29
		Полтавське золотисте	37	13	28
	Широкорядний	Біла альтанка	51	18	31
		Золушка	47	15	31
		Полтавське золотисте	45	15	32
Горох	Рядковий	Біла альтанка	61	36	37
		Золушка	59	36	41
		Полтавське золотисте	31	23	30
	Широкорядний	Біла альтанка	45	26	32
		Золушка	25	24	30
		Полтавське золотисте	24	20	31
Озима пшениця	Рядковий	Біла альтанка	34	33	32
		Золушка	30	30	29
		Полтавське золотисте	38	28	33
	Широкорядний	Біла альтанка	25	29	35
		Золушка	27	29	37
		Полтавське золотисте	27	26	37

Найбільша вегетативна маса була в Білої альтанки, висіяної рядковим способом по пару (маса з 50 рослин становила 303 г у фазу трубкування і 555 г у фазу викидання волоті), а найменша – в сорту Полтавське золотисте, висіяного широкорядним способом після гороху (маса з 50 рослин становила 58 г у фазу трубкування і 138 г у фазу викидання волоті) (рис. 3–4).

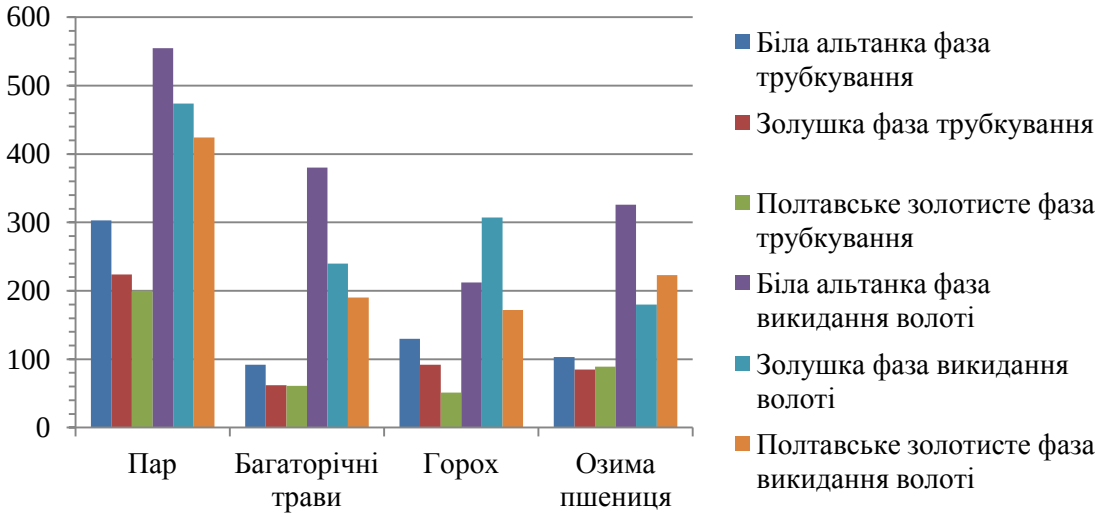


Рис. 3. Вегетативна маса рослин за рядкового способу сівби (г з 50 рослин)

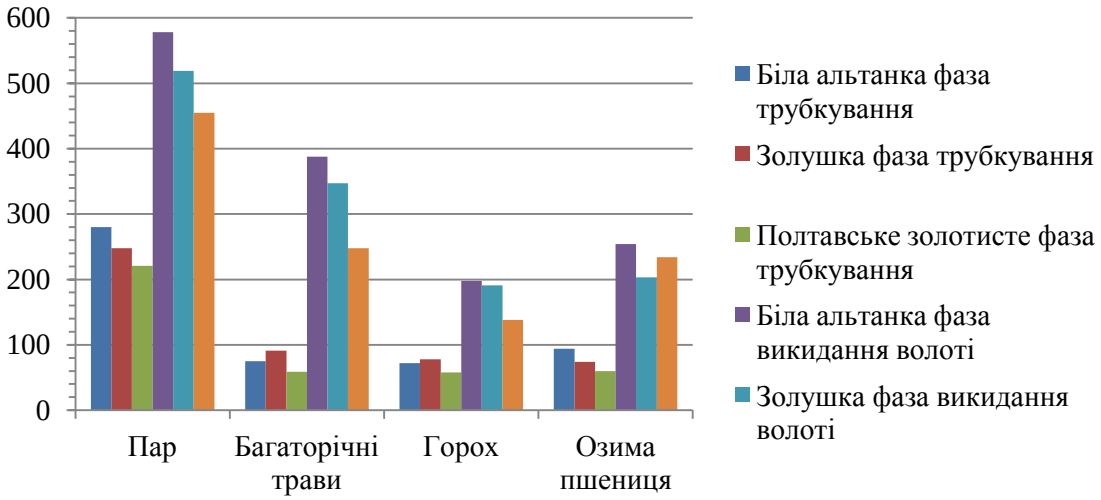


Рис. 4. Вегетативна маса рослин за широкорядного способу сівби (г з 50 рослин)

Максимальна кількість листків на м^2 була в сорту Золушка, висіяної рядковим способом після озимої пшениці 1687 штук і відповідно найбільша кількість міжвузлів 1350 штук на м^2. Друге місце займає також Золушка після озимої пшениці, але широкорядного способу сівби 1148 листків на м^2. Це більше, ніж в інших варіантах навіть за рядкового способу сівби. Мінімальна кількість листків за рядкового способу сівби була також в сорту Золушка, де попередником були багаторічні трави 311 штук на м^2 і відповідно мінімальна кількість міжвузлів 224 штук на м^2. За широкорядного способу сівби мінімальна кількість листків становила в сорту Золушка також після багаторічних трав 283 листка на м^2 і мінімальна кількість міжвузлів 205 штук на м^2. Загалом найбільша кількість листків була в сортів, висіяних рядковим способом після гороху. Спостерігається певна залежність довжини волоті від висоти рослин. Найбільша середня довжина волоті була у сортів, де попередником був пар, і найменша в сортів, висіяних після багаторічних трав (табл. 4).

4. Структурний аналіз

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	Кількість міжвузлів, шт. на м^2	Довжина волоті, см	Кількість листків, шт. на м^2
Пар	Рядковий	Біла альтанка	830	18	1074
		Золушка	577	17	736
		Полтавське золотисте	634	17	814
	Широкорядний	Біла альтанка	812	18	962
		Золушка	411	17	525
		Полтавське золотисте	476	18	595
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	348	13	575
		Золушка	224	12	311
		Полтавське золотисте	307	13	405
	Широкорядний	Біла альтанка	218	12	308
		Золушка	205	12	283
		Полтавське золотисте	342	13	443
Горох	Рядковий	Біла альтанка	717	16	896
		Золушка	949	16	1137
		Полтавське золотисте	890	15	1079
	Широкорядний	Біла альтанка	449	14	560
		Золушка	487	14	650
		Полтавське золотисте	470	15	599
Озима пшениця	Рядковий	Біла альтанка	735	15	960
		Золушка	1350	15	1683
		Полтавське золотисте	541	14	738
	Широкорядний	Біла альтанка	448	14	559
		Золушка	922	15	1148
		Полтавське золотисте	282	14	354

Висновки

Літо 2021 року було досить посушливе і з малою кількістю ґрунтової вологи. Найвища температура була 36 °С, а вночі найнижче опускалась до 15 °С. Жовтень був без опадів. Перші сходи з'явилися у сортів, висіяних після пару на 20-й день після сівби. Останніми зійшли сорти після багаторічних трав, аж через 27 днів після сівби. Густота рослин після сходів найбільшою була в Білої альтанки по пару за умови рядкового способу сівби вона становила 427 рослин на м^2. Перед збиранням найбільша густота рослин за рядкового способу сівби була в сорту Золушка після озимої пшениці – 261 рослина на м^2. Середня висота і вегетативна маса рослин була найбільша у сортів, висіяних після пару рядковим способом. Перед збиранням найбільша висота була у Білої альтанки 58 см і найбільша вегетативна маса з 50 рослин становила 303 г у фазу трубкування і 555 г у фазу викидання волоті. Максимальна кількість листків на м^2 була в сорту Золушка, висіяної рядковим способом після озимої пшениці 1683 штук на м^2, мінімальна кількість листків була в сорту Золушка, висіяної широкорядним способом після багаторічних трав 283 листка на м^2.

References

1. Diulher, M. O. (2014). Dynamika pryrostiv ahroekolohichnykh katehorii urozhainosti pozhnyvnoho prosa v umovakh tsentralnoho lisostepu. *Visnyk Odeskoho Derzhavnoho Ekolohichnoho Universytetu*, 17, 94–100. [In Ukrainian].

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

3. Milenko, O. H., Horiachun, K. V., Zviaholsky, V. V., Kozynko, R. A., & Karpinska, S. O. (2020). Effectiveness of soil herbicides application in grain corn areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 72–78. doi: 10.31210/visnyk2020.02.09 [In Ukrainian].

4. Sokurova, L. H. (2012). Proso kak promezhutochnaya kultura. *Zernobobovye i Krupyanye Kultury*, 3, 47–50. [In Ukrainian].

5. Siriak, N. V. (2012). Otsinka produktyvnosti ahroklimatychnykh resursiv terytorii Ukrainy stosovno do kultury prosa. *Visnyk Odeskoho Derzhavnoho Ekolohichnoho Universytetu*, 14, 106–113. [In Ukrainian].

6. Bilonozhko, M. A. (2001). Zernovi kultury: Proso. In: O. I. Zinchenko (Red.), *Roslynnytstvo: Pidruchnyk* (290–297). Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].

7. Perevertun, L. I. (2010). Selektsiia prosa: dosiahnennia, zavdannia i metody selektsii prosa. In: M. Ya. Molotskyi (Red.), *Spetsialna selektsiia polovykh kultur: Navchalnyi posibnyk* (195–197). Bila Tserkva: Bilotserkivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet [In Ukrainian].

8. Polevoj, A. N., & Dyulger, M. A. (2014). Formirovanie agroekologicheskih urovnej urozhaya pozhnivnogo prosa v Ukraine v usloviyah izmeneniya klimata. *Vestnik Brestskogo Universiteta*, 2, 103–109. [In Russian].

9. Biriukova, O. V., & Horbachova, S. M. (2012). Kharakterystyka sortiv prosa, zanesenykh do Derzhavnoho reiestru sortiv roslyn, pry vyroshchuvanni v umovakh Skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 102, 195–201. [In Ukrainian].

10. Kudelko, V. N., Luzhinskaya, N. A., Koshevoj, P. O., & Titova, Ya. A. (2020). Ocenka kollekcionnyh obrazcov prosa posevnogo po urozhajnosti, himicheskomu sostavu i pitatelnoj cennosti zelenoj massy. *Zemledelie i Selekciya v Belarusi*, 56, 343–351. [In Russian].

11. Zotikov, V. I. (2014). Innovacionnye dostizheniya v selekcii zernobobovyh i krupyanyh kultur. *Zernobobovye i Krupyanye Kultury*, 2 (10), 33–6. [In Ukrainian].

12. Vorontsova, V. (2018). Selektsiina tsinnist kolektsiinykh zrazkiv prosa v umovakh pivdennoho lisostepu Ukrainy. *Ahrarna nauka ta osvita v umovakh yevrointehratsii: zbirnyk naukovykh prats mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* Ch.1. Kamianets-Podilskyi: Krok. [In Ukrainian].

13. Bielienikhina, A. V., Kostromitin, V. M., & Muzafarov, I. M. (2012). Optymizatsiia elementiv sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia prosa v umovakh skhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 14, 251–254. [In Ukrainian].

14. Averchev, O. V. (2005). Osoblyvosti pisliazhnyvnoi kultury prosa v umovakh nedostatnoho volohozabezpechennia. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 41, 35–41. [In Ukrainian].

15. Iefimova, N. M. (2012). Zatoplennia pisliazhnyvnykh posiviv prosa v ahromelioratyvnomu poli rysovoi sivozminy, yak zakhid harantovanoho otrymannia urozhaiu. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 80, 82–86. [In Ukrainian].

16. Tyshchenko, V. M., Batashova, M. Ye., Dinets, O. M., & Dryzhenko, L. M. (2013). *Sorty silskohospodarskykh kultur selektsii Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii: metodychni rekomendatsii*. Poltava. [In Ukrainian].

17. Uogintas, V. I. (2014). Urozhajnost zelenoj massy i zerna prosa v zavisimosti ot priemov tehnologii vozdelyvaniya. *Zemledelie i Selekciya v Belarusi*, 50, 207–214. [In Ukrainian, In Russian].

18. Kholod, S. H. (2016). Zalezhnist urozhainosti prosa ta yii elementiv vid ahroklimatychnykh umov zony vyroshchuvannia. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 20, 75–83. [In Ukrainian].

19. Diulher, M. O. (2013). Zabezpechennia teplom, svitlom i volohoiu pozhnyvnykh kultur v Ukraini. Visnyk *Odeskoho Derzhavnoho Ekolohichnoho Universytetu*, 15, 119–127. [In Ukrainian].

20. Pogoda dlya turistov prognozy, statistika, analiz. Retrieved from: https://pogoda.turtella.ru/ukraine/poltava/archive. [In Russian].

21. Averchev, O. V., & Tymofieiev, Z. M. (2002). Adaptyvnyi potentsial prosa, hrechky ta shliakhy yoho pidvyshchennia. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 23, 36–41. [In Ukrainian].

22. Poltoretskyi, S. P. (2014). Osoblyvosti formuvannia struktury nasinnytskykh posiviv prosa posivnoho zalezhno vid sposobu sivby ta normy vysivu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 85, 13–19. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 04.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шевніков М. Я., Тищенко В. М., Костенко М. П. Вивчення ультраскоростиглих сортів проса в поукісних і післяжнивних посівах залежно від попередників і способів сівби. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 112–119.

© Шевніков Микола Янаєвич, Тищенко Володимир Миколайович, Костенко Максим 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 631.582:633.111 «324» | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.15**

THE INFLUENCE OF POTATO VARIETY PECULIARITIES ON TUBERS' AND STORAGE QUALITIES

O. V. Barabolia*
D. S. Vakuliuk
T. A. Prudkyi

ORCID 0000-0003-4123-9547

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: olga.barabolia@ukr.net

How to Cite

Barabolia, O. V., Vakuliuk, D. S., & Prudkyi, T. A. (2021). The influence of potato variety peculiarities on tubers' and storage qualities. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 120–125. doi: 10.31210/visnyk2021.04.15

Potato is an important food crop all over the world and the source of some significant vitamins and minerals. However, as any other vegetable, potato has only some time before it starts spoiling and becoming dangerous to human health. The purpose of the study was to analyze the cultivation of Ukrainian bred potato varieties in the complex of their properties, on the basis of which optimal temperatures of keeping and potato storage quality as well as the analysis of tubers affected by diseases were distinguished. The studies were conducted in 2020–2021 on a private farm in the village of Suprunivka (Poltava region). The varieties of Ukrainian (Povin early-ripening, Slovianka mid-ripening) and Holland selection (Picasso late-ripening) were used for the research. After harvesting, the potatoes were kept in the storage facilities with active and passive ventilation for long-term preservation. The determining of storage quality and potato tubers' affection with diseases at different periods of keeping was conducted by laboratory method. The studies of the temperature impact and ventilation duration on potato tubers wounds' healing showed that wounds' healing in Picasso variety was more intensive (on the 8th day completely) at the air temperature of 14–16 ^{0}C in the premises and the healing was the worst in Povin early-ripening variety (by 81–86 %). The analysis of potato tubers' storage quality showed that the increase in the term of their keeping decreased the output of marketable products as a result of tubers' affection with diseases and their germination. Picasso late-ripening variety had the best stored marketable products (up to 80.3 %), and Povin early-ripening variety had worse marketable products (up to 73.1 %). It has also been found that at long-term keeping, potato loses its cooking qualities, which testifies to the expediency of consuming Povin early-ripening potato variety first of all, then Slovianka mid-ripening and Picasso late-ripening varieties, as the tastiness of Povin potato variety is the best before storing and the worst after 4 months of its storage.

Key words: *variety, potato, quality, storage quality, affection, storage.*

ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КАРТОПЛІ НА ЯКІСТЬ І ЛЕЖКІСТЬ

О. В. Бараболя, Д. С. Вакулюк, Т. А. Прудкий
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Картопля є важливою продовольчою культурою у всьому світі та є джерелом деяких важливих вітамінів і мінералів. Однак як і будь-який інший овоч картопля витримує лише певну кількість часу, перш ніж почне псуватися та становити загрозу здоров'ю людини. Мета досліджень – провести аналіз вирощування сортів картоплі за сукупністю сортових властивостей, на основі яких

виділяються оптимальні температури зберігання та її лежкоздатність, аналіз уражених хворобами плодів. Дослідження проводили протягом 2020–2021 рр. в умовах приватного господарства у с. Супрунівка (Полтавська область). Для проведення досліджень використовували сорти української (ранній – Повінь, середньостиглий – Слов'янка) та голландської селекції (пізньостиглий – Пікассо). Після збирання картоплю зберігали у складському приміщенні з активною та пасивною вентиляцією для довготривалого зберігання. Визначення лежкості й ураженості бульб картоплі хворобами за різних термінів зберігання проводили лабораторним методом. Дослідження впливу температури та тривалості вентиляції на заживлення ран бульб картоплі показало, що інтенсивніше заживлення ран відбулося у сорту Пікассо (повністю на 8 добу) за температури повітря у приміщенні на рівні 14–16 ^{0}С, а найгірше – у ранньостиглого сорту Повінь (на 81–86 %). Аналіз схоронності бульб картоплі засвідчив, що збільшення терміну їх зберігання зменшує вихід товарної продукції за рахунок ураження бульб хворобами та їх проростання. Найкраще зберігається вихід товарної продукції у пізньостиглого сорту Пікассо (до 80,3 %), гірше – у ранньостиглого сорту Повінь (до 73,1 %). Також виявлено, що за тривалого зберігання картопля втрачає свої кулінарні якості, що свідчить про доцільність споживання насамперед картоплі ранньостиглого сорту Повінь, а потім – середньопізнього сорту Слов'янка та пізньостиглого сорту Пікассо. Оскільки смакові якості картоплі сорту Повінь найкращі перед закладанням на зберігання та найгірші після 4 місяців зберігання.

Ключові слова: *сорт, картопля, якість, лежкість, ураженість, зберігання.*

Вступ

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) посідає друге місце у світі після зернових культур як джерело вуглеводів, забезпечуючи значну частину світових запасів продовольства, а також є важливим джерелом кормів для тварин і перероблених продуктів для споживання людиною та промислового використання [1]. Важливість картоплі підтверджується обсягами щорічного світового виробництво, яке 2019 року становило 371 млн тонн, що на 2,1 % більше аналогічного показника минулого сезону. У вартісному вираженні світовий ринок картоплі за 2019 рік зріс на 6 %, сягнувши 140,5 млрд доларів [2]. До трійки лідерів з виробництва картоплі 2019 року увійшли Китай (93 млн тонн), Індія (51 млн тонн) та Україна (23 млн тонн), що сукупно складає 45 % загальносвітової частки виробництва картоплі [3].

У розвинених країнах картопля відіграє вирішальну роль у раціоні порівняно з тими країнами, що розвиваються. Споживання людиною енергії з картоплі в розвинених країнах і країнах, що розвиваються, становило 130 і 41 ккал/добу відповідно [4]. Картопля забезпечує значну кількість вуглеводів, калію та аскорбінової кислоти в раціоні [5]. Крім того, вони становлять 10 % загального споживання фолатів у деяких європейських країнах, таких як Нідерланди, Норвегія та Фінляндія [6]. Крім того, аскорбінова кислота, що міститься в картоплі, захищає фолати від окисного розпаду [7]. Близько 50 % рекомендованої дієтичної норми (RDA) вітаміну А може бути забезпечено 250 г генетично збагаченої каротиноїдами картоплі [8]. Картопля має кілька вторинних метаболітів, які продемонстрували антиоксидантну, а також іншу біологічну активність [9].

В Україні встановлена норма споживання картоплі розрахована 2020 р. на рівні 134 кг на рік на одну особу, що на 1,3 % менше, ніж 2019 р. Взагалі ця норма має динаміку до зменшення з 2018 р. за норми споживання 143,4 кг на рік на одну особу. При цьому фактично споживання картоплі 2020 р. склало 100,1 кг на рік на одну особу [10].

Середньорічна фізіологічна норма споживання картоплі на одну людину, як доведено дослідженнями, становить 110 кг. Цей показник змінюється залежно від природно-екологічних зон, звичок людей та інших факторів [11]. При цьому, обсяги вирощування картоплі в Україні [12] дають змогу забезпечити необхідний рівень її споживання за умови дотримання її якості відповідно до державного стандарту ДСТУ 4506:2005 «Картопля продовольча. Технологія вирощування. Основні положення» [13].

Картопля може становити небезпеку для здоров'я, якщо людина споживає її після неправильного зберігання. Але якщо людина правильно зберігає картоплю, її можна спокійно зберігати тривалий час [14–16]. Водночас наявність різних варіантів зберігання зібраної картоплі разом з її поступовою популяризацією серед фермерів спроможні підтримувати її високе виробництво та забезпечувати прибуток, а також частково зменшити негативні наслідки перенасичення та післязбиральних втрат картоплі. У майбутньому картопля відіграватиме важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки,

харчування, подоланні бідності, збереженні навколишнього середовища та сталого розвитку [17, 18]. У цьому контексті актуальними є подальше поширення та вдосконалення різних методів зберігання картоплі, а також своєчасна доступність виробникам найбільш оптимального варіанту її зберігання [19, 20], що призведе до зміни парадигми зберігання картоплі, а отже, і її використання в Україні.

Мета досліджень: провести аналіз вирощування сортів картоплі за сукупністю сортових властивостей картоплі, на основі яких виділяються оптимальні температури зберігання та її лежкоздатність, аналіз уражених хворобами плодів.

Завдання дослідження: визначити вплив температури тривалості вентиляції на заживлення ран бульб картоплі; проаналізувати схоронність бульб картоплі на ураженість хворобами, проростість, природний убуток; оцінити кулінарні якості картоплі за умови тривалого зберігання.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2020–2021 рр. в умовах приватного господарства у с. Супрунівка, що знаходиться за 3 км від м. Полтави (Полтавська область) та в геоморфологічному відношенні розміщується в межах Придніпровської низини на низькому лівому березі р. Ворскли. Ґрунти території відносяться до Сумсько-Миргородського агрогрунтового району. Переважають чорнозем глибокий, малогумусовий, крупно-пилуватосередньосуглинковий.

Кількість гумусу у верхньому шарі ґрунту (1–20 см) – 4,1 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна та слабо кисла, pH сольової витяжки – 6,4, ступінь насичення основами становить 83 %. Вбирний комплекс загалом насичений кальцієм і магнієм. Запаси рухомих форм поживних речовин у ґрунті достатні: фосфору – 140,6 мг, калію – 82,8 мг, азоту 9–13 мг/100 г.

Для проведення досліджень використовували сорти української (ранній – Повінь, середньостиглий – Слов'янка) та голландської селекції (пізньостиглий – Пікассо). Після збирання картоплю зберігали у складському приміщенні з активною та пасивною вентиляцією для довготривалого зберігання. Визначення лежкості й ураженості бульб картоплі хворобами за умови різних термінів зберігання проводили лабораторним методом.

Результати досліджень та їх обговорення

У перший період після збирання та закладання на зберігання в бульбах картоплі відбуваються процеси дозрівання і заліковування ран. У перші дні бульби інтенсивно випаровують воду. Вплив температури та тривалості вентиляції наведено в таблиці 1.

1. Вплив температури тривалості вентиляції на заживлення ран бульб картоплі

Сорт	Пошкоджених бульб перед зберіганням штук в 10 кг	Температура повітря, ^{0}C	Заживлення ран (%) при тривалості вентиляції (діб)				
			2	4	6	8	10
2020 рік							
Пікассо	52	16	2,8	36	92	100	100
Слов'янка	31	16	2,6	30	75	93	100
Повінь	45	16	2,4	22	68	86	100
2021 рік							
Пікассо	38	14	1,8	28	81	100	100
Слов'янка	26	14	1,6	22	69	89	100
Повінь	42	14	1,4	16	61	81	100

Заживлення ран у бульб картоплі відбувається по-різному залежно від сортових властивостей. В обидва роки досліджень інтенсивніше заживлення ран відбулося у сорту Пікассо та через 6 діб становило 92 і 81 % відповідно за роками. Тоді як у раннього сорту Повінь заживлення ран відбулося повільніше – 68 і 61 % відповідно. Вже через 8 діб вентилювання у сорту Пікассо відбулося повне заживлення ран, а у сорту Слов'янка залежно від років врожаю – 93 і 89 %, сорту Повінь – лише на 86 і 81 %. На подальше вентилювання цих сортів також відбулося повне заживлення ран.

Залежно від сортових властивостей у строки зберігання по-різному впливали на схоронність бульб картоплі (табл. 2).

2. Схоронність бульб картоплі, %

Сорт	Вміст бульб уражених			Проростілі бульби	Природній убуток	Вихід товарної продукції
	фітофторозом	фузаріозом	бактеріозом			
2020 рік						
Перед закладанням на зберігання						
Пікассо	2,6	0	0	0	0	97,4
Слов'янка	3,5	0	0	0	0	96,5
Повінь	4,1	0	0	0	0	95,9
Після 2-х місяців зберігання						
Пікассо	6,4	2,1	4,8	0	5,8	86,7
Слов'янка	8,3	2,9	5,8	0	7,4	81,0
Повінь	10,8	3,7	7,2	0	8,6	78,3
Після 4-х місяців зберігання						
Пікассо	10,1	4,9	5,3	4,1	9,7	75,6
Слов'янка	12,4	6,4	7,7	5,3	11,3	68,2
Повінь	16,5	8,7	8,9	6,8	14,8	56,1
2021 рік						
Перед закладанням на зберігання						
Пікассо	1,8	0	0	0	0	98,2
Слов'янка	2,0	0	0	0	0	98,0
Повінь	3,5	0	0	0	0	96,5
Після 2-х місяців зберігання						
Пікассо	4,3	1,6	4,8	0	5,7	83,6
Слов'янка	5,2	1,8	4,4	0	6,2	82,4
Повінь	6,5	2,1	5,6	0	6,8	79,0
Після 4-х місяців зберігання						
Пікассо	3,6	2,6	3,1	2,8	7,6	80,3
Слов'янка	5,2	3,4	3,5	3,1	8,2	76,6
Повінь	6,8	3,6	4,1	3,5	8,9	73,1

Так, перед закладанням на зберігання вихід товарного продукту практично не залежав від сортових властивостей, тоді як уже після 2 місяців зберігання спостерігалась різниця між ними. Особливо це було помітно 2020 року, де вихід товарної продукції у пізньостиглого сорту Пікассо зменшився на 10,7 %, середньопізнього сорту Слов'янка – на 13,5 %, ранньостиглого сорту Повінь на – 17,6 %. 2021 року показник виходу товарної продукції у сорту Пікассо становив 98,2 %, у сорту Слов'янка – 98,0 % і у сорту Повінь – 96,5 %. Після 4 місяців зберігання ще суттєвіше змінювався вихід товарної продукції. Так, у сорту Пікассо він зменшився 2020 року на 14,7 %, а 2021 року – на 19,7 %, у сорту Слов'янка відповідно – на 28,3 і 23,4 %, у сорту Повінь – на 39,8 і 26,9 %. Тобто найкраще зберігається вихід товарної продукції у пізньостиглого сорту Пікассо, гірше – у ранньостиглого сорту Повінь.

Втрата товарної продукції загалом відбувалась через ураження бульб хворобами та їх проростання. Серед хвороб найактивнішу життєдіяльність проявили мікроорганізми, які сприяли розвитку фітофторозу. Особливо бурхливо вони розвивались 2020 року, коли під час вегетації було надмірне зволоження ґрунту. Перед закладанням на зберігання вміст уражених бульб практично не залежав від сорту, становив 2020 року – 2,6–1,4 %, і 2021 року – 1,8–3,5 %. Чим більш пізньостиглий сорт, тим було менше бульб картоплі, уражених фітофторозом. Особливо бурхливо розвивалась ця хвороба після 4-х місяців зберігання, залежно від стиглості бульб. Якщо у пізньостиглого сорту Пікассо 2020 року відповідно – 10,1 і 16,5 %, 2021 року ці показники були – 3,6 і 6,8 %. Збільшувалось ураження бульб сухою і мокрою гнилизнами як від строків зберігання, так і сортових властивостей. У цих випадках у ранньостиглого сорту Повінь уражених бульб було більше.

Під час зберігання бульб картоплі відбувається дегенерація меристем кожухів наростання, що впливає на їхнє проростання. Як показали наші дослідження, інтенсивно відбувалось проростання бульб. Очевидно, це пов'язано з умовами вирощування – цього року була досить спекотна погода без

опадів. Після 4-х місяців зберігання кількість проростих бульб 2020 року лише 4,1–9,8 %, а 2021 року вона становила 2,8–3,5 %. У пізньостиглого сорту Пікассо було найменше проростих бульб.

У продукції зберігання відбувались втрати внаслідок сухих речовин та дихання і випаровування води. Ці втрати неминучі, тому їх називають природний убуток. У нашому досліді зі збільшенням строку зберігання збільшувався природній убуток. Він становив у сорту Пікассо після 2-х місяців зберігання 2020 року – 5,8 %, 2021 року – 5,7 %, у сорту Слов'янка відповідно – 7,4 і 6,2 %, у сорту Повінь – 8,6 і 6,8 %. Після 4-х місяців зберігання природній убуток збільшився відповідно до років у сорту Пікассо – на 3,9 і 1,9 %, у сорту Слов'янка – на 3,9 і 2,0 %, у сорту Повінь – на 6,2 і 2,1 % порівняно із втратами після 2-х місяців зберігання.

3. Кулінарна оцінка картоплі, бал (2021 р.)

Сорт	Розварюва-ність	Консис-тенція	Борошнис-тість	Вологість	Структура	Потемніння м'якоті	Смак
Перед закладанням на зберігання							
Пікассо	2	2	1	2	1	1	3
Слов'янка	2	2	1	3	2	2	3
Повінь	2	3	2	3	1	2	4
Після 4-х місяців зберігання							
Пікассо	3	3	2	1	2	4	2
Слов'янка	4	4	3	1	4	5	2
Повінь	5	5	4	1	5	5	1

Результати досліджень свідчать, що за умови тривалого зберігання картопля втрачає свої кулінарні якості (табл. 3). Так, у сорту картоплі Пікассо після 4-х місяців зберігання розварюваність збільшилась із 2-х до 3-х балів, консистенція з 2-х до 3-х балів, борошнистість із 1-го до 2-х балів, вологість із 2-х до 1-го бала, структура із 1 до 2 балів, потемніння м'якоті із 1 до 2 балів, смак із 3 до 2 балів. Такі зміни були і в інших сортів. Найгірші показники були у сорту Повінь.

Висновки

Отже, результати досліджень свідчать, що під час зберігання відбувається заживлення ранової перидерми, ураження бульб картоплі мікроорганізмами, проростання, що впливає на природний убуток і вихід товарної продукції. Найстійкіші властивості має пізньостиглий сорт Пікассо, найгірші ранньостиглий сорт Повінь.

Перспективи подальших досліджень. Визначення впливу системи вирощування картоплі на якість і лежкість коренеплодів.

References

1. Chandrasekara, A., & Josheph Kumar, T. (2016). Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*, 2016, 1–15. doi:10.1155/2016/3631647

2. Ukraina uviishla do triiky krain-lideriv za vyrobnytstvom kartopli u sviti. (2020). Retrieved from: https://superagronom.com/news/11314-ukrayina-uviyshla-do-triyki-krayin-lideriv-za-virobnitstvom-kartopli-u-sviti [In Ukrainian].

3. Ukraina potrapyla do top-3 krain-vyrobnykiv kartopli. (2020). Retrieved from: https://www.unian.ua/economics/agro/viroshchuvannya-kartopli-ukrajina-potrapila-do-top-3-virobnikiv-kartopli-novini-11130497.html [In Ukrainian].

4. Burlingame, B., Mouillé, B., & Charrondière, R. (2009). Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22 (6), 494–502. doi: 10.1016/j.jfca.2009.09.001

5. Hale, A. L., Reddivari, L., Nzaramba, M. N., Bamberg, J. B., & Miller, J. C. (2008). Interspecific variability for antioxidant activity and phenolic content among Solanum species. *American Journal of Potato Research*, 85 (5), 332–341. doi: 10.1007/s12230-008-9035-1

6. Navarre, D. A., Goyer, A., & Shakya, R. (2009). Nutritional value of potatoes; Vitamin, phyto-nutrient and mineral content. In J. Singh, L. Kaur (Eds). *Advances in Potatoes Chemistry and Technology*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

7. McNulty, H., & Pentieva, K. (2004). Folate bioavailability. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63 (4), 529–536. doi: 10.1079/PNS2004383

8. Diretto, G., Al-Babili, S., Tavazza, R., Papacchioli, V., Beyer, P., & Giuliano, G. (2007). Metabolic engineering of potato carotenoid content through tuber-specific overexpression of a bacterial mini-pathway. *PLoS ONE*, 2 (4, article e350). doi: 10.1371/journal.pone.0000350

9. Ezekiel, R., Singh, N., Sharma, S., & Kaur, A. (2013). Beneficial phytochemicals in potato-a review. *Food Research International*, 50 (2), 487–496. doi: 10.1016/j.foodres.2011.04.025

10. Prokopenko, O. (Ed.) (2021). *Balansy ta spozhyvannia osnovnykh produktiv kharchuvannia naselenniam Ukrainy*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [In Ukrainian].

11. Umovy ta vydy zberihannia kartopli. (2015). Retrieved from: https://wbm.at.ua/publ/umovi_ta_vidi_zberigannja_kartopli/1-1-0-133 [In Ukrainian].

12. Prokopenko, O. (Ed.) (2021). *Roslynnytstvo v Ukraini*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [In Ukrainian].

13. *DSTU 4506:2005. Kartoplia prodovolcha. Tekhnolohiia vyroshchuvannia. Osnovni polozhennia. Chynnyi vid 2006-10-01*. (2005). Kyiv [In Ukrainian]

14. Kimberley, R.-F. (2021). How to safely store and eat potatoes. Retrieved from: https://www.medicalnewstoday.com/articles/how-long-do-potatoes-last.

15. Vijay, P., & Ezekiel, R. (2013). Scientific storage options crucial for potatoes. *Agriculture Today*, 1, 134–137.

16. Vlasov, V. I., Tkach, H. V., & Dukhnytskyi, B. V. (2008). Otsinka spozhyvannia osnovnykh kharchovykh produktiv v Ukraini. *Ekonomika APK*, 10, 3–7. [In Ukrainian].

17. Hryhorenko, O. (2010). Do pytannia monitorynhu stanu kharchuvannia naselennia Ukrainy. *Tovary i Rynky*, 2, 118–124. [In Ukrainian].

18. Sirenko, N. M., & Chaika, T. O. (2012). Orhanichni produkty kharchuvannia u zabezpechenni prodovolchoi bezpeky Ukrainy. *Ekonomika APK*, 1, 43–48. [In Ukrainian].

19. Krupin, V. Ie., & Pushak, Ya. Ia. (2012). Aspekty formuvannia prodovolchoi bezpeky Ukrainy. *Ekonomichni Innovatsii*, 47, 70–80. [In Ukrainian].

20. Khorunzhyi, M. Y. (2012). Ahroprodovolchyi kompleks: problemy formuvannia i funktsionuvannia v rynkovykh umovakh. *Ekonomika APK*, 3, 113–120. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 07.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бараболя О. В., Вакулюк Д. С., Прудкий Т. А. Вплив сортових особливостей картоплі на якість і лежкість. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 120–125.

© Бараболя Ольга Валеріївна, Вакулюк Дмитро Сергійович, Прудкий Тарас Андрійович, 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 633.11:631.582.9. | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.16**

PECULIARITIES OF WINTER WHEAT YIELD FORMATION IN ORGANIC PLANTS UNDER INSUFFICIENT MOISTENING

M. M. Marenych*
R. U. Diazhuk
O. O. Ivaniuta
N. L. Merezen

ORCID 0000-0002-8903-3807

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: mykola.marenych@pdaa.edu.ua

How to Cite

Marenych, M. M., Diazhuk, R. U., Ivaniuta, O. O., & Merezen, N. L. (2021). Peculiarities of winter wheat yield formation in organic plants under insufficient moistening. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 126–132. doi: 10.31210/visnyk2021.04.16

The analysis of scientific publications shows that choosing varieties and fore-crops for wheat cultivation technology is one of the main and effective ways of wheat yield management in the conditions of organic production and enables to increase the yield by 7.5-26%. According to the scientific publications, choosing the varieties for cultivation and developing optimal crop rotations are considered to be the main methods of wheat yield increase. This aspect is also especially important for improving soil fertility, however rather often it does not provide agro-ecosystems with the sufficient amount of the most important element for plant nutrition – nitrogen. The variance ratio for ordinary plants and in the region on the average made 20.4 %. The yield capacity of organic plants varied considerably more – the variance ratio made 34.2 %. Such difference shows significantly larger dependence of organic agro-ecosystems on the conditions of cultivation years as compared with ordinary or intensive agro-ecosystems. It should also be mentioned that there is a strong direct correlation – r=0.84 between yield indicators, which testifies to the possibility of developing effective agronomic practices to stabilize organic grain production. The obtained results of wheat yield analysis in production organic plants show that the yield variability considerably exceeds this parameter in the plants cultivated according to intensive technologies. This fact proves the difficulties in the processes of productivity management of organic agro-ecosystems. The scientifically grounded choice of varieties for the cultivation and correct sequence in crop rotation are the main factors of the yield stability. The part of variety impact in organic agro-ecosystems reaches 88.2 %, and the impact of the preceding crop – up to 97 % depending on the year conditions. The analysis of multi-factor complex, in which the year of cultivation was included as a factor shows that agro-ecological conditions can make about 80% of yield variability on the whole. Pea, lentil, and cucurbits crops are the best fore-crops for the conditions of insufficient moistening. The lowest yields were obtained after esparcet and sunflower. The share of factor interaction amounts to 2.3-6.6 % and is statistically reliable. The highest yield levels in different years were obtained from Sotnytsia, Bohemia, Antara, and Epokha Odesla varieties. In 2021, Sahaidak, Vidrada, and Sotnytsia wheat varieties sown after pea, lentil, and cucurbits crops were grown. The analysis of variance did not reveal the considerable effect of preceding crop and variety properties because of their actual equivalence, which appeared in situations under the conditions of the separately taken year. The yield was within 3.09-3.41 t/ha. The share of factor interaction makes 2.3-6.6% and is statistically reliable.

Key words: *winter wheat, organic agro-ecosystems, fore-crops (preceding crops), variety, variability.*

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ОРГАНІЧНИХ ПОСІВАХ В УМОВАХ НЕДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ

М. М. Маренич, Р. У. Дяжук, О. О. Іванюта, Н. Л. Мерезен
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Аналіз наукових публікацій показує, що підбір сортів та попередників для технологій вирощування пшениці є одними з головних і ефективних способів управління урожайністю пшениці в умовах органічного виробництва і дає змогу збільшити урожайність на 7,5–26 %. Основними методами підвищення врожайності пшениці в науковій періодиці називають підбір сортів для вирощування та розробку оптимальних сівозмін. Цей аспект є особливо важливим також у поліпшенні родючості ґрунту, хоча, досить часто, й не забезпечує агроценози достатньою кількістю найважливішого для рослин елементу живлення – азоту. Коефіцієнт варіації для звичайних посівів і в середньому по регіону становив 20,4 %. Урожайність в органічних посівах варіювала значно ширше – коефіцієнт варіації склав 34,2 %. Така різниця свідчить про значну більшу залежність органічних агроценозів від умов років вирощування порівняно з звичайними або інтенсивними. Слід відмітити також, що між показниками урожайності існує сильна пряма кореляція – r=0,84, що говорить про можливість розробки ефективних агроприйомів для стабілізації виробництва органічного зерна. Отримані результати аналізу врожайності пшениці в виробничих органічних посівах показують, що варіабельність урожайності значно перевищує цей параметр у посівах, які вирощуються за інтенсивними технологіями. Це говорить про складнощі в процесах управління продуктивністю органічних агроценозів. Основними факторами стабільності врожаїв є науково-обґрунтований добір сортів для вирощування і правильне чергування у сівозміні. Частка впливу сорту в органічних агроценозах досягає 88,2 %, а попередника – до 97 % залежно від умов року. Аналіз багатофакторного комплексу, в який як фактор було включено рік вирощування показує, що агроекологічні умови можуть становити в сукупності майже 80 % варіабельності врожайності. Найкращими попередниками для умов недостатнього зволоження є горох, сочевиця та баштанні культури. Найменшу врожайність отримали після еспарцету та соняшнику. Частка взаємодії факторів становить 2,3–6,6 % і є статистично достовірною. Найвищий рівень урожайності в різні роки продемонстрували сорти Сотниця, Богемія, Антара та Епоха одеська. У 2021 році вирощувалися сорти пшениці Сагайдак, Відрада та Сотниця, які розміщувалися після гороху, сочевиці та баштанних культур. Дисперсійний аналіз не виявив істотного впливу попередника і сортових властивостей через їхню фактичну рівноцінність, що виникла ситуативно в умовах окремо взятого року. Урожайність знаходилася в межах 3,09–3,41 т/га. Частка взаємодії факторів становить 2,3–6,6 % і є статистично достовірною.

Ключові слова: *пшениця озима, органічні агроценози, попередники, сорт, варіабельність.*

Вступ

Однією з головних проблем, яка обмежує темпи зростання органічного виробництва пшениці є його значно нижча продуктивність порівняно з інтенсивними технологіями [1, 2], хоча органічні системи можуть стати реальною альтернативою, особливо в умовах в умовах посухи [3], що актуально для степової зони України й не менш важливо для умов Лівобережного Лісостепу з його нерівномірним розподілом опадів і високою ймовірністю посухи в період формування врожаю.

На урожайність пшениці в органічному виробництві найбільшою мірою впливають умови років вирощування і зменшення урожайності може становити до 42 %, хоча порівняно з іншими культурами вона набагато придатніша для такого використання [4–6]. Основними методами підвищення врожайності пшениці в науковій періодиці називають підбір сортів для вирощування та розробку оптимальних сівозмін. Старі сорти, які характеризуються меншою вибагливістю до умов вирощування часто вважають придатнішими для використання в органічному виробництві [7, 8]. Важливу роль в сортовому аспекті відіграють самі

виробничники, наприклад, в європейських країнах фермери беруть найактивнішу участь у насінництві старих сортів, що придатні до некомфортних умов конкуренції з бур'янами, характеризуються кращою стійкістю до хвороб та формують урожайність за невисокої потреби в поживних елементах [10–13].

Для оптимізації живлення агроценозів пшениці важливу роль відіграють попередники, особливо такі, що забезпечують високу біологічну активність ґрунту – конюшина червона (*Trifolium pratense L.*), конюшина біла (*Trifolium repens*), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina L.*) [14]. Цей аспект є особливо важливим також у поліпшенні родючості ґрунту, хоча, досить часто, й не забезпечує агроценози достатньою кількістю найважливішого для рослин елементу живлення – азоту [15–18]. Ефективним є також застосування сидеральних культур у сівозмінах – буркуну білого однорічного (*Melilotus alba, var.*), гірчиці білої (*Sinapis alba*), редьки олійної (*Raphanus sativus var. hybernus L.*), вики ярої (*Vicia sativa L.*)та гречки (*Fagopyrum esculentum*) [19–21]. Окрім того, включення цих культур у сівозміну значно скорочує кількість таких небезпечних бур'янів у посівах як осот польовий (*Cirsium arvense L.*) та вівсюг звичайний (*Avena fatua L.*) [22, 23]. Таким чином, підбір сортів та попередників для технологій вирощування пшениці є одними з головних і ефективних способів управління урожайністю пшениці в умовах органічного виробництва і дає змогу збільшити урожайність на 7,5–26 % [24–29].

Мета досліджень полягала у визначенні особливостей формування урожайності органічних агроценозів пшениці озимої в порівнянні і зв'язку з урожайністю за загальноприйнятими агротехнологіями. Детальний аналіз цих особливостей в перспективі спрямований на розробку ефективних методів управління урожайністю в органічних посівах.

Завдання досліджень полягало у встановленні ефективності попередників та сортових особливостей як методів управління врожайністю.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в ТОВ «Дунайський аграрій» з сортами пшениці озимої Ластівка одеська, Епоха одеська й Антара, які висівали після попередників ріпаку озимого та гороху протягом 2015–2017 років. Ґрунт дослідних ділянок в шарі 0–20 см залежно від розміщення характеризувався низьким вмістом гумусу – 2,86–3,41 %; легкогідролізованого азоту – 4,3–6,5 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Кононовою); P_2O_5 – 11,8–12,4 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,2 мг/100 г ґрунту (за Масловою), pH сольової витяжки – 7,6–7,8. Облікова площа ділянки – 0,25 га. Повторність досліду триразова, розміщення варіантів – рандомізоване. Облік урожайності проводили суцільним методом.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз урожайності пшениці озимої показує, що у виробничих посівах вона значно більша, ніж в умовах господарства, де була використана органічна технологія (рис. 1). За 2013–2021 рр. середня врожайність в господарствах Одеської області склала 3,35 т/га, а в ТОВ «Дунайський аграрій» 3,20 т/га, що становило різницю лише близько 5 %. Більше того, в окремі роки урожайність за органічною технологією вирощування була на 0,5–7 ц/га вищою від регіонального рівня. Це свідчить про можливість отримання досить високих органічних врожаїв зерна, хоча в даному випадку, на погляд авторів, доцільно звернути увагу ще на один важливий статистичний показник – коефіцієнт варіації, який для звичайних посівів і в середньому по регіону становив 20,4 %. Урожайність в органічних посівах варіювала значно ширше – коефіцієнт варіації склав 34,2 %. Така різниця свідчить про значну більшу залежність органічних агроценозів від умов років вирощування порівняно з звичайними або інтенсивними. Слід відмітити також, що між показниками урожайності існує сильна пряма кореляція – r = 0,84, що говорить про можливість розробки ефективних агроприйомів для стабілізації виробництва органічного зерна.

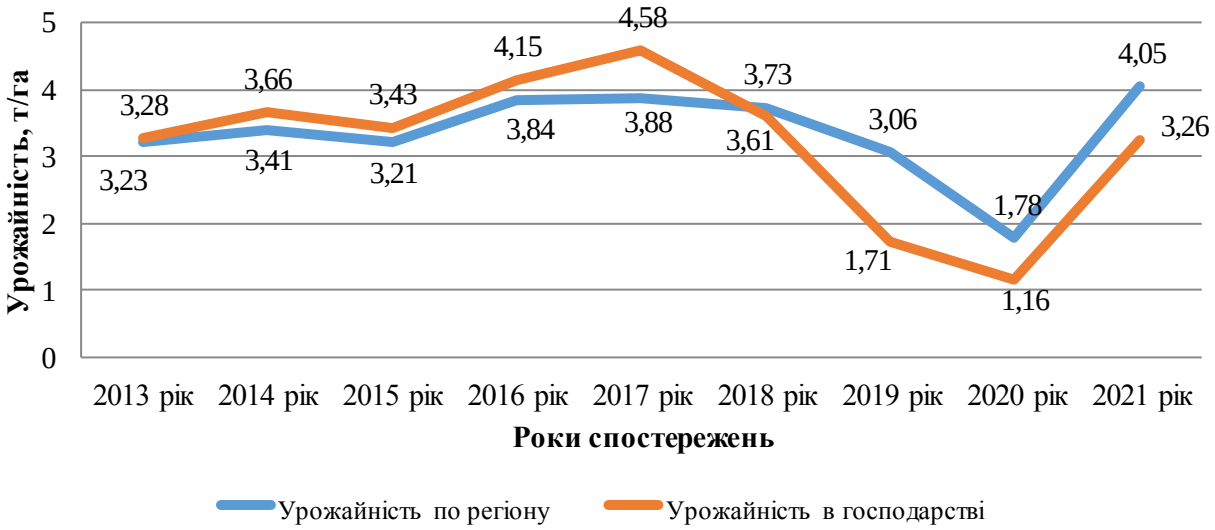


Рис. 1. Урожайність пшениці озимої, вирощеної за органічними технологіями в порівнянні з середніми по регіону

Одним з таких прийомів є підбір попередника. В умовах недостатнього зволоження цьому питанню повинна надаватися одне з найважливіших значень, як і добору сорту для вирощування. Протягом років вирощування, які аналізуються в даній статті, в господарстві вирощувалися кожного року три сорти пшениці озимої – Ластівка одеська, Епоха одеська та Антара, які дуже подібні між собою за своїми господарськими характеристиками й розміщувалися після ріпаку озимого та гороху (табл. 1).

1. Урожайність сортів пшениці залежно від попередників у 2015–2017 рр. році, т/га (зведені дані)

Рік (фактор А)	Сорт (фактор В)	Попередник (фактор С)	Середня урожайність
2015	Ластівка одеська	ріпак озимий	3,51
		горох	3,66
	Епоха одеська	ріпак озимий	3,53
		горох	3,63
	Антара	ріпак озимий	3,76
		горох	4,02
2016	Ластівка одеська	ріпак озимий	4,07
		горох	4,62
	Епоха одеська	ріпак озимий	4,24
		горох	4,77
	Антара	ріпак озимий	4,45
		горох	5,18
2017	Ластівка одеська	ріпак озимий	5,53
		горох	6,74
	Епоха одеська	ріпак озимий	5,66
		горох	6,90
	Антара	ріпак озимий	5,56
		горох	6,41
$НІР_{05}$		A	0,07
		B	0,07
		C	0,06
		AB	0,13
		AC	0,11
		ABC	0,18

Для обробки даних було застосовано метод багатофакторного дисперсійного аналізу, який дав змогу виокремити основні фактори впливу на врожайність та їхні взаємодії. Найбільшу частку впливу зафіксовано для умов років вирощування, яка становить майже 80 %, таким чином, на регульовані фактори в умовах органічного виробництва припало менше 20 %. Такий стан речей, безперечно, ускладнює процеси управління продуктивністю агроценозів пшениці озимої і саме цією особливістю пояснюється високе значення коефіцієнта варіації врожаїв.

Аналіз урожайності багатофакторних комплексів, з яких виключали фактор року, проводячи дисперсійний аналіз для кожного року окремо показав, що добір сортів для вирощування й підбір попередника – основні методи управління продуктивністю органічних агроценозів. Так у 2015–2018 роках у виробничих посівах частка впливу сорту складала від 2,3 до 88,2 %. Найбільший вплив сортові особливості проявили в 2018 році, коли в структуру посівів було введено сорт Богемія, який забезпечив урожайність 5,56–6,75 т/га залежно від попередника – найменший показник було отримано в разі розміщення посівів після ріпаку озимого, а найбільший – після гороху.

Частка впливу попередника також залежала від умов року і становила 10,7–97,1 %. Найменший вплив попередника зафіксовано у 2018 році, коли використовувалися горох, ріпак і нут, а найбільша – у 2017, коли посіви були розміщені після ріпаку озимого, гороху, ячменю, еспарцету та соняшника. В умовах цього року еспарцет навіть виявився гіршим попередником ніж соняшник – середня урожайність склала залежно від сорту 3,92–4,14 т/га, а після соняшнику – 4,09–4,26 т/га.

У 2021 році вирощувалися сорти пшениці Сагайдак, Відрада та Сотниця, які розміщувалися після гороху, сочевиці та баштанних культур. Дисперсійний аналіз не виявив істотного впливу попередника і сортових властивостей через їхню фактичну рівноцінність, що виникла ситуативно в умовах окремо взятого року. Урожайність знаходилася в межах 3,09–3,41 т/га.

Частка взаємодії факторів становить 2,3–6,6 % і є статистично достовірною.

Висновки

Отримані результати аналізу врожайності пшениці в виробничих органічних посівах показують, що варіабельність урожайності значно перевищує цей параметр у посівах, які вирощуються за інтенсивними технологіями. Це говорить про складнощі в процесах управління продуктивністю органічних агроценозів. Основними факторами стабільності врожаїв є науково-обґрунтований добір сортів для вирощування і правильне чергування у сівозміні. Частка впливу сорту в органічних агроценозах досягає 88,2 %, а попередника – до 97 % залежно від умов року. Аналіз багатофакторного комплексу, в який як фактор було включено рік вирощування показує, що агроекологічні умови можуть становити в сукупності майже 80 % варіабельності врожайності. найкращими попередниками для умов недостатнього зволоження є горох, сочевиця та баштанні культури. Найменшу врожайність отримали після еспарцету та соняшнику. Найвищий рівень урожайності в різні роки продемонстрували сорти Сотниця, Богемія, Антара та Епоха одеська.

References

1. Karimi, F., Sultana, S., Shirzadi Babakan, A., & Royall, D. (2018). Land Suitability Evaluation for Organic Agriculture of Wheat Using GIS and Multicriteria Analysis. *Papers in Applied Geography*, 4 (3), 326–342. doi: 10.1080/23754931.2018.1448715

2. Zou, J., Semagn, K., Iqbal, M., N'Diaye, A., Chen, H., Asif, M., Navabi, A., Perez-Lara, E., Pozniak, C., Yang, R.-C., Randhawa, H., & Spaner, D.(2017). Mapping QTLs controlling agronomic traits in the 'Attila' × 'CDC Go' spring wheat population under organic management using 90K SNP Array. *Crop Science*, 57 (1), 365–377. doi: 10.2135/cropsci2016.06.0459

3. Deria, A. M., Bell, R. W., & O'Hara, G. W. (2013). Organic wheat production and soil nutrient status in a Mediterranean Climatic Zone. *Journal of Sustainable Agriculture*, 21 (4), 21–47. doi: 10.1300/J064v21n04_04

4. Kravchenko, A., Snapp, S., & Robertson, P. G. (2017). Field-scale experiments reveal persistent yield gaps in low-input and organic cropping systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (5), 926–931. doi: 10.1073/pnas.1612311114

5. Kessler, N., Bonte, A., Albaum S. P., Mäder, P., Messmer, M., Goesmann, A., Niehaus, K., Langenkämper, G., & Nattkemper, T. W. (2015). Learning to classify organic and conventional wheat – a machine learning driven approach using the MeltDB 2.0 metabolomics analysis platform. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 3, 35, 1–10. doi: 10.3389/fbioe.2015.00035

6.Arncken, C., Mäder, P., Mayer, J., & Weibel, F. (2018). Sensory, yield and quality differences between organically and conventionally grown winter wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (14), 2819–2825. doi: 10.1002/jsfa.5784

7. Vindras-Fouillet, C., Ranke, O., Anglade J.-P., Taupier-Letage, B., Véronique, C., & Goldringer, I. (2014). Sensory analyses and nutritional qualities of hand-made breads with organic grown wheat bread populations. *Food and Nutrition Sciences*, 5 (19), 1860–1874. doi: 10.4236/fns.2014.519199

8. Stagnari, F., Onofri, A., Codianni, P., & Pisante M. (2013). Durum wheat varieties in N-deficient environments and organic farming: a comparison of yield, quality and stability performances *Plant Breeding*, 132 (3), 266–275. doi: 10.1111/pbr.12044

9. Dawson, J. C., Serpolay, E., Giuliano S., Schermann, N., Galic, N., Berthellot, J.-F., Chesneau, V., Ferté, H., Mercier, F., Osman, A., Pino, S., & Goldringer, I. (2013). Phenotypic diversity and evolution of farmer varieties of bread wheat on organic farms in Europe. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 145–163. doi: 10.1007/s10722-012-9822-x

10. Nelson, A. G., Quideau, S., Frick B., Niziol, D., Clapperton, J. & Spaner, D. (2011). Spring wheat genotypes differentially alter soil microbial communities and wheat breadmaking quality in organic and conventional systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 91, 485–495. doi: 10.4141/cjps10056

11. Mason, H. E., Navabi, A., Frick, B. L., O'Donovan, J. T., & Spaner, D. M. (2007). The Weed-competitive ability of Canada Western red spring wheat cultivars grown under organic management. *Crop Science*, 47 (3), 1167–1176. doi: 10.2135/cropsci2006.09.0566

12. Carr, P. M., Kandel, H. J., Porter, P. M., Horsley, R. D., & Zwinger, S. F. (2006). Wheat cultivar performance on certified organic fields in Minnesota and North Dakota. *Crop Science*, 46 (5), 1963–1971. doi: 10.2135/cropsci2006.01-0046

13. Lammerts van Bueren, E. T., Jonesc, S. S., Tamm, L., Murhy, K. M., Myers, J. M., Leifert, J. R., & Messmer, M. M. (2011). The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 58 (3–4), 193–205. doi: 10.1016/j.njas.2010.04.001

14. Stopes, C., Millington, S. & Woodward, L. (1996). Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 57 (2–3), 189–196. doi: 10.1016/0167-8809(95)01002-5

15. Nelson, A. G., Quideau, S., Frick, B., Niziol, D., Clapperton, J., & Spaner, D. (2011). Spring wheat genotypes differentially alter soil microbial communities and wheat breadmaking quality in organic and conventional systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 91, 485–495. doi: 10.4141/cjps10056

16. Tautges, N. E., Sullivan, T. S., Reardon, C. L., & Burke, I. C. (2016). Soil microbial diversity and activity linked to crop yield and quality in a dryland organic wheat production system. *Applied Soil Ecology*, 108, 258–268. doi: 10.1016/j.apsoil.2016.09.003

17. Petersen, O. S., Schjønning, P., Olesen, J., Christensen, S., & Christensen, B. T. (2013). Sources of nitrogen for winter wheat in organic cropping systems. *Soil Science Society of America Journal*, 77 (1), 155. doi: 10.2136/sssaj2012.0147

18. Stalenga, J. (2007). Applicability of different indices to evaluate nutrient status of winter wheat in the organic system. *Journal of Plant Nutrition,* 30 (3), 351–365. doi: 10.1080/01904160601171207

19. Hospodarenko, H. M., & Lysyans′kyy, O. L. (2016). Vmist pozhyvnykh rechovyn u obgruntuvannya pislya udobrenykh syderalnykh pariv. *Ahrokhimiya i Gruntoznavstvo*, 16, (85), 65–71. doi: https://doi.org/10.31073/acss85-10 [In Ukrainian].

20. Hrynyk, I. V., & Patyka, V. P. (2011). Mikrobiolohichni osnovy pidvyshchennya vrozhaynosti ta yakosti zernovykh kul′tur. *Visnyk Poltavs'koyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi*, 4, 7–11. [In Ukrainian].

21. Hadzalo, YA. M., Vozhehova, R. A., Malyarchuk, M. P., Halchenko, N. M., & Reznichenko, N. D. (2020). Ekoloho-ekonomichna efektyvnist′ syderatsiyi u sivozmini na zroshuvanykh zemlyakh Pivdnya Ukrayiny. *Ahroekolohichnyy Zhurnal***,** 2, 55–62. doi: 10.33730/2077-4893.2.2020.207681 [In Ukrainian].

22. Tautges, N., Burke, I. C., Borrelli, K., & Fuerst, E. P. (2017). Competitive ability of rotational crops with weeds in dryland organic wheatproduction systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32 (1), 57–68. doi: 10.1017/S1742170516000028

23. Sarunaite, I. L., Deveik, D., & Kadžiulienė, Ž. (2010). Intercropping spring wheat with grain legume for increased production in an organic crop rotation. *Žemdirbystė=Agriculture*, 97 (3), 51–57.

24. Costanzo, A., Amos, D., Bickler, C., & Trump, A. (2021). Agronomic and genetic assessment of organic wheat performance in England: a field-scale cultivar evaluation with a network of farms. *Agronomy for Sustainable Development*, 41, 54. doi: 10.1007/s13593-021-00706-y

25. Costanzo, A., & Bàrberi, P. (2016). Field scale functional agrobiodiversity in organic wheat: Effects on weed reduction, disease susceptibility and yield. *European Journal of Agronomy*, 76, 1–16. doi: 10.1016/j.eja.2016.01.012

26. Drews, S., Neuhoff, D., & Köpke U. (2009). Weed suppression ability of three winter wheat varieties at different row spacing under organic farming conditions. *Weed Research*, 49 (5), 526–533. doi: 10.1111/j.1365-3180.2009.00720.x

27. Pridham, J. C., & Entz, M. H. (2008). Intercropping spring wheat with cereal grains, legumes, and oilseeds fails to improve productivity under organic management. *Agronomy Journal*, 100 (5), 1436–1442. doi: 10.2134/agronj2007.0227

28. Yadav, D. S., Kumar, V., & Yadav, V. (2009). Effect of organic farming on productivity, soil health and economics of rice (Oryza sativa)–wheat (Triticum aestivum) system. *Indian Journal of Agronomy*, 54 (3), 267–271.

29. Skryl′nyk, Ye. V., Kutova, A. M., Hetmanenko, V. A., Artemyeva, K. S., & Nikonenko, V. M. (2019). Vplyv system udobrennya na orhanichnu rechovynu ta ahrokhimichni pokaznyky chornozemu typovoho. *Ahrokhimiya i Gruntoznavstvo*, 88, 74–78. doi: 10.31073/acss88-10 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 07.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Маренич М. М., Дяжук Р. У., Іванюта О. О., Мерезен Н. Л. Особливості формування урожайності пшениці озимої в органічних посівах в умовах недостатнього зволоження. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 126–132.

© Маренич Микола Миколайович, Дяжук Роман Улянович, Іванюта Олексій Олександрович, Мерезен Наталія 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 633.854.78:631.53:631.529 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.17**

ANALYSIS OF SUNFLOWER AREAS' PHYTO-PATHOGENIC CONDITION DURING VEGETATION PERIOD UNDER DIFFERENT AGRO-CLIMATIC CONDITIONS

S. V. Pospelov* ORCID 0000-0003-0433-2996
G. D. Pospielova ORCID 0000-0002-8030-1166
N. I. Nechiporenko ORCID 0000-0003-2572-9095
O. V. Mishchenko
O. O. Cherniak
S. S. Skliar
O. V. Ivanichko

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody St., Poltava, 36000, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: sergii.pospielov@pdaa.edu.ua

How to Cite

Pospelov, S. V., Pospielova, G. D., Nechiporenko, N. I., Mishchenko, O.V., Cherniak, O. O., Skliar, S. S., & Ivanichko, O. V. (2021). Analysis of sunflower areas' phyto-pathogenic condition during vegetation period under different agro-climatic conditions. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 133–141. doi: 10.31210/visnyk2021.04.17

Under modern farming conditions in Ukraine, considerable crop rotation upsetting is taking place, which at the background of climate change has led to considerable deterioration of phyto-sanitary situation and massive development of destructive processes in sunflower agro-ecosystem. The purpose of the research was to study the level of development and spreading of sunflower diseases during vegetation period and their dependence on agro-climatic indicators. During 2020–2021, the phyto-pathological condition of two sunflower hybrids – NK Alegro (mid-early) and Opera PR (mid-ripening), cultivated in Myrhorod district, Poltava region, was studied. The investigation of the sown areas was conducted at definite periods of the plant vegetation to detect several diseases. It was determined that the signs of white and grey rots were observed on Opera PR and NK Alegro sunflower hybrids beginning from the phase of 3–4 pairs of true leaves till head formation. The disease spreading in 2020 did not exceed 2.0–2.5 % at 0.8 maximum development. In 2021, the phyto-sanitary condition deteriorated and rot spreading in the phase of head formation made 2.9 % at 1.5 % development. The investigation of sunflower fields in 2020 enabled to detect insignificant development of false mildew with the maximum spreading at the phase of 4–6 pairs of leaves – 0.8–1.3 %, while in 2021, the disease reached its maximum level in the phase of head formation – 3.0–3.5 %, which was connected with agro-climatic conditions of the vegetation period. Black spots (phomosis) were observed during the years of study, their spreading did not exceed 7.6 % in 2020, and increased by almost 5 times (32.5–34.0 %) in 2021. Dry rot of heads was also detected at the level of 6.5–9.5 % in 2020, and it increased to 8.5–11.0 % in 2021. The conducted studies enabled to reveal sunflower suckers, the degree of their populating plants made 1.8–2.4 % (in 2020) and 3.2–4.5 % (in 2021), and the degree of affection – 1 point, which corresponded to the low level.

Key words: *sunflower, vegetation, disease monitoring, phomosis, white and grey rots, false mildew, dry rot of heads, sunflower sucker.*

АНАЛІЗ ФІТОПАТОГЕННОГО СТАНУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ В ПЕРІОД ВЕГЕТАЦІЇ ЗА РІЗНИХ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ

С. В. Поспєлов, Г. Д. Поспєлова, Н. І. Нечипоренко, О. В. Міщенко,О. О. Черняк, С. С. Скляр, О. В. Іванічко
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

В сучасних умовах ведення сільського господарства в Україні має місце системне порушення сівозмін, що на фоні зміни клімату призвело до значного погіршення фітосанітарної ситуації та масового розвитку деструктивних процесів у соняшниковому агроценозі. Мета дослідження – дослідити рівень розвитку і поширеності хвороб соняшнику в період вегетації, їх залежність від агрокліматичних показників. Протягом 2020–2021 рр. досліджувався фітопатологічний стан двох гібридів соняшнику НК Алегро (середньоранній) та Опера ПР (середньостиглий), що вирощувалися в умовах Миргородського району Полтавської області. Обстеження посівів проводилися в певні періоди вегетації культури відразу на декілька хвороб. Визначено, що на гібридах соняшнику Опера ПР та НК Алегро спостерігався прояв білої та сірої гнилі, починаючи з фази 3–4 пар справжніх листків до утворення кошиків. Поширеність хвороб у 2020 р. не перевищувала 2,0–2,5 % за максимального розвитку 0,8 %. В 2021 р. фітосанітарний стан погіршився і поширеність гнилей у фазі утворення кошика становила 2,9 % за розвитку 1,5 %. Обстеження посівів соняшнику дозволили встановити в 2020 р. незначний розвиток несправжньої борошнистої роси, максимальна поширеність у фазі 4–6 пар листків – 0,8–1,3 %, тоді як в 2021 р. хвороба досягла максимального рівня у фазі формування кошика – 3,0–3,5 %, що пов'язано з агрокліматичними умовами вегетаційного періоду. Чорна плямистість (фомоз) визначалася в роки досліджень, її поширеність не перевищувала 7,6 % в 2020 р., а в 2021 р. – збільшилася майже в 5 разів (32,5–34,0 %). Також була виявлена суха гниль кошиків на рівні 6,5–9,5 % в 2020 р., а в 2021 р. – збільшилась до 8,5–11,0 %. Проведені дослідження дозволили встановити наявність в посівах вовчка соняшникового, ступінь заселення рослин яким становив 1,8–2,4 % (2020 р.) та 3,2–4,5 % (2021 р.), а ступінь ураження – 1 бал, що відповідає низькому рівню зараження.

Ключові слова: *соняшник, вегетація, моніторинг хвороб, фомоз, біла і сира гниль, пероноспороз, суха гниль кошиків, вовчок соняшниковий.*

Вступ

Соняшник є головною олійною культурою в Україні. Наразі за посівними площами наша країна займає третє місце в світі, а за валовим виробництвом насіння – четверте. Однак, суттєве порушення сівозмін на фоні зміни клімату призвело до значного погіршення фітосанітарної ситуації і масового розвитку деструктивних процесів у соняшниковому агроценозі [1–3]. В умовах України на рослинах соняшнику зафіксовано близько 70 видів патогенних організмів різної природи, серед яких домінують збудники білої та сірої гнилей, пероноспорозу, фомозу, альтернаріозу, септоріозу та фузаріозного в'янення, сухої гнилі тощо [4–6]. Внаслідок цього спостерігається пряма залежність між їх поширеністю і біологічними втратами урожаю, які можуть сягати 35–50 % [7–9].

Найбільш поширене і шкідливе захворювання соняшнику – біла гниль. В умовах Лісостепу України зараження соняшнику білою гниллю відбувається на різних етапах органогенезу та може набувати характеру епіфітотії. За даними І. Л. Маркова, недобір врожаю від цього захворювання може становити 30–50 %, а в роки епіфітотій – перевищує 70 % [10]. Залежно від агрокліматичних умов поширеність захворювання соняшнику в Україні варіює від 1 % до 75 % [11–13]. У 2019 і 2020 роках спостерігався депресивний стан розвитку хвороби, її поширеність в середньому у Полтавській області становила 6–16 %, за інтенсивності розвитку – 0,2–1,7 % [14].

Основними причинами такого становища є порушення структури посівних площ в усій країні, що сприяє постійному збільшенню й ефективному відновленню інфекції. Погіршують ситуацію також накопичення на полях післязбиральних решток і засміченість посівів сегетальною рослинністю, які також слугують додатковими резерваторами збудників хвороб [15, 16].

На сьогодні усе більшої ваги набувають чинники інтегрованої системи захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів, яка базується на раціональному поєднанні селекційних, агротехнічних, хімічних, біологічних та організаційно-господарських заходів [17–19].

Таким чином, виникає необхідність обов'язкового введення в інтегрований захист рослин фітосанітарний моніторинг посівів з метою вчасного і раціонального використання елементів захисту пошуку соняшнику від комплексу домінуючих хвороб [20, 21].

Мета дослідження – дослідити рівень розвитку і поширеності хвороб соняшнику в період вегетації, їх залежність від агрокліматичних показників.

Завдання дослідження: провести фітопатогенний моніторинг посівів соняшнику; проаналізувати ступінь поширеності та розвитку хвороб протягом вегетації; виявити зв'язок прояву та розвитку хвороб із кліматичними умовами.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на полях Аграрного приватно-орендного підприємства «Великообухівське», яке знаходиться в с. Велика Обухівка, Миргородського району Полтавської області. Основну частину господарства займають чорноземи типові мало гумусні. Забезпеченість рухомими поживними речовинами складає: азоту – 2,2 мг, фосфору – 9,3 мг, калію – 13,4 мг на 100 г ґрунту. Чорноземні ґрунти господарства характеризуються вмістом гумусу 4,0 %, нейтральною або близько до нейтральної реакцією ґрунтового розчину.

Аналіз фітосанітарного стану соняшникового агроценозу проводився в АПОП «Великообухівське» Миргородського району протягом вегетаційного періоду 2020 та 2021 рр., облік здійснювався відповідно до фаз розвитку культури за загальноприйнятими методиками [21, 22]. Досліджувався фітопатологічний стан двох гібридів соняшнику, що вирощуються в господарстві: НК Алегро (середньоранній) та Опера ПР (середньостиглий).

Оскільки на рослинах одночасно можуть розвиватися декілька збудників і хвороб, тому обстеження посівів проводиться в певні періоди вегетації культури відразу на декілька хвороб. Під час обліку ураженості гібридів оглядали по 50 рослин підряд у 10 місцях по діагоналі [20].

Для досягнення поставленої мети використовувалися польові та лабораторні методи. В польових умовах у посівах соняшнику обліковували хвороби за симптоматичними ознаками. Лабораторними методами (фізичним, мікроскопуванням) досліджували зразки рослин.

Результати досліджень та їх обговорення

В цілому 2020 р. виявився несприятливим для вирощування соняшника. Хоча на початку вегетації кількість опадів (81,2 мм) позитивно вплинула на польову схожість насіння і формування проростків, середня температура повітря при цьому була досить високою 14,8 ^{0}С, що на 0,9 ^{0}С більше ніж середні багаторічні дані. Умови вегетації 2021 р. дещо відрізнялися. Особливо початок вегетації, затяжна холодна весна змусила агровиробників майже на 1,5 тижні відтермінувати сівбу соняшнику. Крім того, в травні опадів випало вдвічі менше ніж в 2020 р. (44,5 мм). В червні ситуація докорінно змінилася, в 2020 р. почалася посуха, як повітряна, так і ґрунтова, що призвело до депресивного стану білої та сірої гнилі. Червневі опади і підвищення ГТК до 1,4 сприяли прояву стеблової форми білої і сірої гнилей (табл. 1).

1. Моніторинг білої та сірої гнилей на посівах соняшника

Назва гібриду	Рік	Розвиток хвороби, %				Поширеність хвороби, %
		сходи	3–4 пари справжніх листків	4–6 пар справжніх листків	утворення кошиків	
		Біла гниль				
Опера ПР	2020	0	0,2	0,5	0,3	2,0
	2021	0	0,6	0,6	0,8	2,8
НК Алегро	2020	0	0,1	0,2	0,1	1,9
	2021	0	1,0	1,2	1,5	2,9
		Сіра гниль				
Опера ПР	2020	0	0,2	0,5	0,1	2,1
	2021	0	0,4	0,9	0,2	2,5
НК Алегро	2020	0	0,2	0,2	0,1	2,5
	2021	0	0,3	0,7	0,3	2,4

У фазі сходи досліджувані хвороби не реєструвалися, ми пов'язуємо даний факт з дією протруйника Максим XL, який ефективно стримував прояв сірої та білої гнилі навіть за сприятливих для їх розвитку умов років дослідження.

Перепади вологості протягом вегетації негативно вплинули на розвиток сірої та білої гнилі. Поширеність захворювань у фазі утворення кошика в 2020 р. практично не відрізнялася за гібридами, для Опера ПР даний показник для білої гнилі становив 2,0 %, а для НК Алегро – 1,9 %, дещо вище показники щодо поширення сірої гнилі – 2,1 % і 2,5 % відповідно до гібридів. За рахунок дощів, що випали в червні (100,4 мм) 2021 р., поширеність гнилей збільшилась в середньому до 2,7 % та 2,5 % відповідно.

Протягом вегетації років дослідження реєструвався пероноспороз (несправжня борошниста роса), яка в агроценозах соняшнику АПОП «Великообухівське» проявилася на добре розвинутих рослинах на верхньому боці листка у вигляді достатньо крупних, кутастих, розпливчастих хлоротичних плям, а на нижньому боці – білого нальоту конідіального спороношення.

Ми вважаємо, що на поширення і розвиток захворювання негативно вплинули агрокліматичні умови вегетаційного періоду 2020 року. Зважаючи на те, що збудник пероноспорозу відноситься до класу *Oomycetes*, ураження ним можливо лише за наявності краплинної вологи. Таких періодів протягом розвитку рослин в 2021 р. було небагато (2 і 3 декади травня), більша частина вегетаційного періоду характеризувалася нестачею вологи і високими температурами, що призвело до пригнічення розвитку пероноспорозу.

Вегетаційний період 2021 р., як відзначалося вище, навпаки був досить прохолодним і вологим. Особливо травень і червень, що сприяло підсиленню розвитку несправжньої борошнистої роси. Крім сприятливих погодних умов необхідно звернуту увагу і наявний запас інфекції у посівах соняшнику, рослинних рештках, насінні, а також короткий інкубаційний період розвитку хвороби (рис. 1–2).

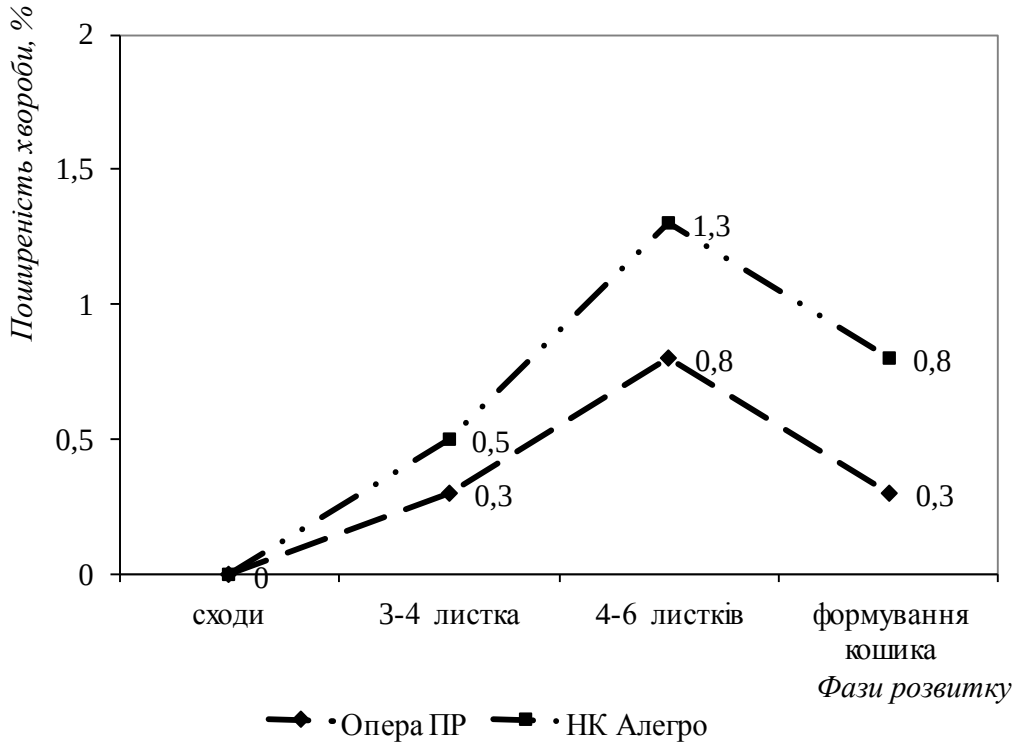


Рис. 1. Поширеність несправжньої борошнистої роси в різні фази онтогенезу соняшнику (2020 р. вегетації)

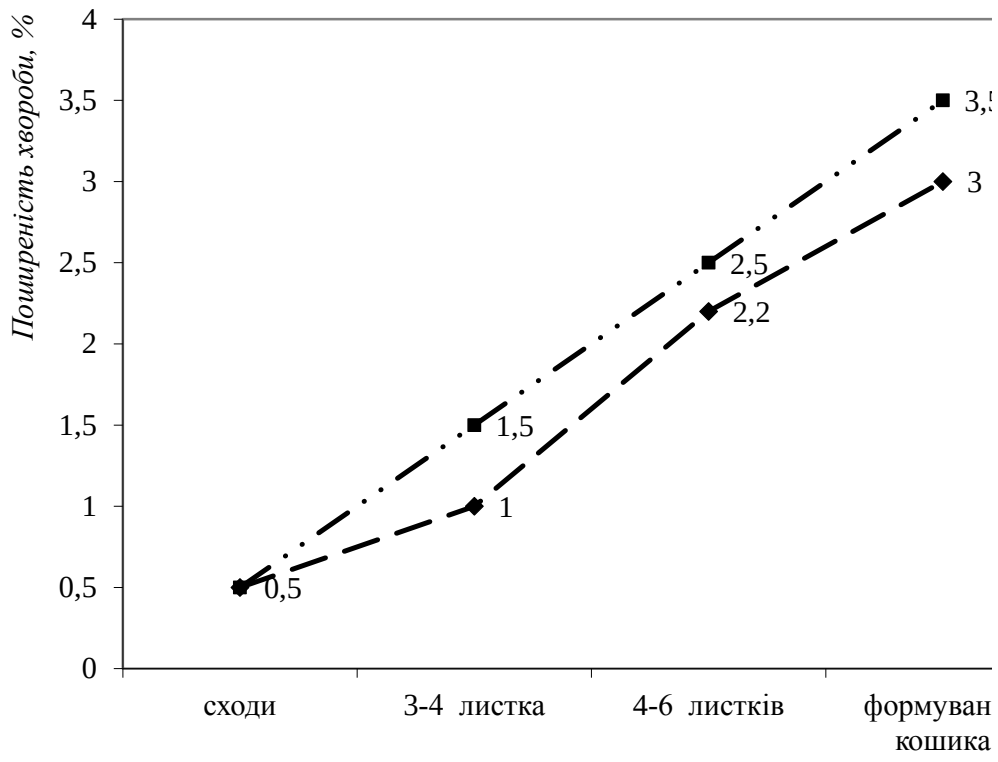


Рис. 2. Поширеність несправжньої борошнистої роси в різні фази онтогенезу соняшнику (2021 р. вегетації)

Отже, поширеність захворювання в 2020 р. була досить низькою і не перевищувала 0,5 % на гібриді Опера ПР і 0,8 % на гібриді НК Алегро. Розвиток хвороби розрізнявся за фазами онтогенезу культури і був в межах 0,3–0,8 % (рис. 1). Тоді як, в 2021 р. спостерігалось поступове наростання інфекції з 0,5 % на обох гібридах у фазі сходи до 2,2 % на гібриді соняшника Опера ПР та 2,5 % – НК Алегро (табл. 2).

Варто відмітити, що у фазі формування кошика в 2020 р. спостерігався депресивний стан хвороби і її розвиток зменшився до 0,3 % на гібриді Опера ПР і 0,8 % на – НК Алегро, а в 2021 р. навпаки достатній рівень вологості повітря (вище 75 %) та помірні температури позитивно вплинули на розвиток хвороби, хоча він і був досить слабким коливався в межах від 3,0 % до 3,5 % залежно від гібриду.

Під час обліку хвороб у фазі 3–4 пари листків ідентифіковані ознаки прояву фомозу. На листках нижнього ярусу з'явилися темно-бурі плями, місцями вони переходили на черешки листків і стебло. Уражене зів'яле листя з часом засихало, але не опадало і залишалося висіти на стеблі. На кошиках фомоз проявився у вигляді бурих розпливчастих плям (до 1,5 см в діаметрі).

В період вегетації враховували кількість уражених рослин без визначення ступеня ураження, тобто основним показником – є поширення фомозу (рис. 3). Активне поширення і розвиток хвороби пов'язаний з високою вологістю повітря необхідною для виходу пікноспор із пікнід. Ще одним фактором, що сприяв розвитку хвороби є температура повітря, яка в цей період була вище 20 ^{0}С. Ми спостерігали наростання поширення фомозу в агроценозах соняшнику, хоча в цілому даний показник в 2020 р. на гібридах не перевищував 8 %.

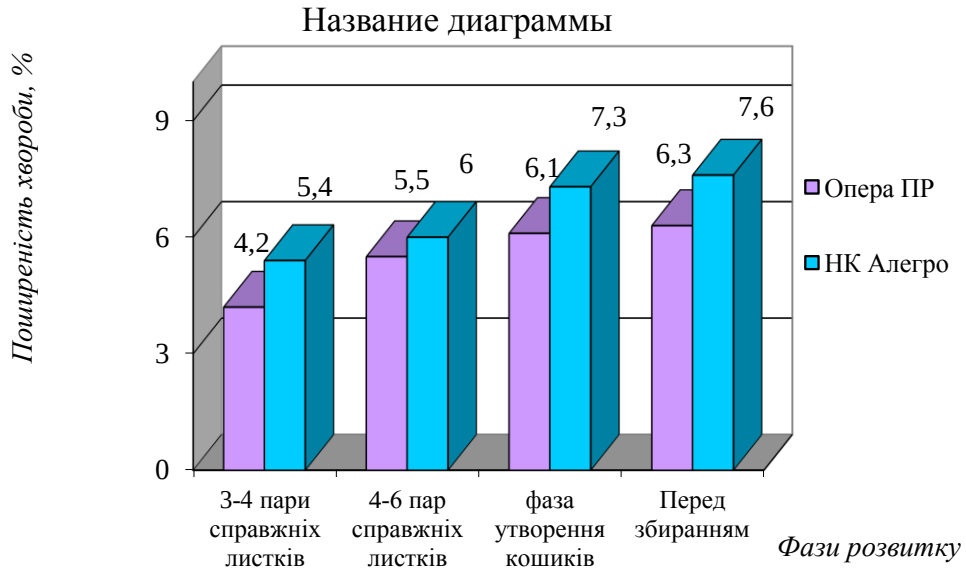


Рис. 3. Поширеність фомозу на рослинах соняшнику досліджуваних гібридів протягом вегетації 2020 р.

Хоча тенденція розвитку фомозу в 2021 р. збереглася, варто відмітити, що поширеність хвороби збільшилась майже в чотири рази і у фазі «утворення кошиків» спостерігався її пік 32,5 % у гібриду НК Алегро і 34,0 % у Опера ПР (рис. 4). В цілому за гібридами практично не відчувається різниці за чутливістю до захворювання. Рівень розвитку фомозу незначний, що дає право оцінити Гібриди Опера Пр і НК Алегро, як стійкі до хвороби.

Досить часто в 2021 р. одночасно із фомозом на листках соняшнику визначався септоріоз. За зовнішніми ознаками його досить часто плутають із фомозом, але в лабораторних умовах при мікроскопуванні пікноспори збудників легко визначаються за характерними ознаками.

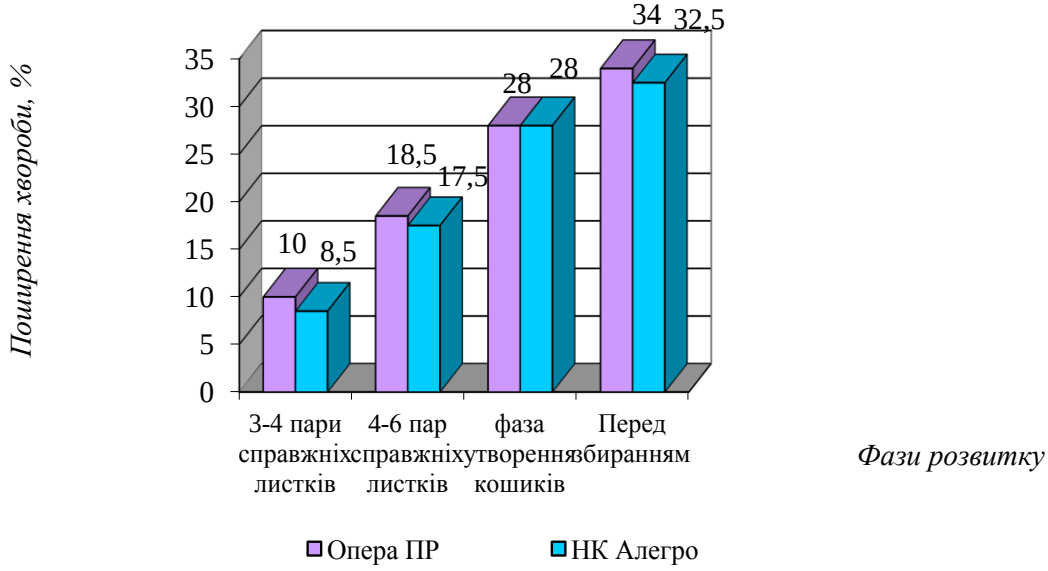


Рис. 4. Поширення фомозу на рослинах соняшнику досліджуваних гібридів протягом вегетації 2021 р.

Перед збиранням на рослинах соняшнику в роки досліджень реєструвалася суха гниль кошиків (ризопус). Слід зазначити, що для розвитку хвороби в 2020 і 2021 рр. склалися ідеальні умови. Особливо шкодочинна вона у роки з сухим та спекотним літом. Уражений кошик швидко висихає та твердіє, внутрішня його частина вкривається сірувато-брудним повстяним нальотом міцелію та плодоношенням гриба що відрізняє цю хворобу від білої гнилі. Недозрілі сім'янки залишаються пустими, а у сформованому насінні ядро стає темним і гірким на смак. Стійких до ураження ризопусом сортів і гібридів соняшнику немає. Його поширення в 2020 році в АПОП «Великообухівське» становило 9,5 % (рис. 5).

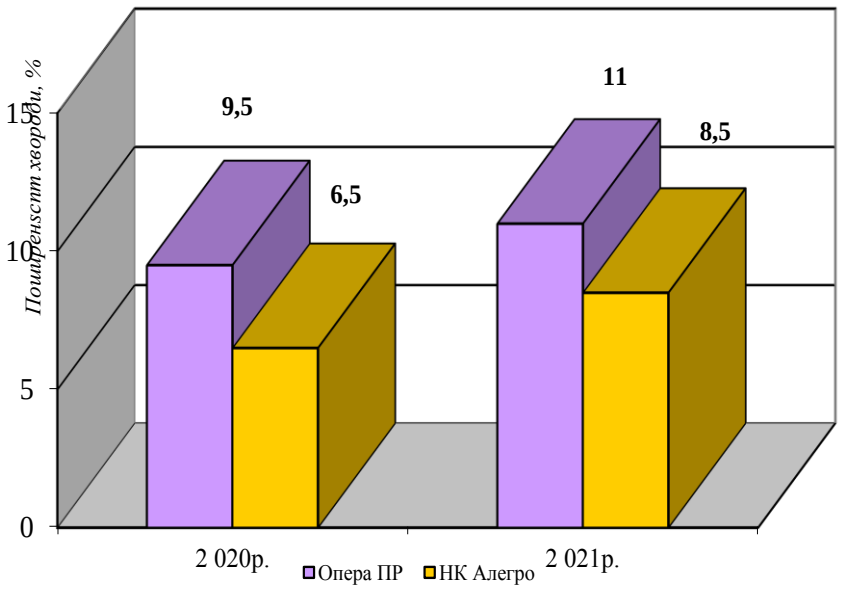


Рис. 5. Поширеність ризопусу на рослинах соняшнику досліджуваних гібридів в період достигання

В серпні 2021 р. сума опадів зареєстрована на рівні майже вдвічі нижче ніж середньобагаторічний показник (58,0 мм), що пригнічувало розвиток ризопуса, але в цілому поширеність хвороби була дещо вищою ніж у попередньому році на 2,5 % по гібриду Опера ПР та 2,0 % – НК Алегро.

Через 7 днів після цвітіння ми проводили обліки вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Walr.), результати обліку якого представлені в таблиці 2. Ступінь ураження вовчком соняшниковим 1 бал (квітконосних пагонів до 10 шт.), процент заселених рослин не високий 2,4 % у гібриду Опера ПР в 2020 р. на 0,6 % менше у гібриду НК Алегро. В 2021 р. спостерігається збільшення даного показника до 4,5 % у гібриду НК Алегро, що на 2,7 % більше ніж в попередньому році і 3,2 % у гібриду Опера ПР.

2. Поширення вовчку соняшникового в посівах соняшнику

Назва гібриду	Процент заселених рослин, %	Кількість квітконосних пагонів, шт./м^2	Ступінь ураження, бал
2020 р.			
Опера ПР	2,4	1,8	1
НК Алегро	1,8	1,1	1
2021 р.			
Опера ПР	3,2	2,7	1
НК Алегро	4,5	3,3	1

Кількість квітконосних пагонів в межах 1,8–1,1 шт./м^2 (в 2020 р.) і 2,7–3,3 шт./м^2 (в 2021 р.), що відповідає низькому рівню зараження. Слід зазначити, що рослини, паразитовані вовчком не відрізнялися за габітусом від здорових. В характеристиці гібридів відмічена їх толерантність до квіткового паразита.

Висновки

Моніторинг хвороб соняшника дозволив виявити: видовий склад збудників; домінуючі види; поширеність і ступінь розвитку хвороб. Отже, під час фітосанітарного моніторингу гібридів соняшнику Опера ПР та НК Алегро були виявлені хвороби: біла і сіра гниль, пероноспороз, фомоз та ризопус, поширення та розвиток яких не перевищували економічний поріг шкодочинності. Визначено, що на гібридах соняшнику Опера ПР та НК Алегро спостерігався прояв білої та сірої гнилі, починаючи з фази 3–4 пар справжніх листків до утворення кошиків. Обстеження посівів соняшнику дозволили встановити в 2020 р. незначний розвиток несправжньої борошнистої роси, максимальна поширеність у фазі 4–6 пар листків – 0,8–1,3 %, тоді як в 2021 р. хвороба досягла максимального рівня у фазі формування кошика – 3,0–3,5 %, що пов'язано з агрокліматичними умовами вегетаційного періоду. Чорна плямистість (фомоз) визначалася в роки досліджень, її поширеність не перевищувала 7,6 % в 2020 р., а в 2021 р. – збільшилася майже в 5 разів (32,5–34,0 %). Також була виявлена суха гниль кошиків на рівні 6,5–9,5 % в 2020 р., а в 2021 р. – збільшилась до 8,5–11,0 %. Проведені дослідження дозволили встановити наявність в посівах вовчка соняшникового, ступінь заселення рослин яким становив 1,8–2,4 % (2020 р.) та 3,2–4,5 % (2021 р.), а ступінь ураження – 1 бал, що відповідає низькому рівню зараження.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці моніторингу з метою оцінки фітосанітарного стану полів та прийняття рішень щодо вжиття заходів захисту культури від шкідливих організмів.

References

1. Kuzmych, V. (2010). Vovchok – soniashnykovyi parazyt. *Propozytsiia*, 1, 76–77. [In Ukrainian].
2. Herasymenko, T. P., & Bannikova, K. V. (2015*). Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2015 r*. Kyiv [In Ukrainian].
3. Dermenko, O. (2013). Diahnostyka khvorob soniashnyku. *Propozytsiia*, 6, 80–85. [In Ukrainian].
4. Azarkov, O. M., & Lebedynskyi, S. M. (2013). Novyi protruinyk Faer – nadiinyi start vashoho maibutnoho vrozhaiu soniashnyku. *Ahronom*, 4, 90–92. [In Ukrainian].
5. Herasymenko, T. (2011). Soniashnyk. Fitosanitarnyi stan. *Agroexpert*, 5, 36–39. [In Ukrainian].
6. Chelombitko, A. F., & Sydorchuk, O. V. (Eds.). (2021). *Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2021 r.*: naukovo-vyrobnyche vydannia. Kyiv [In Ukrainian].
7. Gulya, T., Harveson, R., Mathew, F., Block, C., Thompson, S., Kandel, H., Berglund, D., Sandbakken, J., Kleingartner, L., & Markell, S. (2019). Comprehensive disease survey of U.S. sunflower: disease trends, research priorities and unanticipated impacts. *Plant Disease*, 103 (4), 601–618. doi: 10.1094/PDIS-06-18-0980-FE
8. Dovhan, S. (2009). Vovchok soniashnykovyi. *Propozytsiia*, 6, 86–88. [In Ukrainian].
9. Markell, S. G., Harveson, R. M., Block, C. C., Thomas J., & Gulya, T. J. (2015). Sunflower Diseases. In E. Martínez-Force, N. T. Dunford, J. J. Salas (Eds). *Sunflower. Chemistry, Production, Processing, and Utilization* (pp. 93–128). Elsevier Inc. doi: 10.1016/C2015-0-00069-7
10. Markov, I. L. (2008). Khvoroby soniashnyku. *Ahronom*, 1, 94–108. [In Ukrainian].
11. Husarova, A. (2021). Systemy zakhystu soniashnyku v novykh klimatychnykh umovakh. Retrieved from: https://superagronom.com/articles/506-sistemi-zahistu-sonyashniku-v-novih-klimatichnih-umovah [In Ukrainian].
12. Yeremenko, O. A. (2018). Ahrobiolohichni osnovy formuvannia produktyvnosti oliinykh kultur (Helianthus annuus L., Carthamus tinctorius L., Linum usitatissimum L.) v Pivdennomu Stepu Ukrainy. *Doctor`s thesis*. Tavriiskyi derzhavnyi ahrotekhnolohichnyi universytet, Kyiv – Melitopol [In Ukrainian].
13. Singh, V. (2019). Sunflower leaf diseases detection using image segmentation based on particle swarm optimization. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 3, 62–68. doi: 10.1016/j.aiia.2019.09.002
14. Demenko, V. M., Golinach, O. L., & Vlasenko, V. A. (2019). The phytosanitary status of sunflower crops of north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 4 (38), 3–7. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.1
15. Demenko, V. M., Vlasenko, V. A., Jemec, O. M., Govorun, O. L., & Hilko, N. V. (2015). Dynamika chysel'nosti shkidnykiv sonjashnyku v umovah pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukrai'ny. *Visnyk Sums'kogo NAU. The series: Agronomija i Biologija*, 9 (30), 94–97. [In Ukrainian].

16. Kohan, A. V., Len, O. I., & Cyljuryk, O. I. (2016). Naslidky nasychennja sivozmin sonjashnykom. *Naukovo-Tehnichnyj Bjuleten Instytutu Olijnyh Kultur NAAN*, 23, 131–136. [In Ukrainian].

17. Pokozii, Y. T., Pysarenko, V. M., Dovhan, S. V., Dolia, M. M., Pysarenko, P. V., Mamchur, R. M., Bondarieva, L. M., & Pasichnyk, L. P. (2010).In: Y. T. Pokoziia (Red.). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur*: pidruchnyk. Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].

18. 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].

19. Trybel, S. O., & Stryhun, O. O. (2013). Soniashnyk: fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv ta zakhody shchodo yoho pokrashchennia. *Ahronom*, 3, 114–124. [In Ukrainian].

20. Fokin, A. V. (2010). Systema zahystu sonjashnyku vid shkidnykiv. *Propozycija*, 3, 82–88. [In Ukrainian].

21. Pysarenko, V. M., & Pysarenko, P. V. (2007). *Zakhyst roslyn: fitosanitarnyi monitorynh, metody zakhystu roslyn, intehrovanyi zakhyst roslyn*. Poltava [In Ukrainian].

22. Gorbunov, A. F., Tatarynova, V. I., Demenko, V. M., & Sarbash, V. M. (2009). *Metodychni vkazivky po vyjavlennju ta obliku shkidnykiv ta hvorob sonjashnyku dlja studentiv special'nosti «Zahyst roslyn»*. Sumy, SNAU [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 08.11.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Поспєлов С. В., Поспєлова Г. Д., Нечипоренко Н. І., Міщенко О. В., Черняк О. О., Скляр С. С., Іванічко О. В. Аналіз фітопатогенного стану посівів соняшнику в період вегетації за різних агрокліматичних умов. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 133–141.

© Поспєлов Сергій Вікторович, Поспєлова Ганна Дмитрівна, Нечипоренко Наталія Іванівна, Міщенко Олег Владиславович, Черняк Олександр Олександрович, Скляр Станіслав Сергійович, Іванічко Олександр Васильович, 2021

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Agriculture. Ecology

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

original article | UDC 502.174.631.11.[620.925..58/59] (477.53) | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.18**

POTENTIAL OF AGRICULTURAL WASTE BIOMASS FOR BIOENERGY PRODUCTION IN POLTAVA REGION

A. O. Taranenko*
Yu. A. Ts'ova
M. S. Sereda
L. Yu. Kuzenko
M. A. Solodovnik

ORCID 0000-0002-1305-939X
ORCID 0000-0002-2796-3830
ORCID 0000-0002-2460-5966

Poltava State Agrarian University, Skovorody Str. 1/3, Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: anna.taranenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Taranenko, A. O., Ts'ova, Yu. A., Sereda, M. S., Kuzenko, L. Yu., & Solodovnik, M. A. (2021). Potential of agricultural waste biomass for bioenergy production in Poltava region. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 142–153. doi: 10.31210/visnyk2021.04.18

Favorable climatic conditions, soil type and water resources have a positive impact on the development and location of agriculture in Ukraine. The structure of the agricultural sector in Ukraine consists of crop and livestock industries that are a powerful source of various types biomass for energy production. At the same time, the assessment of the bioenergy potential of agricultural biomass is relevant in the context of reforming the administrative-territorial distribution in Poltava region. In addition, it is the basis for the calculation and analysis of types, localization and required processing capacity of biomass. Assessment of the bioenergy potential of agricultural biomass provides an opportunity to economical assessment the chain that agricultural producers can potentially occupy in the energy market of Poltava region. Research in the field of renewable energy is actual on international level, especially in the context of the word's energy crisis. The conducted researches of bioenergy potential of agricultural biomass of Poltava region can become an economic basis for formation regional bioenergy sector at local level. The bioenergy potential of Poltava region was estimated by three indicators: bioenergy potential (MW/year), biogas productivity (million m^3 /year), replacement of fossil fuels (thousand tons conditional fuel/year). Assessment of the bioenergy potential of crop production was performed by the following types of crops: cereal and legumes, sunflowers, vegetables. Assessment of the bioenergy potential of livestock was performed by the following types of waste: cattle, pigs and poultry. Thus, the total energy potential in Poltava region was about 8.28 thousand MW / year. The energy potential of crop waste was estimated at the level 7.56 thousand MW / year. The energy potential of livestock waste was 0.72 thousand MW/year. The total replacement of fossil fuels in Poltava region was 3.31 thousand tons conditional fuel/year. Index of replacement of fossil fuels by crop wastes was higher (3208 tons conditional fuel/year) than replacement of fossil fuels by livestock wastes (89 tons conditional fuel/year).

Key words: *bioenergy potential, agricultural waste, biomass, alternative energy.*

ПОТЕНЦІАЛ БІОМАСИ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГЕТИКИ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

А. О. Тараненко, Ю. А. Цьова, М. С. Середа, Л. Ю. Кузенко, М. А. Солодовник
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Сприятливі кліматичні умови, тип ґрунтів та водні ресурси мають позитивний вплив на розвиток і розміщення сільського господарства в Україні. Структура сектору сільського господарства в Україні

складається із рослинницької та тваринницької галузей що є потужним джерелом різних видів відходів та представляють собою біомасу, придатну для виробництва енергії. Разом з тим актуальним залишається оцінка біоенергетичного потенціалу сільськогосподарської біомаси Полтавської області у контексті реформування адміністративно-територіального розподілу. Крім того, це є підґрунтям для розрахунку та аналізу видів, локалізації та необхідних потужностей переробки біомаси. Оцінка біоенергетичного потенціалу сільськогосподарської біомаси дає можливість економічної оцінки ніші, яку сільськогосподарські виробники області можуть потенційно зайняти на ринку енергоресурсів. Дослідження у галузі відновлюваних джерел енергії мають світовий рівень, особливо в умовах енергетичної кризи. Проведені дослідження біоенергетичного потенціалу біомаси виконані в масштабі області, детальна оцінка потенціалу Полтавського регіону може стати економічним підґрунтям для формування регіонального сектору біоенергетики на локальному рівні. Біоенергетичний потенціал Полтавської області оцінювався за трьома показниками: біоенергетичний потенціал (МВт/рік), вихід біогазу (млн.м3/рік), заміщення органічного палива (тис. т. ум. п./рік). Оцінку біоенергетичного потенціалу рослинництва проводили за наступними видами культур: зернобобові, соняшник, овочеві культури. Оцінку біоенергетичного потенціалу тваринництва проводили за наступними видами відходів: ВРХ, свиней та птиці. Отже, загальний показник енергетичного потенціалу в Полтавській області склав близько 8,28 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів рослинництва був розрахований в межах 7,56 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів тваринництва склав 0,72 тис. МВт/рік. Загальний показник заміщення органічного палива у Полтавській області становив 3,31 тис. тон. у.п./рік. Заміщення органічного палива відходами рослинництва було більше (3208 тон. у.п./рік), ніж заміщення органічного палива відходами тваринництва (89 тон. у.п./рік).

Ключові слова: *біоенергетичний потенціал, відходи сільського господарства, біомаса, альтернативна енергія.*

Вступ

Біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору поновлюваних джерел енергії, з огляду на високу залежність від природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. Розвиток біоенергетики у світі на пряму пов'язаний із глобальними екологічними проблемами, зокрема зі зміною клімату. Для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року Європейський Союз прогнозує збільшити мінімальну частку біоенергетики від всієї енергії до 25 %. Що дасть змогу зменшити кількість емісій у навколишнє середовище на 55 % [14] (рис. 1).

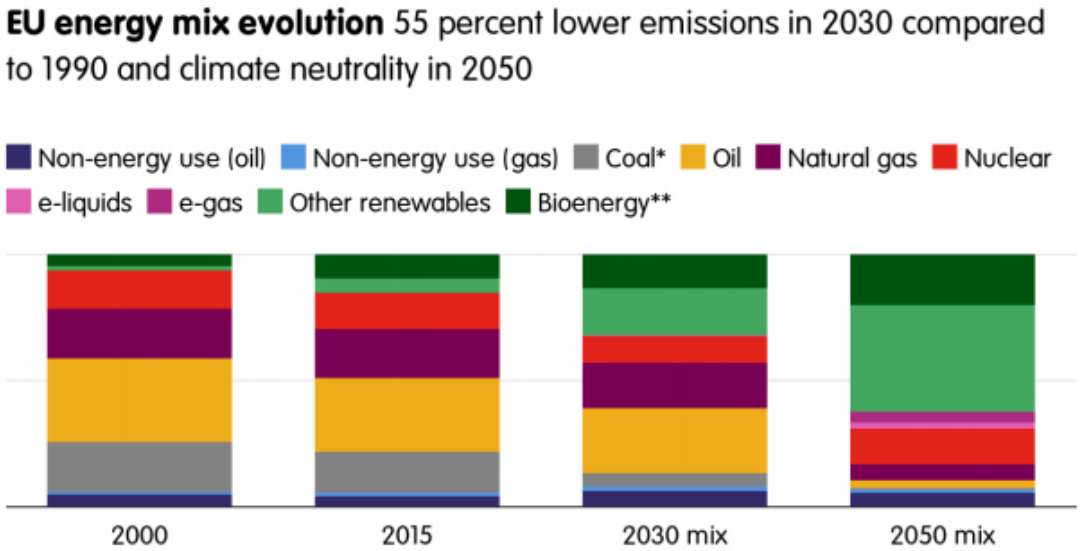


Рис. 1. Кількість емісій у навколишнє середовище від джерел виробництва енергії, 2000-2050 рр.
Джерело: [14].

У контексті боротьби зі змінами клімату розвиток біоенергетики дозволяє не тільки зменшити кількість емісій у навколишнє середовище, але й утримати підвищення глобальної температури у межах 2 °С.

Станом на 2018 рік у світі відновлювана енергетика складає 14 % від загального виробництва енергії (рис. 2). Найбільше енергії виробляється використовуючи нафтопродукти (31 %), природне вугілля (27 %), природний газ (23 %) [14].

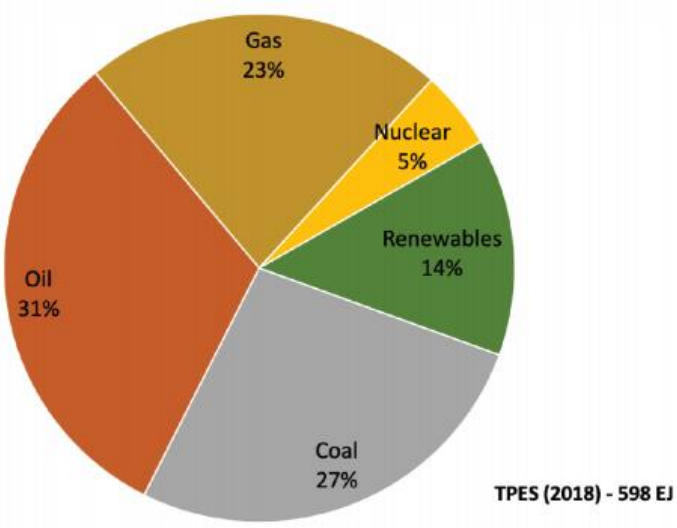


Рис. 2. Загальне виробництво енергії у світі , 2018 рр.
Джерело:[14].

На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні до сих пір істотно відстають від європейських. На сьогоднішній день частка біомаси в загальному постачанні первинної енергії в країні становить лише 1,2 % [1], а у валовому кінцевому енергоспоживанні (за оцінкою авторів) – 1,78 %. Але Україна має значний потенціал та економічні передумови для виробництва відновлюваної енергії.

Серед основних джерел біоенергетики головне місце займає біомаса. Світова динаміка (2000–2018 рр.) використання відновлюваних джерел свідчить про збільшення частки використання біомаси для виробництва енергії [20]. Так, з 2000 року відсоток використання біомаси збільшився на 13,1 % (рис. 3).

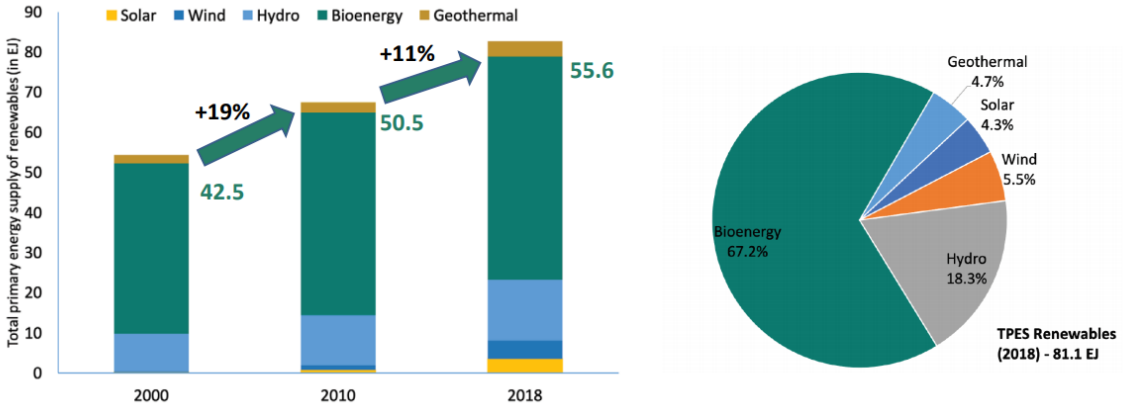


Рис.3. Розвиток біоенергетики у світі.
Джерело:[14].

Світовий сектор біоенергетики настільки різноманітний, що досі немає єдиної повноцінної класифікації щодо ресурсів, продуктів, технологій, життєвих циклів, тощо біомаси. Відповідно світової класифікації твердої біомаси *WBA* до основних джерел відносять деревину, енергетичні культури, сільськогосподарську біомасу та відходи [19].

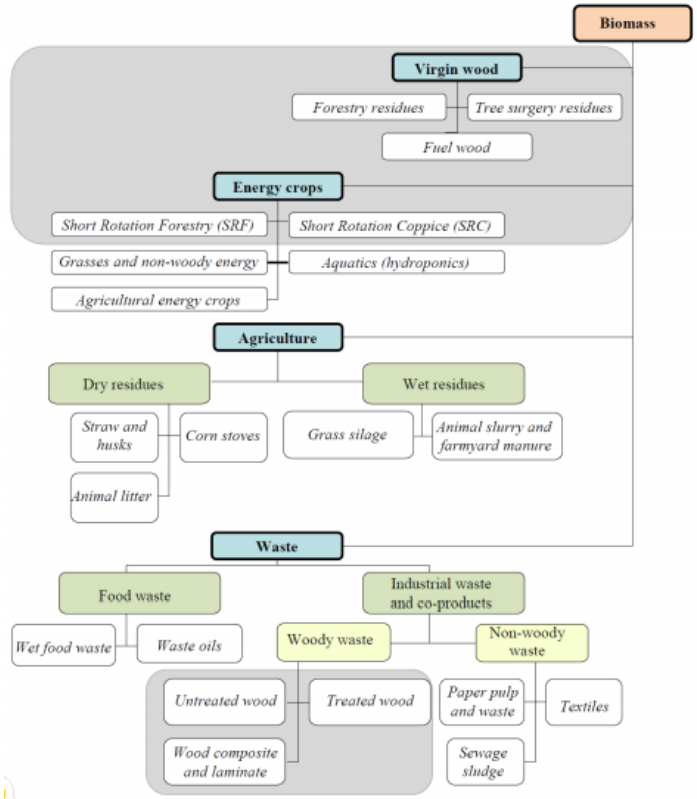


Рис. 4. Класифікація твердої біомаси WBA
Джерело: [15].

Як свідчить статистичний звіт Європейського агенства Bioenergy Europe [2] основним джерелом біомаси є сільськогосподарська біомаса, що до 2050 року складатиме 444 Мт (рис. 5).

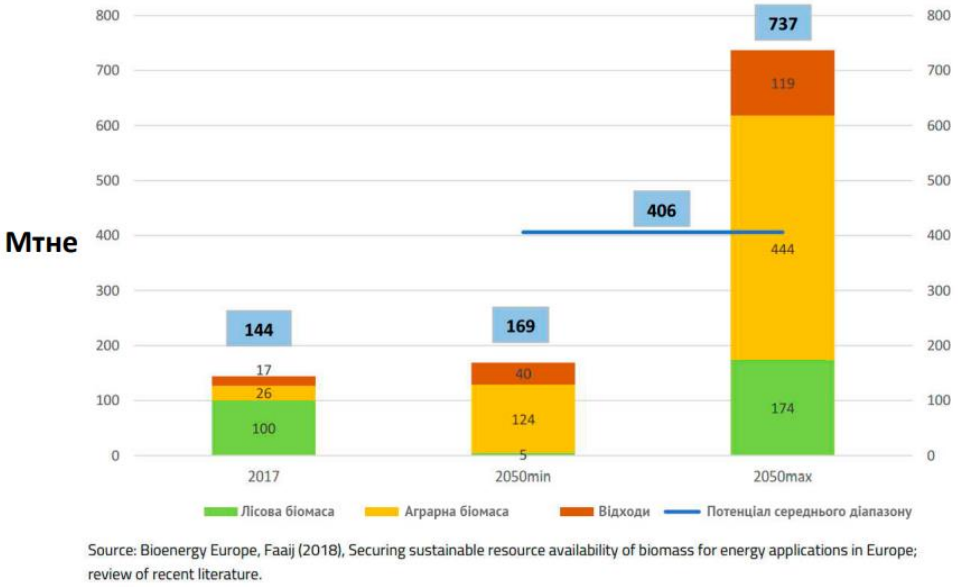


Рис. 5.Статистична інформація по видам біомаси та прогноз до 2050 р.
Джерело: [16].

Основні складові потенціалу України у виробництві біоенергетики є первинні відходи сільського господарства (солома, кукурудза для виробництва кукурудзи та соняшник), промислове вирощування енергетичних культур, та переробка твердих побутових відходів [7, 8, 12].

Відповідно інформації Агентства з енергоефективності та енергозбереження України (2018), технічно досяжний біоенергетичний потенціал України становить 31 мільйони тон щорічно. Залежно від

урожайності сільськогосподарських культур цей потенціал коливається в межах 27–37 мільйонів тон паливного еквівалента на рік, що становить 13–18 % від споживання первинного палива в Україні [3].

Сприятливі кліматичні умови, тип ґрунтів та водні ресурси мають позитивний вплив на розвиток і розміщення сільського господарства в Україні. Структура сектору сільського господарства в Україні складається із рослинницької та тваринницької галузей що є потужним джерелом різних видів відходів та представляють собою біомасу, придатну для виробництва енергії. Основними видами біомаси є солома сільськогосподарських культур, відходи вирощування соняшника, кукурудзи та інші [3].

Необхідність використання біопалива у енергетичному виробництві України не передбачено Законом України «Про альтернативні види рідкого та газового палива» від 14 січня 2000 р. №1391-XIV [2]. Тому необхідно досліджувати потенціал сільськогосподарського ресурсу та можливості його використання в якості твердого біопалива [4].

Дослідженням потенціалу біомаси в Україні займалися Г. Г. Гелетуха, С. О. Кудря, О. М. Маслак, Н. М. Міщенко, В. М. Калініченко, І. Г. Кириленко, В. О. Дубровін, Є. І. Сухін, П. С. Вишнівський, В. І. Гавриш, Р. В. Зіновчук, Г. М. Калетник, М. В. Калінчик, О. Г. Шайко, О. М. Шпичак та ін [5].

Разом з тим актуальним залишається оцінка біоенергетичного потенціалу сільськогосподарської біомаси Полтавської області у контексті реформування адміністративно-територіального розподілу. Проведені дослідження біоенергетичного потенціалу біомаси виконані в масштабі області, детальна оцінка потенціалу Полтавського регіону може стати економічним підґрунтям для формування регіонального сектора біоенергетики на локальному рівні. Розрахунок біоенергетичного потенціалу наявної сільськогосподарської біомаси дає підґрунтя для розрахунку та аналізу видів, локалізації та необхідних потужностей для переробки рослинної біомаси. Це дає можливість економічної оцінки ніші, яку сільськогосподарські виробники області можуть потенційно зайняти на ринку енергоресурсів [6].

Крім того, важливою проблемою відходів сільського господарства є місця їх розміщення не вимогам та представляють постійну загрозу для людського здоров’я та навколишнього середовища. Інтенсивні темпи збільшення агровиробництва призводять до збільшення відходів, які забруднюють довкілля [8, 9, 17, 18].

Рослинництво щорічно продукує великий обсяг різних залишків та відходів. На сьогодні близько 39 % загальної посівної площі відведено під зернові культури. Площа посівів кукурудзи у порівнянні з 1990 роком збільшилися у 4 рази, відмічається тенденція росту площі посівів соняшнику. Зернова частина культур у процесі збирання урожаю відокремлюється від стеблової, а солома залишається у полі. Відходи можуть використовуватися повторно у сільському господарстві для різних потреб (підстилка, органічне добриво), а також утилізовуватися (вивіз або спалювання), що не досить корисно для навколишнього середовища та здоров'я людини. Тому доцільніше було б використання відходів сільського господарства з метою отримання енергії. Оцінка потенціалу біомаси та біоенергетики стала світовим дослідженням у галузі відновлюваних джерел енергії, щоб отримати повне уявлення про розвиток біоенергетики, особливо в умовах енергетичної кризи.

Матеріали і методи досліджень

Площа Полтавської області складає 28,75 тис км^2, що дорівнює 4,8 % від площі держави. У своїй більшості Полтавська область розташована на західній частині Лівобережжя Лісостепу України. Північно-західна частина області примикає до річки Дніпро і частково заходить на Правобережжя. Південно-східні райони входять до складу Степної зони. Протяжність території області з півночі на південь складає 220 км, а з північного-заходу на південний схід – 270 км.

Клімат Полтавщини помірно-континентальний з нестійким зволоженням, холодною зимою та жарким, а іноді сухим літом. Континентальність клімату Полтавської області посилюється з заходу на схід (зональність), з півночі на південь підвищуються літні і зимові температури, зменшується кількість опадів і відносна вологість повітря. В залежності від вологозабезпеченості і ґрунтового покриву територія області умовно розділена на чотири ґрунтово-кліматичні зони: перша – західна Лісостепова, друга – східна Лісостепова, третя – південна перехідна і четверта – південно-західна.

Рельєф території являє собою слабохвилясту понижену рівнину. Характерним елементом рельєфу області являється басейн річки Дніпро і його притоки: Сули, Псла, Ворскли, Орелі. Тут проявляються водно-ерозійні процеси. Майже вся територія Полтавщини належить до класу рівнинних східно-

європейських ландшафтів, сюди входять такі типи: лісостепові ландшафти (90 % території області), степові та заплавні низовинні ландшафти.

Загальна площа Полтавської області складає 2875,068 тис. га. З них сільськогосподарські землі складають 2223,198 тис. га (77,3 %), сільськогосподарські угіддя 2165,381 тис. га (75,31 %), з них орні землі становлять 1774,686 тис. га (61,7 %) від усієї території (82 % сільськогосподарських угідь). Орні землі представлені, в основному, родючими чорноземами та їх різновидами [13].

Біоенергетичний потенціал Полтавської області оцінювався за трьома показниками: біоенергетичний потенціал (МВт/рік), вихід біогазу (млн.м^3/рік), заміщення органічного палива (тис. т. ум. п./рік). Основою для розрахунків стала статистична інформація наведена у [11] щодо посівних площ сільськогосподарських культуру кількості поголів'я тварин. Біоенергетичний потенціал Полтавської області оцінювали за відходами від рослинництва та тваринництва. Оцінку біоенергетичного потенціалу рослинництва проводили за наступними видами культур: зернобобові, соняшник, овочеві культури. Оцінку біоенергетичного потенціалу тваринництва проводили за наступними видами відходів: ВРХ, свиней та птиці.

Методика оцінки біоенергетичного потенціалу відходів рослинництва.

1. Визначення біомаси відходів, кг/рік

$$М_{біом}=М*К_{відх}, \text{ де} \quad (1)$$

М – маса вирощуваної культури;

$К_{відх}$ – коефіцієнт відходів.

2. Визначення виходу біогазу, м3/кг

$$V = М_{біом}*К_{вих.\ біог}, \text{ де} \quad (2)$$

$К_{вих.\ біог}$– коефіцієнт виходу біогазу;

3. Визначення кількості теплоти згорання біогазу, ккал/рік

$$Q_{згор} = V*5342 \quad (3)$$

4. Визначення заміщення органічного палива, тон у.п./рік

$$М_{зам.орг.пал.} = Q_{згор}*10^{-9}*0,143 \quad (4)$$

5. Визначення енергетичного потенціалу, МВт/рік

$$E = V*1.8*10^{-6} \quad (5)$$

Методика оцінки біоенергетичного потенціалу відходів тваринництва.

1. Визначення біомаси відходів, кг/рік

$$М_{біом} = N*К_{відх}, \text{ де} \quad (6)$$

N – чисельність поголів'я, тис.голів;

$К_{відх}$ – коефіцієнт відходів.

2. Визначення виходу біогазу, м3/кг

$$V = М_{біом}*К_{вих.\ біог}, \text{ де} \quad (7)$$

$К_{вих.\ біог}$– коефіцієнт виходу біогазу;

3. Визначення кількості теплоти згорання біогазу, ккал/рік

$$Q_{згор} = V*5342 \quad (8)$$

4. Визначення заміщення органічного палива, тон у.п./рік

$$М_{зам.орг.пал.} = Q_{згор}*10^{-9}*0,143 \quad (9)$$

5. Визначення енергетичного потенціалу, МВт/рік

$$E = V*8,11*10^{-3} \quad (10)$$

У дослідженні була проведена оцінка біоенергетичного потенціалу загальної території Полтавської області та районів Полтавської області згідно чинним адміністративно-територіальним устроєм 2019 року. Оскільки у роботі використана статистична інформація за 2019 рік.

Результати досліджень та їх обговорення

Карта залишається найбільш ефективним способом показу будь-яких явищ, характеристик, які постійно змінюються в просторі та часі. Тому інформація щодо біоенергетичного потенціалу на основі статистичних даних 2019 року зображена у вигляді карт.

1. Біоенергетичний потенціал зернобобових культур Полтавської області.

Детальна інформація за показниками біоенергетичного потенціалу зернобобових Полтавської області, виходу, біогазу та заміщення органічного палива зображені на рис. 6.

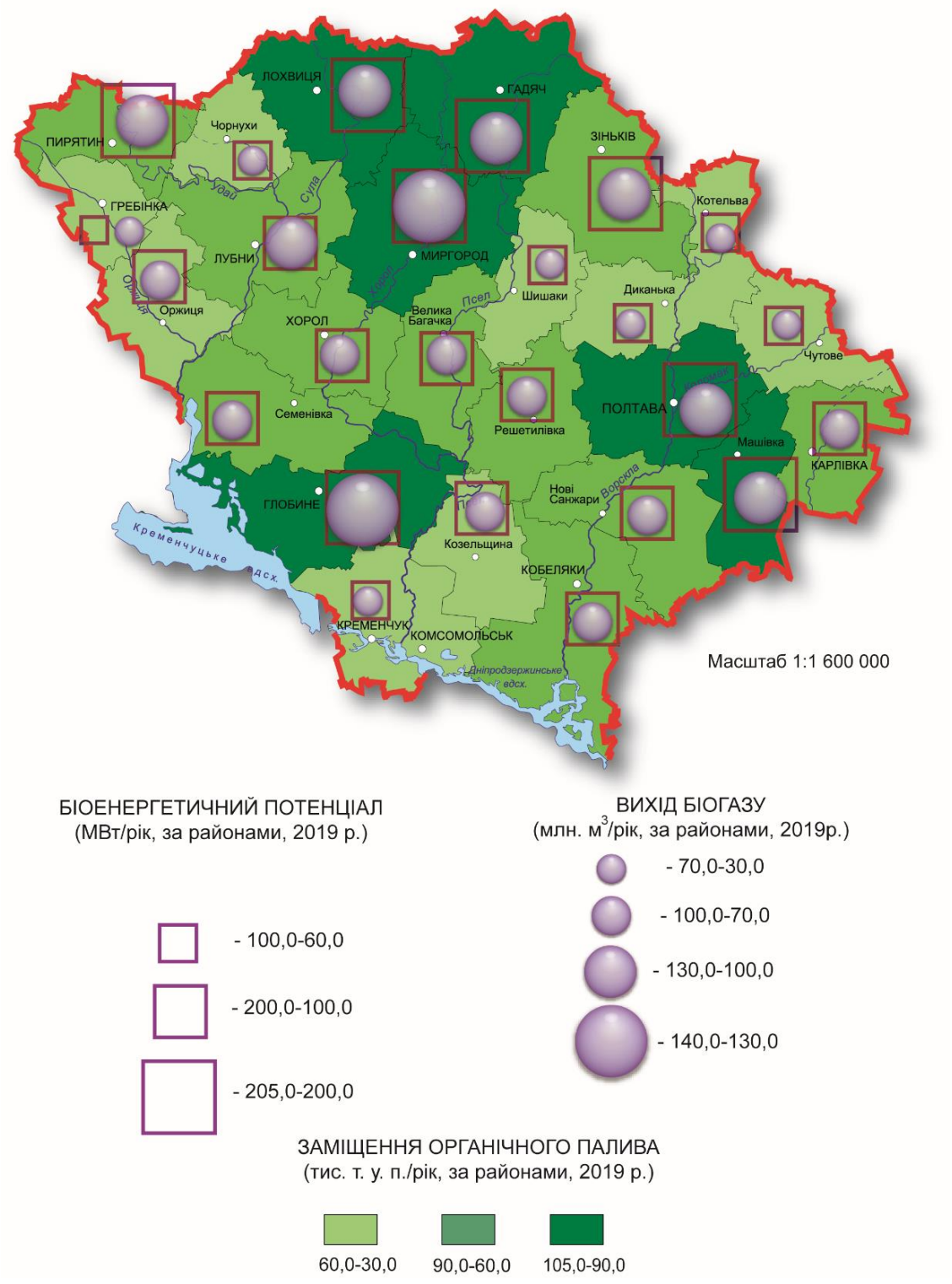


Рис. 6. Біоенергетичний потенціал зернобобових культур Полтавської області

Загальний показник заміщення органічного палива зернобобових культур Полтавської області склав 1708153 тис. тон. у. п./рік. У розрізі районів він коливався від 30 тис. т. у. п./рік (Шишацький район) до 103,65 тис. т. у. п./рік (Глобинський район). Найбільший потенціал (90–103,65 тис. т. у. п./рік) до заміщення органічного палива був розрахований у Глобинському, Полтавському, Гадяцькому, Миргородському та Лохвицькому районах. Середній потенціал (60–90 тис. т. у. п./рік) до заміщення органічного палива відзначався у Зіньківському, Пирятинському, Лубенському, Хорольському, Семенівському, Великобагачанському, Решетилівському, Новосанжарському, Кобеляцькому, Карлівському районах. Найменший потенціал (30–60 тис. т. у. п./рік) до заміщення органічного палива був розрахований для Гребінківському, Оржицькому, Чорнухинському, Козельщинському, Шишацькому, Диканському, Чутівському районах.

Загальний показник виходу біогазу для зернобобових у межах області склав 2236078000 млн.м^3/рік. Високі показники виходу біогазу зернобобових коливались від 135 до 107 млн.м^3/рік та спостерігалися у Глобинському, Миргородському, Гадяцьккому, Лохвицькому, Полтавському, Машівському, Зіньківському, Пирятинському, Лубенському районах. Середній показник (99–72 млн.м^3/рік) розрахували для Миргородського, Семенівського, Кобеляцького, Решетилівського, Хорольського, Карлівського, Великобагачанського, Козельщинського, Оржицького районів. Найнижчі показники варіювали в межах 62–39 млн.м^3/рік для Гребінківського, Диканського та Чутівського.

Показник енергетичного потенціалу зернобобових Полтавської області був у межах 4024,9404 МВт/рік. Найвищі показники 244–204 МВт/рік спостерігали у Глобинському, Миргородському, Гадяцькому, Лохвицькому, Полтавському, Машівському, Зіньківському, Пирятинському районах, середні показники (193–112 МВт/рік) мають Лубенський, Новосанжарівський, Семенівський, Кобеляцький, Решетилівський, Хорольський, Карлівський, Великобагачанський, Козельщинський, Оржицький, Гребінківський райони. Найнижчий енергетичний потенціал за зернобовими культурами (96–72 МВт/рік) у Диканському, Чутівському, Чорнухинському, Котелевському, Кременчуцькому, Шишацькому районах.

2. Біоенергетичний потенціал соняшнику Полтавської області.

Детальна інформація за показниками біоенергетичного потенціалу соняшнику Полтавської області, виходу, біогазу та заміщення органічного палива зображені на рис. 7.

Показник заміщення органічного палива для соняшника у межах області склав 5747628 тис. тон. у п./рік. Даний показник в межах районів коливався від 8 тис. тон. у п./рік. (Гребінківський район) до 40,5 тис. тон. у п./рік. (Глобинський район). Найбільший показник біоенергетичного потенціалу (45–30 тис. тон. у п./рік.) був у Глобинському, Кобеляцькому, Новосанжарському, Зіньківському, Великобагачанському та Машівському районах. Середній потенціал (30–20 тис. тон. у п./рік.) спостерігався у Решетилівському, Оржицькому, Гадяцькому, Семенівському, Чутівському, Чорнухинському, Козельщинському, Лохвицькому, Лубенському, Хорольському районах. Найменше значення біоенергетичного потенціалу (20–10 тис. тон. у п./рік.) розраховано для Миргородського, Полтавського, Карлівського, Кременчуцького, Пирятинського, Диканського, Шишацького, Котелевського, Гребінківського районів.

В межах Полтавської області обсяг виходу біогазу від відходів соняшнику склав 752400000 млн.м^3/рік. Найнижчий показник коливався в межах 10–20 млн.м^3/рік та переважав в таких районах: Гребінківський, Котелевський, Шишацький, Диканський, Пирятинський, Кременчуцький, Карлівський. Помірні показники виходу біогазу (25–45 млн.м^3/рік) мають наступні райони: Полтавський, Миргородський, Чорнухинський, Козельщинський, Хорольський, Чутівський, Семенівський, Лубенський, Лохвицький, Гадяцький, Оржицький, Решетилівський та Великобагачанський. Найвищі показники спостерігалися у Кобеляцькому, Машівському, Зіньківському, Новосанжарському, Глобинському районах та складають 45–60 млн.м^3/рік.

Загальний біоенергетичний потенціал від відходів соняшнику в Полтавській області склав 1354,32 МВт/рік. Високі показники біоенергетичного потенціалу (60–100 МВт/рік) спостерігалися у районах: Глобинський, Новосанжарський, Зіньківський, Машівський, Кобеляцький, Великобагачанський, Решетилівський. Середні значення показника (50–60 МВт/рік) були розраховані для Оржицького, Гадяцького, Лохвицького, Лубенського, Семенівського, Чутівського, Хорольського, Козельщинського, Чорнухинського районів.

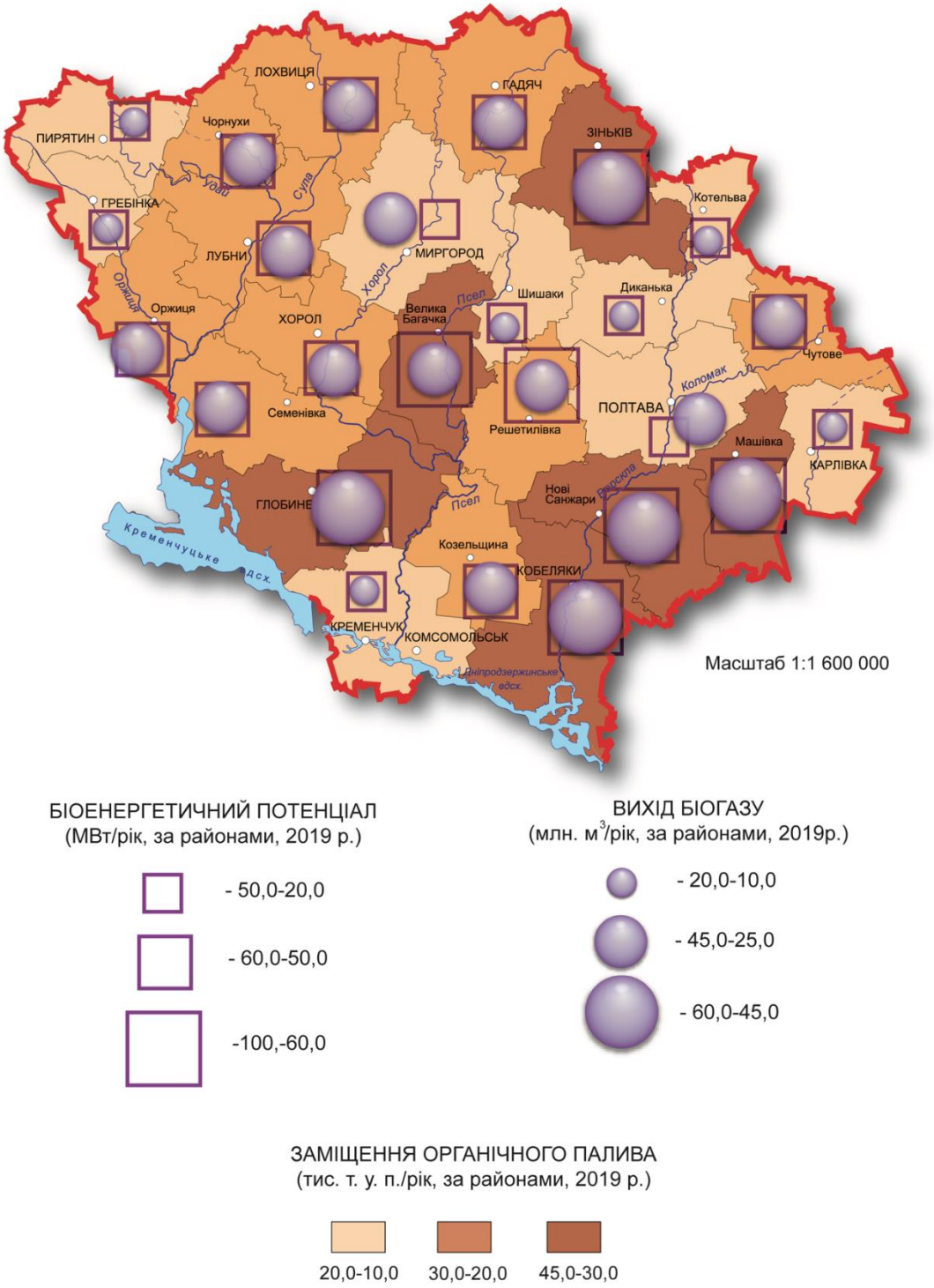


Рис. 7. Біоенергетичний потенціал соняшнику Полтавської області

Найнижчі значення біоенергетичний потенціалу соняшнику (20–50 тис. МВт/рік) визначено для Миргородського, Полтавського, Карлівського, Кременчуцького, Пирятинського, Диканського, Шишацького, Котелевського та Гребінківського районів.

3. Біоенергетичний потенціал овочевих культур Полтавської області.

Показник заміщення органічного палива відходами овочів у межах області склав 925,7 тис. тон. у п./рік. Високі значення показника (58–482 тис. тон. у п./рік) розраховані для Полтавського, Миргородського, Великобагачанського, Семенівського районів. Середні показники заміщення органічного палива (6–15 тис. тон. у п./рік) були у Хорольському, Котелевському, Пирятинському,

Лубенському районах. Найнижчі значення показника (0–6 тис. тон. у п./рік) розраховані для Решетилівського та Кобеляцького районах. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

У межах Полтавської області енергетичний потенціал овочів складав 2181,2 МВт/рік. Високі значення енергетичного потенціалу (137–1134 МВт/рік) розраховані для у Полтавського, Миргородського, Великобагачанського, Семенівського районів. Середні значення показника (16–36 МВт/рік) спостерігалися у Хорольському, Котелевському, Пирятинському, Лубенському районах. Найнижчі показники (6,5–7,8 МВт/рік) були для Решетилівського та Кобеляцького районів. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

Спільний показник виходу біогазу для відходів овочів у межах області склав 12111779250 млн.м^3/рік та коливався в межах від 629970000 млн.м^3/рік. (Полтавський район) до 3652000 млн.м^3/рік (Кобеляцький район). Високі значення об'єму виходу біогазу (629970000–120972250 млн.м^3/рік) були у Полтавському, Миргородському, Великобагачанському та Котелевському районах. Середні значення показника (76235500–10043000 млн.м^3/рік) розраховані для Семенівського, Хорольського, Пирятинського районів. Найнижчі показники виходу біогазу (8673500–3652000 млн.м^3/рік) спостерігалися у Лубенському, Решетилівському, Кобеляцькому районах. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

4. Біоенергетичний потенціал відходів великої рогатої худоби (ВРХ) Полтавської області

Детальна інформація за показниками біоенергетичного потенціалу великої рогатої худоби Полтавської області, виходу, біогазу та заміщення органічного палива зображені на рис. 3.

Спільний показник заміщення органічного палива для ВРХ Полтавської області склав 75,09 тис. тон. у п./рік. У розрізі районів цей показник коливався від 0,8 тис. тон. у п./рік. (Козельщинський район) до 12 тис. тон. у п./рік. (Шишацький район). Високий показник заміщення органічного палива (5–12 тис. тон. у п./рік.) спостерігали у таких районах як: Шишацький, Котелевський, Хорольський, Оржицький та Гадяцький. Середні значення показника (5–2 тис. тон. у п./рік.) були у Миргородському, Зіньківському, Великобагачанському, Глобинському, Лохвицькому, Полтавському, Гребінківському, Лубенському, Карлівському, Диканському районах. Найнижчі показники заміщення органічного палива для ВРХ (0,5–2 тис. тон. у п./рік.) мають Пирятинський, Кобеляцький, Кременчуцький, Решетилівський, Козельщинський райони.

Вихід біогазу ВРХ в межах районів складав 98303625 млн.м^3/рік, в межах районів цей показник коливався від 1149750 млн.м^3/рік (Козельщинський район) до 15685875 млн.м^3/рік (Шишацький район). Високий показник виходу біогазу (10–20 млн.м^3/рік) простежувався у таких районах як: Шишацький, Котелевський, Хорольський. Середній показник (3–10 млн.м^3/рік) був у Оржицькому, Гадяцькому, Миргородському, Зіньківському, Великобагачанському, Глобинському, Лохвицькому, Полтавському, Гребінківському районах. Найнижчі показники виходу біогазу (1–3 млн.м^3/рік) мали Лубенський, Карлівський, Диканський, Пирятинський, Кобеляцький, Кременчуцький та Решетилівський райони.

Біоенергетичний потенціал ВРХ В межах Полтавської області складав 0,6 МВт/рік, в межах районів варіювання показника склало від 0,007 МВт/рік (Козельщинський район) до 0,09 МВт/рік (Шишацький район). Високі показники біоенергетичного потенціалу (0,05–0,1 МВт/рік) спостерігали у таких районах: Шишацький, Котелевський, Хорольський, Оржицький. Середні значення показника (0,01–0,05 МВт/рік) мали наступні райони: Гадяцький, Миргородський, Зіньківський, Великобагачанський, Глобинський, Лохвицький, Полтавський, Гребінківський, Лубенський, Карлівський. Низькі показники біоенергетичного потенціалу ВРХ (0,007–0,07 МВт/рік) були розраховані для Диканського, Пирятинського, Кобеляцького, Решетилівського та Козельщинського.

5. Біоенергетичний потенціал відходів свиней Полтавської області

Загальний показник області біоенергетичного потенціалу відходів свиней по території Полтавської був незначним та дорівнював 0,067 МВт/рік у зв'язку з відсутністю статистичної інформації за більшістю районів області. Варіація показника була в межах (0,001–0,018 МВт/рік).

Вихід біогазу від відходів свиней в межах районів складав 10862400 млн.м^3/рік. Варіювання показника біло в межах від 2956500 млн.м^3/рік (Лубенський район) до 197100 млн.м^3/рік (Зіньківський район). Високі значення показника (1182600–2956500 млн.м^3/рік) простежувались у Лубенському, Полтавському, Карлівському, Великобагачанському, Лохвицькому районах. Середні значення виходу біогазу (503700–635100 млн.м^3/рік) були у Хорольському, Миргородському та

Козельщинському районах. Найнижчі значення показника (284700–197100 млн.м^3/рік) спостерігалися у Гадяцькому, Пирятинському, Зіньківському районах. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

Показник заміщення органічного палива відходами свиней в межах області варіював від 2,25 тис. тон. у п./рік (Лубенський район) до 0,15 тис. тон. у п./рік (Зіньківський район). Загальне значення становило 8,2 тис. тон. у п./рік. Високі значення показника (2,25–0,9 тис. тон. у п./рік) спостерігали у Лубенському, Полтавському, Карлівському, Великобагачанському, Лохвицькому районах. Середні значення заміщення органічного палива показники коливалися в межах 0,21–0,48 тис. тон. у п./рік та розраховані для Хорольського, Миргородського, Козельщинського та Гадяцького районів. Найнижчі значення показника (0,15–0,16 тис. тон. у п./рік) були у Пирятинському та Зіньківському районах. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

6. Біоенергетичний потенціал відходів птиці Полтавської області

Загальний біоенергетичного потенціал відходів птиці в межах області становив 0,046 МВт/рік. Показник заміщення органічного палива відходами птиці був розрахований на рівні 5,7 тис. тон. у п./рік. Загальне значення показника виходу біогазу від відходів птиці становило 7466969,25 млн.м^3/рік.

Висновки

Отже, загальний показник енергетичного потенціалу в Полтавській області склав близько 8,28 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів рослинництва був розрахований в межах 7,56 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів тваринництва склав 0,72 тис. МВт/рік. Загальний показник заміщення органічного палива у Полтавській області становив 3,31 тис. тон. у.п./рік. Заміщення органічного палива відходами рослинництва було більше (3208 тон. у.п./рік), ніж заміщення органічного палива відходами тваринництва (89 тон. у.п./рік).

References

1. Derzhavna Sluzhba Statystyky Ukrainy. Enerhetychnyi balans Ukrainy za 2019 rik. Retrieved from: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/energ/en_bal/arh_2012_e.htm [In Ukrainian].

2. Statistical Report - Bioenergy Europe. Retrieved from: https://bioenergyeurope.org/statistical-report.html

3. Kukharets, C. M., & Holub, H. A. (2012). Zabezpechennia enerhetychnoi avtonomnosti ahroekosystem na osnovi vyrobnytstva biopalyva. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 30, 345–352. [In Ukrainian].

4. Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., Zhovmir, M. M., Matvieiev, Yu. B., & Drozdova, O. I. (2010). Otsinka enerhetychnoho potentsialu biomasy v Ukraini. Chastyna 1. Vidkhody silskoho hospodarstva ta derevna biomasa. *Promyslova Teplotekhnika*, 32 (6), 58–65. [In Ukrainian].

5. Pro alternatyvni vydy palyva: Zakon Ukrainy vid 14 sichnia 2000 r. 1391–14. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 2000, 12. [In Ukrainian].

6. Kalinichenko, A. V., Vakulenko, Yu. V., & Halych, O. A. (2014). Ekoloho-ekonomichni aspekty dotsilnosti vykorystannia produktsii roslynnytstva v alternatyvnii enerhetytsi. *Ekonomika Pryrodokorystuvannia ta Okhorony Navkolyshnoho Seredovyshcha*, 11 (167), 202–208 [In Ukrainian].

7. Taranenko, A. O., Kulyk, M. I., & Popov, S. I. (2020). Ahroekolohichne obgruntuvannia vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur. *Ekolohichni innovatsii u pidvyshchenni ekonomichnoi ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy: kolektyvna monohrafiia*. Poltava: PP «Astraia» [In Ukrainian].

8. Weiser, C., Zeller, V., Reinicke, F., Wagner, B., Majer, S., Vetter, A., & Thraen, D. (2014). Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany. *Applied Energy*, 114, 749–762. doi: 10.1016/j.apenergy.2013.07.016

9. Walsh, M. E., Perlack, R. L., Turhollow, A., de la Torre Ugarte, D., Becker, D. A., Graham, R. L., Slinsky, S. E., & Ray, D. E. (2000). *Biomass Feedstock Availability in the United States: 1999 State Level Analysis*. doi: 10.2172/1218318

10. Leistritz, F. L., Hodur, N. M., Senechal, D. M., Stowers, M. D, McCalla, D., Saffron, Ch. M. (2009). Use of agricultural residue feedstock in North Dakota biorefineries. *Journal of Agribusiness*, 27 (1/2), 17–32.

11. Statystychnyi shchorichnyk Poltavskoi oblasti za 2019 rik. Kyiv: Derzhstat [In Ukrainian].

12. Morozov, R. V., & Fedorchuk, Ye. M. (2015). Otsinka bioenerhetychnoho potentsialu roslynnykh vidkhodiv ta enerhetychnykh kultur u silskomu hospodarstvi. *Naukovyi Visnyk Khersonskoho Derzhavnoho Universytetu*, 10 (3), 111–117 [In Ukrainian].

13. Taranenko, A. O. (2014). *Stan zemelnykh resursiv. Dovkillia Poltavshchyny: monohrafiia*. Poltava, [In Ukrainian].

14. Global bioenergy statistics 2020. Retrieved from: http://www.worldbioenergy.org/uploads/201210%20WBA%20GBS%202020.pdf

15. Global Potential of Sustainable Biomass for Energy. Report. 2009. 29p. Retrieved from: http://www.worldbioenergy.org/uploads/WBA_Global%20Potential.pdf

16. Bioenergy Europe. Statistical report. 2021. Retrieved from: https://bioenergyeurope.org/statistical-report.html

17. Ericsson, K., & Nilsson, L. J. (2006). Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource focused approach. *Biomass and Bioenergy*, 30, 1–15.

18. Cleveland, C. J., Kaufmann, R., & Stern, S. I. (2000). Aggregation and the Role of Energy in the Economy. *Ecological Economics*, 32, 301–317.

19. Candolo, G., & Meriggi, P. (2006). Plant biomass, so much energy can be grown. *Informatore Agrario*, 62 (1), 30–34.

20. Rosch, C., & Skarka, J. (2008). European Biofuel Policy in a Clobal Context: Trade-Offs and Strategies. *GAIA-ecological Perspectives for Science and Society*, 17 (4), 378–386.

Стаття надійшла до редакції: 18.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Тараненко А. О., Цьова Ю. А., Середа М. С., Кузенко Л. Ю., Солодовник М. А. Потенціал біомаси відходів сільського господарства для виробництва біоенергетики в Полтавській області. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 142–153.

© Тараненко Анна Олексіївна, Цьова Юрій Андрійович, Середа Максим Сергійович, Кузенко Людмила Юріївна, Солодовник Марина Андріївна, 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 [633.88:582.971.1]:581.522.5(477.5) | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.19**

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL PECULIARITIES OF *SAMBUCUS NIGRA* IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK DNIEPER

R. M. Fedko[1*] ORCID 0000-0002-3588-7866
M. O. Antonets[2] ORCID 0000-0002-2046-713X
O. A. Antonets[2] ORCID 0000-0001-6741-9023
O. M. Viblyi[2]

[1] Research Station of Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava region, Lubny district, Berezotocha, 16[a], Pokrovska str., 37535, Ukraine
[2] Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: ukrvilar@ukr.net

How to Cite

Fedko, R. M., Antonets, M. O., Antonets, O. A., & Viblyi, O. M. (2021). Biological and ecological peculiarities of Sambucus nigra in the conditions of the Left Bank Dnieper. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 154–161. doi: 10.31210/visnyk2021.04.19

The introduction of rare fruit and berry plants to the culture is associated with the need to improve horticultural products' therapeutic and dietary qualities. Non-traditional fruit plants contain a large number of biologically active substances with antioxidant activity. This is especially true during the COVID-19 pandemic. Among such plants in the medicinal plant growing of Ukraine, the distribution of elderberry is of strategic importance. White and fragrant flowers of elderberry, young shoots, fresh leaves, berries are widely used in phytomedicine. Under natural conditions, this plant is known as a shrub species. Therefore it should be considered as a promising crop in the formation of field-protective forest plantings. The research is aimed at studying the biological and ecological features of elderberry model samples in the natural conditions of the Left Bank of the Dnieper. The research was conducted in 2021 on the territory of the arboretum of the Research Station of Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Among the total number of plants, five model samples of 5–6 years of age were selected, which began to generate intensively and grow in different lighting conditions. An important factor for the collection of raw elderberry is its physical availability. Therefore, the assessment of biological and technological yield of inflorescences and fruits was carried out. For this purpose, the crown was conditionally divided into three technological layers. Thus, the effect of lighting was established on morphological features and productivity of model plants 5–6 years of age. The first and second model samples of elderberry in the light 90,000–130,000 lux had the best indicators in plant height, crown projection diameter, and productivity. Studying the dynamics of generative organs' formation within the technical layers during the period of flowering and fruit set, the largest number of formed inflorescences was observed on the second and third technological layers among all model samples. Moreover, the largest number of inflorescences and collective fruit was formed in the first and second model samples. Plants that grow in well-lit areas and have high rates of generative organ formation are offered for analytical selection. This basic material of elderberry can be recommended for seed and vegetative propagation.

Key words: *elderberry, model samples, technological layers, ecological reaction, reproductive organs.*

БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *SAMBUCUS NIGRA* В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПРИДНІПРОВ'Я

***Р. М. Федько, М. О. Антонець*[2]*, О. А. Антонець*[2]*, О. М. Віблий*[2]**
Дослідна станція лікарських рослин інституту агроекології і природокористування національної академії аграрних наук україни, с. Березоточа, Україна
[2] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Введення в культуру малопоширених плодово-ягідних рослин пов'язане із необхідністю підвищення лікувально-дієтичних якостей продукції садівництва. Нетрадиційні плодові рослини містять велику кількість біологічно активних речовин з антиоксидантною активністю. Це актуально у часи пандемії COVID-19. Серед таких рослин у лікарському рослинництві України стратегічне значення має розповсюдження бузини чорної. Білі та запашні квіти бузини, молоді пагони, свіже листя, ягоди широко застосовуються у фітомедицині. У природніх умовах ця рослина відома як чагарниковий вид. Тому її варто розглядати як перспективну культуру у формуванні полезахисних лісових насаджень. Метою досліджень є вивчення біологічних та екологічних особливостей модельних зразків бузини чорної у природних умовах Лівобережного Придніпров'я. Дослідження проводилися у 2021 році на території дендропарку Дослідної станції лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України. Серед загальної кількості рослин було обрано п'ять модельних зразків 5–6-річного віку, що розпочали інтенсивно генерувати та зростають в різних умовах освітлення. Для збору сировини бузини чорної важливим чинником є її фізична доступність. Тому було проведене оцінювання біологічної та технологічної урожайності суцвіть та плодів. Для цього крона була умовно поділена на три технологічні яруси. Отже, було встановлено вплив освітлення на морфологічні ознаки і продуктивність модельних рослин 5-6 річного віку. Перший і другий модельні зразки бузини при освітленні 90000–130000 лк мали найкращі показники по висоті рослин, діаметру проекції крони і за продуктивністю. Вивчаючи динаміку формування генеративних органів у межах технічних ярусів за період квітування і зав'язування плодів, зазначено найбільшу кількість сформованих суцвіть на другому і третьому технологічних ярусах серед усіх модельних зразків. При цьому найбільша кількість суцвіть і суплідь сформувалася у першого і другого модельних зразків. Для аналітичної селекції пропонуються рослини, що зростають на освітлених місцях і мають високі показники щодо формування генеративних органів. Цей вихідний матеріал бузини чорної можна рекомендувати для насіннєвого та вегетативного розмноження.

Ключові слова: *бузина чорна, модельні зразки, технологічні яруси, екологічна реакція, генеративні органи.*

Introduction

Among dicotyledonous plants, elderberry is known as a plant with a wide range of medicinal properties. In the last chapter of the Bible, you can find a description that also applies to the leaves of elderberry: "And the leaves of the tree [were] for the healing of the nations" [1, Rev. 22: 2]. "Ascorbic acid (up to 280 mg %) and carotene (0.014 %) were found in fresh leaves" [2]. K. Kaack and T. Austed point out that "the content of ascorbic acid and quercetin in the fresh fruits of the cultivars varied from 6 to 25, and from 29 to 60 mg/100 g, respectively" [3].

G. Smyk notes that "the healing properties of elderberry flowers are due to their chemical composition. They contain the glucoside sambunigrin, rutin, essential oil, vitamin C and many organic acids" [4]. L. Nykolaichuk and M. Zhygar claim that "elderberry is an ancient medicine. Flowers are used to treat inflammation of the lungs and bronchi, rheumatism, gout" [5]. V. Korsun and V. Kovalenko write that " decoction of the roots is recommended for diabetes. Young elderberry leaves, boiled in milk, are applied to inflamed areas of skin" [6].

M. Kuznetsova and A. Reznykova noted that "the medical use of elderberry has been known since the time of Pliny. Flowers are an integral part of laxative – Saint-German tea" [7]. In general, elderberry flowers are considered the best diaphoretic and diuretic. Also, in medical practice the elderberry flower extract is used as a means to combat sore throat and flu. Infusion of fruits and bark is recommended for kidney disease, which is accompanied by edemas. In veterinary medicine, this plant is also used for dogs, sheep, pigs and horses. S. Lypnytskyi, A. Pylui and L. Lappo recommend "the infusion of elderberry flowers twice a day for fever" [8].

Australian scientists Torabian Golnoosh, Valtchev Peter, Adil Qayyum, Dehghani Fariba proved that "elderberry extract is effective in the treatment of flu. Their study was aimed to determine the mechanism of effect of elderberry and its primary active compound, cyanidin 3-glucoside against the influenza virus. Elderberry showed a mild inhibitory effect at the early stages of the influenza virus cycle, with a considerably stronger effect in the post-infection phase [9].

Studies by N. Stadnytska, O. Fedoryshyn, A. Mylianych, H. Kosarevych, V. Novikov showed that most drugs are presented in the form of pills (26.4 %); the predominant share of the range (95 %) of the studied drugs are multicomponent drugs; most drugs containing elderberry are produced by pharmaceutical companies in Ukraine, among which the leader (55,56 %) is LLC Research and Production Company "Aim", Kharkiv; most often drugs containing elderberry are anti-inflammatory drugs [10]. The Ukrainian manufacturer PJSC "Liktravy" in Zhytomyr produces only one preparation of elderberry that is one-component.

G. Smyk notes that "the contemptuous attitude to elderberry is not justified by anything and has developed due to little awareness of its useful properties" [4]. Elderberry is mentioned a lot in fiction. For example, the Danish storyteller G. H. Andersen wrote the fairy tale "Elderberry Mother", where he metaphorically showed a beautiful and tender elderberry in the form of a beautiful bush. "The boy looked: the lid of the kettle began to rise higher and higher. Here under it fresh white flowers of elderberry appeared, and then long green branches grew. They were scattered in all directions, even from the spout of the kettle, and soon there was a whole bush in front of the boy. How beautifully the elderberry blossomed and smelled!" [11].

Elderberry Sambucus nigra L. belongs to the family Adoxaceae. The genus *Sambúcus* L. has about 40 species. There are three types in Ukraine. It is a bush, sometimes a small tree 5–6 and up to 7 m tall, crown rounded, dense. It blooms in May-June, the fruits ripen in July-August. Elderberry is propagated in nature by seeds. Vegetatively, when it recovers after felling, hemp and root sprouts grow. M. Atkinson and E. Atkinson note that in the flora of the British Isles it is "a deciduous shrub or more rarely a small tree up to 10 m, often with straight, vigorous erect shoots from the base; branches often arching. The bark is brownish-gray, deeply furrowed, and corky"[12]. S. Klymenko notes that in the department of acclimatization of fruit plants of the Botanical Garden named after M. Hryshko of the National Academy of Sciences of Ukraine "a collection of elderberries *Sambucus nigra* L., *Sambucus racemosa* L. and *Sambucus edulus* L. was formed" [13, p.11].

Red and herbaceous elderberry is also known. B. Holovkin claims that "the Greek name of this bush is bouzia" [14]. It grows wild in deciduous and coniferous forests of the Western Europe, Asia Minor and North America, North Africa. There is a lot of it in the Crimea and the Caucasus. V. Karkhut mentions that it "grows almost all over Ukraine – in the thickets over rivers, in old parks, near country side, houses, in rural cemeteries" [15]. It is known that elderberry is found in the roadside of planted forests and shelterbelts.

The ecological reaction of elderberry is presented by P. Chykov: "Shade-tolerant plant. It grows quickly, especially on moist fertile soils; it tolerates temporary dryness of the air" [2]. Polish scientists Rolbiecki Stanislaw, Rolbiecki Roman, Jagosz Barbara, Ptach Wieslaw, Figas Anna remarked that "in all analyzed regions during the period of 30 years, from 1981 to 2010, there was a tendency to increase the water needs of elderberry during the increased demand for water in the months of June-July" [16]. Elderberry prefers well-drained loam. In conditions of sufficient moistening, it reaches the generative state faster and blooms and bears fruit more abundantly.

Elderberry is an excellent insecticide. Botanist O. Nikolaev found that cockroaches are afraid of both black and red elderberry. Mice and rats also escape from barns around which elderberries grow. But there are 9 species of arthropod phytophagous on black and red elderberry, which damage this plant. Ukrainian scientists believe that "the most numerous and harmful are the fall webworm moth, the elderberry aphid and the two-spotted spider mite" [17]. From 2015–2019 L. Mishchenko, A. Dunich, O. Molodchenkova, L. Hlushchenko "observed 50 % of wild-growing elderberry plants with leaf rolling and mosaics in Poltava region of Ukraine. The number and weight of berry clusters per diseased bush was 4.4-fold and 14.7-fold lower than in healthy plants, and berry sugar concentration also significantly decreased (by 16.5 times)" [18].

N. Sobetska writes that "during the Middle Ages, elderberry flowers were harvested on the day of remembrance of the Apostle Simon Zealot on May 23. Wood and roots were used to make such a sensitive medical instrument as a stethoscope. A musical instrument similar to a harp was made from the branches" [19]. As A. Novikova remarks, "long ago the black-violet fruits of the elderberry contributed to the prolongation of life. In Russia, they were used to obtain paint, added to grape wine to enhance the color and give it a nutmeg flavor" [20]. In the Caucasus, the fruit was used to dye silk in olive color. Elderberry wood

is well polished and used in watchmaking. V. Lykharov notes that "elderberry has a high decorative value. For this purpose, it is planted in parks and health resorts" [21].

As a food product, elderberry has a wide range of uses. For example, young shoots without skin are eaten boiled or pickled. L. Pastushenkov mentions that "elderberries are used to make jam and jelly. Young leaves are used for salads. A fresh drink is prepared by fermentation from fresh flowers with adding lemon juice and water" [22]. Delicious marmalade, jelly, mousse, vinegar is also prepared from the fruit. Berries are used as a seasoning for soups. V. Lykharov notes that "in the South Caucasus and the Crimea, fragrant elderberry inflorescences are added to the dough to give the cookies an almond smell. Housewives make jam from flowers" [21].

The main reserves of raw materials are concentrated in Transcarpathia, Ternopil, Lviv, Volyn, Kyiv, Sumy, Kharkiv, Poltava, Cherkasy and Khmelnytsky regions. In 2020, 7.5 thousand tons of elderberry were exported from Ukraine to Europe. In general, 90 % of elderberry products are exported to Europe. But it has not only nutritional, medicinal and decorative values. Under natural conditions, this plant is known as a shrub species. Scientists of the Research Station of Medicinal Plants recommend the use of elderberry in the formation of field-protective plantings of linear type.

Therefore, the relevance of the topic is to spread the use of elderberry as a non-traditional fruit plant, which has a large number of biologically active substances and is also known for its valuable nutritional properties. Elderberry contains flavonoids and anthocyanins, which can strengthen the body's immune system. Of particular importance is their antioxidant activity. At the time of the COVID-19 pandemic in medicinal plant growing in Ukraine, this plant is of strategic importance. Also, regarding the economic use of elderberry, it should be considered a promising crop in the formation of field-protective zones of the linear type of thinly planted construction.

The *research aims* to study the biological and ecological features of model samples of elderberry in natural conditions of the Left Bank of the Dnieper. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: **1**) To establish the effect of lighting on morphological features and productivity of model plants; **2**) To study phenological rhythms during the formation of generative organs; **3**) To find out the peculirities of generative organs formation of the starting material for analytical selection.

Materials and methods of research

The research was conducted in 2021 in natural conditions on the territory of the arboretum of the Research Station of Medicinal Plants (RSMP) of the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Among the total number of plants, five model samples of 5–6 years of age were selected, which began to generate intensively and grow in different lighting conditions. Elderberry has such phases of development as the beginning of vegetation, growth of shoots, flowering, fruit ripening, defoliation.

An important factor for the collection of raw elderberry is its physical availability. Therefore, the assessment of biological and technological yield of inflorescences and fruits was carried out. For this purpose, the crown was conditionally divided into three technological layers. The first technological layer is located at a distance of up to 1 m from the ground. The second is from 1 m to 2 m. The third layer is located from 2 m to 3 m.

When conducting field research, the measurement of illumination with LX-1010 BS lux meter was used. Phenological observations were performed according to Y method. Beideman [23]. Analytical selection of model plants was carried out using the biometric method. The method of computer science was also used in the analysis of literature sources.

Research results and their discussion

Observations of the same aged plants growing in different lighting conditions in the arboretum showed significant differences in growth and development. When estimating the height of plants and the diameter of the crown projection of five model plants, it was found that plants that grew in places where the amount of light was 90,000–130,000 lux, entered the generative phase of development faster. Under this lighting, the first model sample had the height of 3.2 m and the crown projection diameter of 3.7 m and the second model sample had the height of 3.8 m and the crown projection diameter of 3.4 m compared to the fifth model sample having the height of 1, 8 m and the crown projection diameter of 2.1 m (table 1). This indicated that one of the limiting factors for elderberry was the illumination of the habitat. In Poltava region, "such ecological reaction of elderberry to light should be used to create thinly planted shelterbelts" [24].

1. The influence of lighting on the morphological features of elderberry model plants

Model samples	Lighting (range), lux	Height, m	Crown projection diameter, m
1	90,000-130,000	3.2	3.7
2	90,000-130,000	3.8	3.4
3	50,000-90,000	2.4	2.7
4	50.000-90,000	2.6	2.5
5	40,000-50,000	1.8	2.1

In 2021, on the territory of the RSMP arboretum, the flowering of elderberry began in the first decade of June, and the mass flowering began on June 13–16. According to Table 2, the largest number of formed inflorescences was observed on the second and third technological layers among all model samples. The first and second model samples formed the largest number of inflorescences. The fifth model formed the fewest number of inflorescences. This plant grows in the shade. During the mass flowering, the process of fruit-set took place in the second and third decade of June. Table 2. shows that the maximum number of fruit clusters was formed in the second model sample and amounted to 289 pieces in the third decade of June. The first model also formed a lot of fruit clusters – 183, while the fifth had only 10 in the shade in the third decade of June. The first and second model samples were the best in reproductive organs' formation due to a good ecological response to light.

2. The dynamics of reproductive organs' formation in elderberry model plants

Model samples	The number of formed inflorescences / fruit clusters on technological layers, pcs.											
	07.06			10.06			15.06			24.06		
	I-th	II	III	I-th	II	III	I-th	II	III	I-th	II	III
1	3	19	9	9	36	23	15	124	22	5	21	6
							9	33	34	17	112	54
2	9	38	23	24	84	42	19	83	21	5	12	7
							28	74	48	38	183	68
3	3	7	-	6	16	-	3	26	-	2	7	-
							5	12		8	29	-
4	3	8	-	7	18	-	4	33	-	2	5	-
							5	13	-	11	42	-
5	1	2	-	3	4	-	1	2	-	-	1	-
							3	5	-	4	6	-

To study the effect of lighting on the productivity of elderberry inflorescences, the number of flowers in the inflorescences of model samples on three technological layers was counted (Table 3). The largest number of flowers was on the second and third technological layers of the first and second model samples. In the third, fourth and fifth model samples, the largest number of flowers was on the second layer (420, 658 and 394, respectively). The maximum number of flowers in the inflorescence among all plants was formed on the third layer of the first sample (785 pcs). The minimum number of flowers in the inflorescence, 259 pcs., had the fifth model on the first layer.

Table 3 shows that the weight of fresh panicles ranged from 4.27 g in the third model sample to 11.28 g in the first model sample. To determine the weight of technical raw materials of elderberry, the flowers were separated from the main axis of the inflorescence and branches of the first order. The maximum weight of flowers with peduncles after separating the from main axis had the first model sample on the third technological layer – 7.59 g, and the fourth model sample on the second technological layer had the minimum weight of 2.21 g. The weight of one flower was 0.009 g. When collecting raw elderberry (flowers, fruits) the main axis of the inflorescence (collective fruits) is not a medicinal raw material, and its size and weight depend on the number of flowers in the panicle. The fresh peduncle of the fourth model sample on the second technological layer had the greatest weight of 6.44 g.

3. The effect of lighting on the performance of elderberry inflorescences

Model samples	Technical layers, m	Number of flowers in the inflorescence, pcs	Panicle			Flowers with peduncles 2-3 order				Pedicel panicle		
			general weight, g		yield of dry raw materials,%	total weight, g		yield of dry raw materials,%	share in the inflorescence,%	weight, g		share in the inflorescence,%
			fresh	dry		fresh	dry			fresh	dry	
1	I	314	4.73	0.33	7.3	2.24	0.15	6.8	48.9	2.49	0.18	51.2
	II	582	8.19	1.28	16.4	6.15	0.90	15.7	71.6	2.05	0.38	28.6
	III	785	11.28	1.53	14.2	7.59	1.02	14.1	48.8	3.70	0.51	33.6
2	I	576	6.92	1.84	26.6	5.75	1.53	26.6	83.1	1.17	0.31	16.9
	II	631	7.74	1.29	16.6	5.08	0.88	17.2	65.4	2.66	0.42	34.7
	III	589	7.84	1.42	18.6	5.68	0.99	17.7	70.3	2.16	0.44	29.7
3	I	248	4.63	0.85	18.4	2.59	0.45	17.3	55.9	2.04	0.40	44.1
	II	420	4.27	0.95	16.6	3.09	0.69	19.8	70.5	1.19	0.26	29.5
4	I	380	4.68	0.79	16.8	3.16	0.53	16.9	68.0	1.53	0.26	38.0
	II	658	8.65	1.06	12.3	2.21	0.27	12.2	25.5	6.44	0.79	74.5
5	I	259	4.37	0.77	17.6	2.82	0.50	17.7	64.1	1.57	0.27	35.9
	II	394	5.14	0.68	13.2	4.07	0.52	12.8	79.2	1.07	0.16	20.8

The fruits of elderberry ripen in early September. To determine the yield, the number of fruits within the technical layers, their weight and size were calculated (Table 4). The maximum number of ripe fruits was 218 pieces, observed in the first model sample on the third technological layer and 170 pieces in the second model sample on the third technological layer. Plants growing in lighted places had these indicators. The fifth model specimen growing in the shade had the smallest number of ripe fruits – 24 pieces on the first technological layer.

4. Productivity of elderberry model plants in natural conditions

Model samples	Technical layers	The average number of fruits in collective fruit, pcs.	The weight of fruits in collective fruit, g		The yield of dry raw material,%	The weight of the main axis of collective fruit and branches, g		The average fruit size, cm
			fresh	dry		fresh	dry	
1	I	102	9.0	1.87	20.8	3.30	0.36	0.52
	II	156	14.72	3.18	21.6	3.29	0.35	0.51
	III	218	39.22	7.54	19.2	7.17	0.77	0.53
2	I	61	6.79	1.90	28.2	2.97	0.29	0.48
	II	161	18.43	4.22	22.9	4.46	0.55	0.56
	III	170	17.94	3.82	21.3	4.33	0.57	0.54
3	I	60	6.74	1.95	28.9	3.95	0.39	0.48
	II	74	5.34	1.31	24.5	1.73	0.39	0.54
4	I	58	5.65	1.87	33.1	2.99	0.23	0.50
	II	143	8.73	2.74	31.4	4.76	0.42	0.50
5	I	24	5.91	1.42	21	2.26	0.22	0.53
	II	38	12.89	2.59	20.1	3.71	0.37	0.48

According to Table 4, the weight of the fruit depended on the number of fruits and ranged from 5.34 g in the third model sample to 39.22 g in the first model sample. The yield of dry raw berries averaged 24.4 %.

The size of the fruits depended on their number in the fruit cluster, lighting and location on the bush. The largest fruit, 0.56 cm in size, had a second model on the second technological layer. The average weight of one fruit was 0.135 g.

When harvesting elderberry, the net weight of the fruit without the main axis of fruit and branches should be taken into account. The weight of the main axis of the fruit with branches ranged from 1.73 g in the third model sample to 7.17 g in the first model sample.

Conclusions

Thus, taking into account the biological and ecological features of elderberry in natural conditions, the effect of lighting on morphological features and productivity of model plants 5–6 years of age was established. The first and second model samples of elderberry in the light 90,000-130,000 lux had the best indicators of plant height and crown projection diameter. These model plants also had the highest rates in terms of productivity. Studying the dynamics of reproductive organs' formation within the technical layers for the period of flowering and fruit-set, the largest number of formed inflorescences on the second and third technological layers among all model samples was registered. The largest number of inflorescences and fruit clusters was formed in the first and second model specimens growing in lighted areas.For analytical selection, it is proposed to use the first and second model samples that grow in well-lit areas and have high rates of generative organs' formation. This basic material of elderberry can be recommended for seed and vegetative propagation.

Prospects for further research. In the conditions of the Left Bank of the Dnieper, elderberry is proposed to be spread as a valuable medicinal, food and ornamental plant. It should also be considered as a promising crop in the formation of field-protective forest afforestation. Thus the correct combination of tree species will ensure the formation of biologically stable mixed forest afforestation.

The results will be used to implement the recommendations of the Food and Agriculture Organization of the United Nations on the use of elderberry as a shrub species in shelterbelts. The use of elderberry is ecologically justified in the formation of thinly planted shelterbelts, as lighting is an important factor in the formation of the main morphological features of this plant.

References

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

2. Chykov, P. S. (1983). *Atlas arealov y resursov lekarstvennыkh rastenyi SSSR*. Moskva: «Kartohrafyia» [In Russian].

3. Kaack, K., & Austed, T. (1998). Interaction of vitamin C and flavonoids in elderberry (*Sambucus nigra* L.) during juice processing. *Plant Foods Human Nutrition*, 52, 187–198. doi: 10.1023/A:1008069422202

4. Smyk, H. K. (1990). *U pryrodi y na horodi*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].

5. Nykolaichuk, L. V., & Zhyhar, M. P. (1992). *Tselebnie rastenyia*. Kharkov: «Prapor» [In Russian].

6. Korsun, V. F., & Kovalenko, V. V. (1994). *Aptekarskyi ohorod*. Mynsk: Uradzhai [In Russian].

7. Kuznetsova, M. A., & Reznykova, A. S. (1992). *Skazanyia o lekarstvennikh rastenyiakh*. Moskva: «Visshaia shkola» [In Russian].

8. Lypnytskyi, S. S., Pylui, A. F., & Lappo, L. V. (1987). *Zelenaia apteka v veterynaryy*. Mynsk: Uradzhai. [In Russian].

9. Torabian, G., Valtchev, P., Adil, Q., & Dehghani, F. (2019). Anti-influenza activity of elderberry (*Sambucus nigra*). *Journal of Functional Foods*, 54, 353–360. doi: 10.1016/j.jff.2019.01.031

10. Stadnytska, N. Ie., Fedoryshyn, O. M., Mylianych, A. O., Kosarevych, Kh. I., & Novikov, V. P. (2019). Sambucus nigra v skladi farmatsevtychnykh preparativ, predstavlenykh na rynku Ukrainy. *Farmatsevtychnyi chasopys*, 2, 52–59. doi: 10.11603/2312-0967.2019.2.10183 [In Ukrainian].

11. Andersen, H. Kh. (1993). *Skazky y ystoryy: V 2 t. T.1. Kaloshy schastia*. Arkhanhelsk [In Russian].

12. Atkinson, M., & Atkinson, E. (2002). *Sambucus nigra* L. *Journal of Ecology*, 90, 895–923. doi: 10.1046/j.1365-2745.2002.00698.x

13. Klymenko, S. V. (2019). Novi vydy plodovykh roslyn v introduktsiinykh doslidzhenniakh natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M. M. Hryshka NAN Ukrainy. *Dosiahnennia ta kontseptualni napriamy vyroshchuvannia maloposhyrenykh plodovo-yahidnykh kultur ta pererobky yikh syrovyny*: zbirnyk materialiv Pershoi Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, Instytut sadivnytstva NAAN, 2019). Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [In Ukrainian].

14. Holovkyn, B. N. (1992). *O chom hovoriat nazvanyia rastenyi*. Moskva: Kolos [In Russian].

15. Karkhut, V. V. (1993). *Liky navkolo nas*. Kyiv: Zdorovia [In Ukrainian].

16. Rolbiecki, S., Rolbiecki, R., Jagosz, B., Ptach, W., & Figas, A. (2018). Water needs of elderberry (*Sambucus nigra* L.) in first three years of growing in different regions of Poland. *Engineering for rural development,* 5, 733–737. doi: 10.22616/erdev2018.17.n425

17. Sylchuk, O., Lisovyi, M., Vyhera, S, Taran, O., Chumak, P., Kovalchuk, V. (2017). Ekolohichno bezpechne rehuliuvannia chyselnosti chlenystonohykh fitofahiv roslyn rodu *Sambucus* L *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5. doi: 10.31073/agrovisnyk201705-08

18. Mishchenko, L., Dunich, A., Molodchenkova, O., Hlushchenko, L. (2021). First report of cherry leaf roll virus from *Sambucus nigra* in Ukraine. *Journal of Plant Pathology,* 103, 1077. doi: 10.1007/s42161-021-00884-4

19. Sobetska, N. H. (2007). *Tsiliushchi roslyny Italii ta Ukrainy*. Kyiv: Krynytsia [In Ukrainian].

20. Novykova, A. A. (2000). *Profylaktyka y lechenye boleznei dereviamy, kustarnykamy, yadovytimy rastenyiamy*. Mynsk: Harvest, Moskva: AST [In Russian].

21. Lykharov, V. S. (1993). *Lekarstva s ohoroda*. Saratov: Detskaia knyha [In Russian].

22. Pastushenkov, L. V. (1989). *Rastenyia-druzia zdorovia*. Lenynhrad: Lenyzdat [In Russian].

23. Beideman, Y. N. (1974). *Metodyka yzuchenyia fenolohyy rastenyi y rastytelnikh soobshchestv*. Novosybyrsk: Nauka [In Russian].

24. Fedko, R. M., Antonets, M. O., Antonets, O. A., & Viblyi, O. M. (2021). Vykorystannia buzyny chornoi u polezakhysnykh lisosmuhakh. *Rozvytok silskykh terytorii na zasadakh ekolohichnosti, enerhonezalezhnosti y enerhoefektyvnosti*: materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Poltava, 11 November, 2021). Poltava [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 22.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Федько Р. М., Антонець М. О., Антонець О. А., Віблий О. М. Біологічні та екологічні особливості *Sambucus nigra* в умовах Лівобережного Придніпров'я. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 154–161.

© Федько Роман Миколайович, Антонець Марина Олексіївна, Антонець Олександр Анатолійович, Віблий Олександр Миколайович, 2021

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ТВАРИННИЦТВО

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 636.52/58:636.083:591.044:591.111 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.20**

DIAGNOSTIC VALUE OF INTEGRATED IMMUNE-HEMATOLOGICAL INDICES AS MARKERS OF ACUTE STRESS IN HENS

Yu. V. Osadcha[1*] ORCID 0000-0003-4126-2456
G. I. Sakhatsky[2] ORCID 0000-0002-6763-0846

[1] National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine
[2] Pryazov State Technical University,7, Universytetska str., Mariupol, Donetsk region, 87555, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: seledat@ukr.net

How to Cite

Osadcha, Yu. V., & Sakhatsky, G. I. (2021). Diagnostic value of integrated immune-hematological indices as markers of acute stress in hens. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 162–170. doi: 10.31210/visnyk2021.04.20

The results of studying the information of integrated immune-hematological indices as markers of acute stress in hens with short-term negative effects of environmental factors are presented. For this purpose, in the conditions of a modern complex on food eggs production, 3 groups of hens were formed, each of which was kept in a separate cage-analogue as to the area and equipment. At the age of 52 weeks, 10 blood samples were taken from hens of each of the 3 groups, from which the control group was formed. In the future, each group was exposed to negative environmental factors. In particular, the hens of the 2nd group were deprived of feed, the 3rd group – of light, and in the 4th group, hens were kept with a significant overcrowding. Blood samples were taken 24 hours after the factors' impact onset and integrated immune-hematological indices were calculated based on hemogram parameters. It has been shown that a comprehensive assessment of integrated immune-hematological indices based on extended total blood test is informative in assessing the development and severity of stress in hens due to short-term effect of adverse environmental factors. Under the influence of negative environmental factors, regardless of their nature, there was an increase in the indices of leukocyte shift, immune reactivity, heterophils to lymphocytes ratio, lymphocytes to ESR ratio, heterophils to monocytes ratio, lymphocytes to monocytes ratio and lymphocytes to eosinophiles ratio. This indicates a shift of the leukocyte formula to the left, the predominance of nonspecific protective cells, which occurs due to the functional increase in the proliferative activity of bone marrow and is expressed in increased heterophils, their increased activity in the microphage-macrophage immune response system and indicates the presence of high levels of endogenous intoxication in the body and impaired immunological reactivity; this can also inform about the autoimmune nature of the pathological process. At the same time, there was a decrease in lymphocyte-granulocyte, total and leukocyte indices, which confirms the shift of the leukocyte formula to the left and indicates the dominance of cell activation of the immune system, shows an active adaptive response of white blood and reduced nonspecific anti-infection protection as a result of intoxication, as well as reflects hypertensive reactions of immediate type over delayed type reactions. In addition, a simultaneous increase in the leukocyte shift index and a decrease in the lymphocyte-granulocyte index indicate the development of endogenous intoxication in hens and impaired immunological reactivity due to autointoxication of the body during the destruction of its own cells. Also, differences in the degree of immunological disorders based on the blood indices of hens depending on the nature of the influencing factor were revealed.

***Key words**: hens, environmental factors, integrated immune-hematological indices, immunological reactivity, stress.*

ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІМУНОГЕМАТОЛОГІЧНИХ ІНДЕКСІВ ЯК МАРКЕРІВ ГОСТРОГО СТРЕСУ У КУРЕЙ

Ю. В. Осадча[1], Г. І. Сахацький[2]
[1] Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
[2] Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, Україна

Представлено результати дослідження інформативності інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей за короткострокового впливу на їх організм негативних факторів навколишнього середовища. Для цього в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць сформували 3 групи курей, кожну з яких утримували в окремій клітці-аналогу за площею та устаткуванням. У віці 52 тижні у курей кожної з 3-х груп відбирали по 10 зразків крові, з яких було сформовано контрольну крупу. Надалі кожна група була піддана впливу негативних факторів навколишнього середовища. Зокрема, кури 2-ї групи були позбавлені корму, 3-ї групи – світла, а 4-ї групи – утримувались за значного переущільнення поголів'я. Проби крові відбирали через 24 години після початку впливу факторів і на основі показників гемограми розраховували інтегральні імуногематологічні індекси. Показано, що комплексна оцінка інтегральних імуногематологічних індексів на основі розширеного загального аналізу крові є інформативною в оцінці розвитку та ступеня тяжкості стресового стану організму курей зумовленого короткостроковим впливом негативних факторів навколишнього середовища. За впливу негативних факторів навколишнього середовища, незалежно від їх природи, спостерігалось підвищення індексів зсуву лейкоцитів, імунореактивності, співвідношення гетерофілів та лімфоцитів, лімфоцитів та ШОЕ, гетерофілів та моноцитів, лімфоцитів та моноцитів, а також лімфоцитів та еозинофілів. Це вказує на зсув лейкоцитарної формули вліво, перевагу неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшені кількості гетерофілів, підвищенні їх активності у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді та свідчить про наявність в організмі курей високого рівня ендогенної інтоксикації і порушення імунологічної реактивності, а також може інформувати про аутоімунний характер патологічного процесу. Водночас відбувалось зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного, загального та лейкоцитарного індексів, що підтверджує зсув лейкоцитарної формули в ліво та свідчить про домінування активації клітинної ланки системи імунітету, вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації, а також відображає переважання реакцій гіперчутливості негайного типу над реакціями уповільненого типу. Крім цього, одночасне підвищення індексу зсуву лейкоцитів та зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення у них імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин. Виявлено відмінності ступеню імунологічних порушень за індексами крові курей залежно від природи фактору впливу.

***Ключові слова**: кури, фактори навколишнього середовища, інтегральні імуногематологічні індекси, імунологічна реактивність, стрес.*

Вступ

В умовах зростаючої спеціалізації, концентрації та інтенсифікації птахівництва актуальним є вивчення впливу основних технологічних параметрів кліткового утримання на біологічні особливості курей [5]. У період адаптації до технологічних процесів організм птиці постійно зазнає впливу негативних факторів середовища утримання – стресорів, які через нервову і ендокринну системи викликають морфологічні і функціональні зміни в органах і тканинах, що супроводжується зниженням продуктивності, природної резистентності організму та зміною поведінки курей у групі [9, 27]. Тому вивчення стресів в умовах промислових технологій утримання курей та визначення ступеня впливу зовнішніх факторів на фізіологічний стан птиці є необхідною умовою розроблення нових методів профілактики стресів в умовах вибору оптимальних способів їх утримання [17].

Однак єдиного підходу до діагностики стресів у птахівництві досі не існує [3]. Усі методи мають свої переваги і недоліки, що потребує обережного вибору маркеру стресу. Водночас, переконливо доведена ефективність методів діагностики стресу у курей, заснованих на вивченні гормонального статусу, морфологічних показників крові, базових біохімічних констант організму і показників

резистентності, та використання зазначеного підходу для визначення впливу технологічних факторів на організми птиці, а також відповідності технологічних параметрів фізіологічним потребам курей [6, 26].

Одним з непрямих методів оцінки стресового стану у птиці, який базується саме на морфологічних показниках крові, є визначення співвідношення у ній гетерофілів і лімфоцитів [15, 20, 22]. Оскільки доведено [8], що під час розвитку стресового стану цей показник збільшується внаслідок підвищеної проліферації гемопоетичних стовбурових клітин, збільшення вироблення гетерофілів та за рахунок абортивного викиду незрілих клітин гетерофілів із кісткового мозку в кров і міграції лімфоцитів з нього у тканини. Крім того, зміни співвідношення гетерофілів і лімфоцитів корелюють з концентрацією кортикостерону у крові курей та пропорційні ступеню впливу стресорів різної природи [32, 33].

Співвідношення гетерофілів і лімфоцитів є ні чим іншим, як інтегральним імуногематологічним індексом, який в гуманній медицині відомий як індекс Кребса [30]. Крім нього в гуманній медицині використовують цілу панель імуногематологічних індексів, які непрямим чином віддзеркалюють стан імунної системи і характер перебігу запального процесу в організмі [2, 25, 28, 31].

Останнім часом маркерну панель, до якої належать індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ або індекс Кребса), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), загальний індекс (ЗІ), індекс імунореактивності (ІІР), індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСНМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), лейкоцитарний індекс (ЛІ) та індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), використовують і у тваринництві [1, 12, 29, 35]. Тому *мета* роботи полягала у визначенні інформативності інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей за короткострокового впливу на їх організм негативних факторів навколишнього середовища.

Матеріали і методи досліджень

В якості об'єкта досліджень використовували яєчних курей промислового стада «Hy-Line W-36». Досліди з експериментальними тваринами проводили відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Офіційний вісник Європейського Союзу L276/33, 2010).

В умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташнику площею 2915 м^2 сформували 3 групи курей, кожну з яких утримували в окремій клітці-аналогу за площею та устаткуванням, виробництва «Big Dutchman» (Німеччина). У віці 52 тижні у курей кожної з 3-х груп відбирали по 10 зразків крові, з яких було сформовано контрольну групу обсягом 30 гол. Надалі кожна група була піддана впливу негативних факторів навколишнього середовища. Зокрема, кури 2-ї групи були позбавлені корму, 3-ї групи – світла, а 4-ї групи – утримувались за значного переущільнення поголів'я (табл. 1). Експозиція впливу фактору у всіх групах складала 24 години, після чого визначали морфологічні показники крові курей.

1. Схема досліду

Характеристика	Група курей			
	1	2	3	4
Фактор навколишнього середовища	контроль (до впливу фактору)	відсутність		підвищена щільність утримання
		корму	світла	
Тривалість впливу фактору, год.	24			
Кількість кліток на поверсі	1176			
Кількість голів у клітці	101			161
Щільність посадки, гол./м^2	24,9			39,7
Забезпеченість площею, см^2/гол	401,4			251,8
Площа клітки, см^2	40544			
Кількість ніпелів у клітці, шт.	12			
Фронт годівлі, см	7,2			4,5
Площа пташника, м^2	2915			

Морфологічні показники крові курей-несучок визначали на гематологічному аналізаторі Micros 60 (Horiba Ltd.) у лабораторії «Бальд» (сертифікат №LB/02/2016). Для цього брали по 30 проб крові об'ємом 1,0–1,5 мл у несучок кожної групи.

Для оцінки адаптаційного і загального реактивного імунологічного потенціалу курей визначали інтегральні імуногематологічні індекси: інтоксикації (індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК)), активності запалення (індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ або індекс Кребса) або гетерофільно-лімфоцитарний коефіцієнт, індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), загальний індекс (ЗІ)) та неспецифічної реактивності (індекс імунореактивності (ІІР), індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), лейкоцитарний індекс (ЛІ), індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ) [13, 21, 25, 30].

Для визначення інформативності змін показників системи імунітету, як можливих прогностичних чинників, визначали ступінь імунологічних порушень (СІП). За наявності імунодефіциту показник був негативним «–», знак «+» свідчив про гіперфункцію імунної системи. Значення результату в межах 1–33 % трактували як I ступінь імунологічних розладів, 34–66,7 % – II ступінь, більше 66,7 % – III ступінь [2].

Отримані цифрові результати опрацьовували методами варіаційної статистики. Достовірність відмінностей між середніми величинами визначали за t-критерієм Ст'юдента, різниці вважали достовірними за $p<0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Виявлено, що лімфоцитарний індекс (ЛІ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) та загальний індекс (ЗІ) знижувались за короткострокового впливу негативних факторів навколишнього середовища, тоді як індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс імунореактивності (ІІР), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ) та індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ) – навпаки, підвищувались (табл. 2). Зокрема, індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), який характеризує співвідношення гранулоцитів та агранулоцитів і не залежить від кількості лейкоцитів у крові [28], підвищувався за впливу факторів навколишнього середовища. Найвищий ІЗЛК виявлено у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 157,5 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 56,1 % ($p<0,001$) і 25,6 % ($p<0,01$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно.

2. Інтегральні імуногематологічні індекси курей, (M±m, n=30/група)

Індекс, од.	Група курей			
	1	2	3	4
Індекси інтоксикації				
Індекс зсуву лейкоцитів	0,40±0,011	0,66±0,012*	0,82±0,036$^{*°°°}$	1,03±0,062$^{*°°°"}$
Індекси активності запалення				
Індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів	0,33±0,011	0,59±0,015*	0,76±0,038$^{*°°°}$	0,98±0,065$^{*°°°"}$
Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс	18,22±0,397	13,31±0,254*	11,79±0,077$^{*°°°}$	9,35±0,428$^{*°°°'"}$
Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ	1,46±0,034	2,25±0,031*	2,50±0,004$^{*°°°}$	2,78±0,027$^{*°°°'"}$
Загальний індекс	19,68±0,379	15,56±0,272*	14,29±0,405$^{*°°}$	12,13±0,423$^{*°°°'"}$
Індекси неспецифічної реактивності				
Індекс імунореактивності	9,71±0,319	20,01±1,138*	20,36±0,369*	20,53±1,163*
Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів	2,96±0,124	11,47±1,160*	15,02±1,037$^{*°}$	17,63±0,665$^{*°°°'"}$
Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів	9,05±0,265	17,92±0,462*	18,77±0,906*	19,27±0,115$^{*°°}$
Лімфоцитарний індекс	3,12±0,012	1,73±0,042*	1,68±0,012$^{*°°}$	1,11±0,054$^{*°°°'"}$
Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів	13,48±0,204	14,61±0,228*	15,88±0,431$^{*°°}$	16,92±0,138$^{*°°°'}$

Примітки: *$p<0,001$ – порівняно з першою групою; °$p<0,05$, °°$p<0,01$; °°°$p<0,001$ – порівняно з другою групою; '$p<0,05$, "$p<0,01$, '"$p<0,001$ – порівняно з третьою групою.

У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ІЗЛК був вищим на 105,0 % ($p<0,001$) і 24,2 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно.

У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІЗЛК був вищим на 65,0 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІЗЛК за впливу на організм курей негативних факторів навколишнього середовища, а саме за відсутності корму, світла та переущільнення, вказує на зсув лейкоцитарної формули їх крові вліво, що свідчить про порушення імунологічної реактивності [34] і надходження в периферійну кров великої кількості «молодих» форм лейкоцитів [28].

Індекс співвідношення гетерофілів та лімфоцитів (ІСГЛ або індекс Кребса), який класично є маркером стресу [12, 20] та відображає співвідношення клітин специфічного та неспецифічного імунітету [19], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. Найвищий ІСГЛ виявлений у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 197,0 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою, та на 66,1 % ($p<0,001$) і 28,9 % ($p<0,01$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, які були позбавлені корму, ІСГЛ був вищим на 130,3 % ($p<0,001$) і 28,8 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У свою чергу, у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСГЛ був вищим на 78,8 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. ІСГЛ характеризує активність фагоцитарних реакцій і факторів специфічного імунітету, а також їх участь у підтримці загальної реактивності організму [28], тому його підвищення за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про перевагу в організмі курей неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів [7].

Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), який дозволяє диференціювати автоінтоксикацію, викликану порушенням роботи імунної або ферментативної системи, та інфекційну інтоксикацію, а також виражає в числах ступінь зсуву лейкоцитарної формули крові [11, 13], знижувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІЛГ виявився найменшим та, водночас, нижчим на 48,7 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 29,8 % ($p<0,001$) і 20,7 % ($p<0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ІЛГ був нижчим на 35,3 % ($p<0,001$) і 11,4 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. Тоді як у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІЛГ був нижчим на 26,9 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Зниження ІЛГ за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про зсув у крові курей лейкоцитарної формули вліво та підтверджує наявність аутоімунної інтоксикації [11, 21, 31]. Зниження ІЛГ також можна розглядати як порушення чинників і механізмів імунологічної реактивності [14].

Одночасне підвищення ІЗЛК та зниження ІЛГ за впливу факторів навколишнього середовища свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин [21].

Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), зміни якого свідчать про наявність інтоксикації, пов'язаної з інфекційним (зменшення ІЛШОЕ) або аутоімунним (збільшення ІЛШОЕ) процесом [18], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. Найвищий ІЛШОЕ виявлено у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 90,4 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 23,6 % ($p<0,001$) і 11,2 % ($p<0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ІЛШОЕ був вищим на 71,2 % ($p<0,001$) і 11,1 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. Водночас, у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІЛШОЕ був вищим на 54,1 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІЛШОЕ за впливу факторів навколишнього середовища свідчить про наявність організмі курей вираженої системної запальної відповіді з високим рівнем ендогенної інтоксикації і порушенням імунологічної реактивності [31], а також підтверджує аутоімунний характер патологічного процесу [2, 21, 30, 36].

Загальний індекс (ЗІ), який є сумою лімфоцитарно-гранулоцитарного (ІЛГ) та співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ) індексів та дозволяє розрізнити характер інтоксикації на ранніх стадіях розвитку патологічного процесу [21], знижувався за впливу факторів навколишнього середовища. Найнижчий ЗІ виявлено у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 38,4 % ($p<0,001$) ніж у курей 1-ї групи та на 22,0 % ($p<0,001$) і 15,1 % ($p<0,001$) – ніж у курей 2-ї та 3-ї груп відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ЗІ був нижчим на 27,4 % ($p<0,001$) і 8,2 % ($p<0,01$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. Водночас, у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ЗІ був нижчим на 20,9 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Зниження ЗІ за

впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про наявність в організмі курей інтоксикаційного процесу [29].

Індекс імунореактивності (ІІР), який відображає стан основних клітин-продуцентів цитокінів та дисбаланс у цитокіновому профілі [23], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІІР був вищим на 111,4 % ($p<0,001$), у курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, – на 109,7 % ($p<0,001$), а у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, – на 106,1 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Водночас, різниці за ІІР у курей 2–4 груп, яких утримували за впливу негативних факторів навколишнього середовища, не виявлено. Підвищення ІІР під час утримання курей за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про декомпенсацію в їх організмі ендогенної інтоксикації [10].

Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ), який свідчить про співвідношення компонентів мікрофагально-макрофагальної системи [31], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. Найвищий ІСГМ спостерігався у курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, – на 495,6 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою, та на 53,7 % ($p<0,001$) і 17,4 % ($p<0,05$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. Водночас кури 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, характеризувались вищим ІСГМ на 407,4 % ($p<0,001$) і 31,0 % ($p<0,05$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСГМ був вищим на 287,5 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІСГМ за впливу негативних факторів навколишнього середовища вказує на підвищення в організмі курей активності гетерофілів у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді [24].

Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ) відображає взаємовідношення афекторної й ефекторної ланок імунологічного процесу [4], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІСЛМ був вищим на 112,9 % ($p<0,001$) і 7,5 % ($p<0,01$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, та у курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСЛМ був вищим на 98,0 % ($p<0,001$) і 107,4 % ($p<0,001$) відповідно, порівняно з 1-ю групою. Відмінностей між 2-ю та 3-ю групами, тобто між фактором відсутності корму та фактором відсутності світла, а також між 3-ю та 4-ю групами, тобто між факторами відсутності світла та значного переущільнення, не виявлено. Підвищення ІСЛМ свідчить про переважання в організмі курей за впливу негативних факторів навколишнього середовища ефекторної ланки неспецифічного імунологічного процесу над афекторною [29].

Лімфоцитарний індекс (ЛІ), який відображає взаємовідношення гуморальної та клітинної ланок імунної системи [21], знижувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ЛІ був нижчим на 64,4 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 35,8 % ($p<0,001$) і 33,9 % ($p<0,001$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ЛІ був нижчим на 46,2 % ($p<0,001$) і 2,9 % ($p<0,01$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ЛІ був нижчим на 44,6 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Зниження ЛІ за впливу негативних факторів навколишнього середовища свідчить про домінування в організмі курей активації клітинної ланки системи імунітету, а також вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації [29].

Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), який відображає співвідношення процесів гіперчутливості негайного і сповільненого типу [21], підвищувався за впливу негативних факторів навколишнього середовища. У курей 4-ї групи, яких утримували за значного переущільнення, ІСЛЕ виявився вищим на 25,5 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою та на 15,8 % ($p<0,001$) і 6,5 % ($p<0,05$) порівняно з 2-ю та 3-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за відсутності світла, ІСЛЕ був вищим на 17,8 % ($p<0,001$) і 8,7 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю та 2-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, які були позбавлені корму, ІСЛЕ був вищим на 8,4 % ($p<0,001$) порівняно з 1-ю групою. Підвищення ІСЛЕ за впливу негативних факторів навколишнього середовища відображає переважання в організмі курей реакцій гіперчутливості негайного типу над реакціями уповільненого типу, що свідчить про наростання автоінтоксикації та порушення імунологічної реактивності [16].

Визначення інформативності змін інтегральних імуногематологічних індексів як показників системи імунітету показало, що всі вони в тій чи іншій мірі відображали реакцію організму курей на короткостроковий вплив негативних факторів навколишнього середовища (табл. 3).

3. Ступінь імунологічних порушень за індексами крові курей

Індекси	Група курей		
	2	3	4
Індекси інтоксикації			
Індекс зсуву лейкоцитів	+II	+III	+III
Індекси активності запалення			
Індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (Індекс Кребса)	+III	+III	+III
Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс	-I	-II	-II
Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ	+II	+III	+III
Загальний індекс	-I	-I	-II
Індекси неспецифічної реактивності			
Індекс імунореактивності	-I	-I	-II
Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів	+III	+III	+III
Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів	+III	+III	+III
Лімфоцитарний індекс	-II	-II	-II
Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів	+I	+I	+I

Висновки

Комплексна оцінка інтегральних імуногематологічних індексів на основі розширеного загального аналізу крові є інформативною в оцінці розвитку та ступеня тяжкості стресового стану організму курей зумовленого короткостроковим впливом негативних факторів навколишнього середовища.

За впливу негативних факторів навколишнього середовища, незалежно від їх природи, спостерігалось підвищення індексів зсуву лейкоцитів, імунореактивності, співвідношення гетерофілів та лімфоцитів, лімфоцитів та ШОЕ, гетерофілів та моноцитів, лімфоцитів та моноцитів, а також лімфоцитів та еозинофілів. Це вказує на зсув лейкоцитарної формули вліво, перевагу неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшені кількості гетерофілів, підвищенні їх активності у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді та свідчить про наявність в організмі курей високого рівня ендогенної інтоксикації і порушення імунологічної реактивності, а також може інформувати про аутоімунний характер патологічного процесу. Водночас відбувалось зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного, загального та лімфоцитарного індексів, що підтверджує зсув лейкоцитарної формули в ліво та свідчить про домінування активації клітинної ланки системи імунітету, вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації, а також відображає переважання реакцій гіперчутливісті негайного типу над реакціями уповільненого типу. Одночасне підвищення індексу зсуву лейкоцитів та зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення у них імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин.

References

1. Belyaeva, E. Yu., & Buslovskaya, L. K. (2012). Adaptive reactions and biochemical parameters of the blood of chickens under different light conditions. *Scientific Bulletin, Series Natural Sciences,* 21 (140), 143–148.

2. Bondarchuk, I. V., Sidorchuk, L. P., & Sidorchuk, I. Y. (2016). The level of adaptive stress and cellular reactivity of the body of patients with hypertension in combination with coronary heart disease. *Bukovynian Medical Bulletin*, 20 (2 (78)), 16–19. doi: 10.24061/2413-0737.XX.2.78.2016.62

3. Dawkins, M. S. (2003). Behavior as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology*, 106, 383–387. doi: 10.1078/0944-2006-00122

4. Derkho, M. A., & Samoilova, E. S. (2011). Integral indices of intoxication as a criterion for assessing the level of endogenous intoxication in babesiosis. *Scientific Notes of KSAVM Named After N. E. Bauman*, 207, 170–177.

5. Fisinin, V. I., Papazyan, T., & Suray, P. (2009). Innovative methods of dealing with stress in poultry, *Ptitsevodstvo*, 8, 10–14.

7. Flügge, G. (1999). Effects of cortisol on brain alpha2-adrenoceptors: potential role in stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23 (7), 949–956. doi: 10.1016/s0149-7634(99)00028-7

7. Gao, S. Q., Huang, L. D., Dai, R. J., Chen, D. D., Hu, W. J., & Shan, Y. F. (2015). Neutrophil-lymphocyte ratio: a controversial marker in predicting Crohn's disease severity. *Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 1 (8 (11)), 14779–14785.

8. Heidt, T., Sager, H. B., Courties, G., Dutta, P., Iwamoto, Y., Zaltsman, A., von Zur Muhlen, C., Bode, C., Fricchione, G. L., Denninger, J., Lin, C. P., Vinegoni, C., Libby, P., Swirski, F. K., Weissleder, R., & Nahrendorf, M. (2014). Chronic variable stress activates hematopoietic stem cells. *Nature medicine*, 20 (7), 754–758. doi: 10.1038/nm.3589

9. Kavtarashvili, A. Sh., & Kolokol'nikova, T. N. (2010). Physiology and productivity of poultry under stress (review). *Agricultural Biology*, 4, 25–37. [In Russian].

10. Khabirov, T. Sh. (2002). The level of the reactive response of neutrophils as an indicator of the severity of endogenous intoxication in abdominal sepsis. *Trudy IX to the SFULT Congress*, 223.

11. Kholodkovskaya, V. D., & Barabanov, A. L. (2015). Using integral hematological indices to assess severity of endogenous toxicosis in chronic dermatoses. *International Scientific and Practical Conference «World Science»*, 3 (2), 69–72.

12. Letkin, A. I. (2020). Blood leukocyte indices of laying hens with nonspecific stress syndrome. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2 (184), 102–108.

13. Lewandowski, R. A. (2014). Cellular and immunological reactivity of the organism in patients after resection of the upper and lower jaws for the removal of malignant tumors. *Clinical and experimental pathology*, XII, 2 (48), 83–87.

14. Matolich, U. D. (2016). Diagnostic value of hematological indices in phlegmons of the maxillofacial area and neck. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 1 (53), 108–110.

15. Maxwell, M. H., Hocking, P. M., & Robertson, G. W. (1992). Differential leucocyte responses to various degrees of food restriction in broilers, turkeys and ducks. *British Poultry Science*, 33 (1), 177–187. doi: 10.1080/00071669208417455.

16. Mazur, O. A., Olenovich, O. A., Plaksiviy, A. G., Kalutsky, I. V., Yakovets, K. I. & Bogach, V. A. (2017). Indicators of endogenous intoxication in patients with chronic purulent maxillary sinusitis with type 1 diabetes mellitus. *Bukovynskyi Medychnyi Visnyk*, 21 (1 (81)), 76–80.

17. Miftakhutdinov, A. V. (2014). Experimental approaches to stress diagnostics in poultry (review). *Agricultural Biology*, 2, 20–30. doi: 10.15389/agrobiology.2014.2.20eng.

18. Mustafina, Zh. G., Kramarenko, Yu. S., & Kobtseva, V. Yu. (1999). Integral hematological parameters in the assessment of the body's immunological reactivity in patients with ophthalmopathology. *Clinical Laboratory Diagnostics*, 5, 47–48.

19. Nikiforov, A. (2010). *Neurology: a complete explanatory dictionary*. Moscow, Eksmo.

20. Nwaigwe, C. U., Ihedioha, J. I., Shoyinka, S. V., & Nwaigwe, C. O. (2020). Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*, 13 (10), 2294–2300. doi: 10.14202/vetworld.2020.2294-2300.

21. Ostrovska, L. Y., Moshel, T. M., & Ivanytskyi, I. O. (2016). Analysis of indicators hemogram in patients with inflammatory and inflammatory-dystrophic changes of periodontal tissues. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*, 1 (126), 360–363.

22. Scanes, C. G. (2016). Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. *Poultry Science*, 95 (9), 2208–2215. doi: 10.3382/ps/pew137

23. Shabalov, N. P., Ivanov, D. O., & Shabalova, N. N. (2001). Heterogeneity of the systemic inflammatory response in neonatal. *Medical Academic Journal*, 1 (3), 81–90.

24. Sierzega, M., Lenart, M., Rutkowska, M., Surman, M., Mytar, B., Matyja, A., Siedlar, M., & Kulig, J. (2017). Preoperative Neutrophil-Lymphocyte and Lymphocyte-Monocyte Ratios Reflect Immune Cell Population Rearrangement in Resectable Pancreatic Cancer. *Annals of Surgical Oncology*, 24 (3), 808–815. doi: 10.1245/s10434-016-5634-0

25. Siplivy, V. A., Kon, E. V., & Evtushenko, D. V. (2009). Use of leukocyte indices for predicting the outcome of peritonitis. *Clinical surgery*, 9, 21–26.

26. Stanishevskaya, O. I., & Fedorova, E. S. (2019). Comparative assessment of the stress reactivity of the organism of chickens of the Russian White breeds with SW + and Amrox mutations to hypothermia in the embryonic and early postnatal periods of ontogenesis. *Agricultural Biology*, 54 (6), 1135–1143. doi: 10.15389/agrobiology.2019.6.1135rus

27. Surai, P., & Fisinin, V. I. (2012). The modern anti-stress technologies in poultry: from antioxidants to vitagenes. *Agricultural Biology*, 4, 3–12. doi: 10.15389/agrobiology.2012.4.3eng

28. Tkachenko, E. A., & Derho, M. A. (2014). Leukocyte indices in experimental cadmium intoxication in mice. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 3, 81–83.

29. Radzykhovsky, M. L., Goralsky, L. P., Borisevich, B. V., & Dyshkant, O. V. (2018). Integral indices of intoxication in dogs for crown viral enteritis. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 13–19. doi: 10.33245/2310-4902-2018-144-2-13–19.

30. Raznatovskaya, E. N. (2012). Integral indices of endogenous intoxication in patients with chemoresistant pulmonary tuberculosis. *Current Issues Of Pharmaceutical and Medical Science and Practice*, 2 (9), 119–120.

31. Rekalova, O. M., Panasyukova, O. R., & Koval, N. G. (2017). The use of leukocyte indices in the immunological assessment of the activity of the inflammatory process in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Asthma and Allergy*, 1, 27–33.

32. Rushen, J. (1991). Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 28, 381–386. doi: 10.1016/0168-1591(91)90170-3

33. Weimer, S. L., Wideman, R. F., Scanes, C. G., Mauromoustakos, A., Christensen, K. D. & Vizzier-Thaxton, Y. (2018). An evaluation of methods for measuring stress in broiler chickens *Poultry Science*, 97 (10), 3381–3389. doi: 10.3382/ps/pey204

34. Yabluchansky, N. I. (1983). Leukocyte shift index as a marker of the body's reactivity in acute inflammation. *Laboratornoe delo*, 1, 60–61.

35. Zamaziy, A. A. (2018). Hemocytopoiesis of functionally active newborn calves and calves in the state of hypoxia. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6 (3), 44–49. doi: 10.32819/2018.63009

36. Zubchenko, S. O., Akimova, V. M., & Lapovets, L. E. (2014). Detection of prenosological disorders on the basis of changes in integrated hematological indices in patients with a latent stage of chronic Epstein-Barr virus infection. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*,1 (113), 125–128.

Стаття надійшла до редакції: 20.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Осадча Ю. В., Сахацький Г. І. Діагностичне значення інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 162–170.

© Осадча Юлія Василівна, Сахацький Григорій Іванович, 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. 32/38. 082.23 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.21**

INTERDEPENDENCE OF WOOL LENGTH WITH PRODUCTIVITY INDICATORS OF TAVRIA TYPE SHEEP, ASKANIA FINE-FLEECE BREED

N. N. Korbych ORCID 0000-0002-0266-8181

Kherson State Agrarian and Economic University, 23, Strytenska str., Kherson, 73006
E-mail: nkorbich@ukr.net

How to Cite

Korbych, N. N. (2021). Interdependence of wool length with productivity indicators of Tavria type sheep, Askania fine-fleece breed. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 171–177. doi: 10.31210/visnyk2021.04.21

For thousands years, sheep breeding as a uniquely important branch of productive livestock farming, has served and is serving greatly to people at present. There have been no least doubts in the expediency and importance of breeding sheep that satisfy human requirements in such indispensable products as wool, sheepskin, lambskin, and mutton. The work is aimed at finding correlation links between wool length and the main productivity indicators in different sex and age groups of Tavria type sheep, Askania fine-fleece breed in order to use them in breeding and pedigree work. According to the purpose of the work, the following tasks were set: to form experimental groups of sheep, analyze qualitative indicators of wool and calculations of correlation relations of wool length with the main indicators of wool and meat productivity. Wool length indicators of the experimental animals varied within 9.6–14.1 cm regarding sex and age groups. The highest fleece indicators were observed in female lambs and amounted to 14.1 cm. As compared to shearlings, the difference made only 0.2 cm or 1.4 %. Somewhat higher difference indicators were found between female lambs and breeding rams – 1.7 cm or 12.1 % and ewes – 4.5 cm or 31.9 %. The obtained results in live weight of all the experimental stock show that with the age, the live weight indicators appropriately increase. For example, breeding rams had the highest live weight indicators, which amounted to 114.68 kg on the average; the difference between them and ram-lambs made 39.0 kg or 34.0 %. The difference in live weight of ewes and female lambs was considerably less and amounted to 2.9 kg or 5.0 %. It has been established that the output of washed filament in the experimental groups varied within 51.66–63.24 %. If grown-up stock was compared with young animals, it has been found that the advantage of breeding rams over shearlings amounted to 7.61 % and ewes over female lambs – 7.14 %. Fleece fineness of the experimental herd fluctuated from 20.68 to 23.12 mcm or it was within 64-60 quality. Coarse wool with the quality of 60 was found in breeding rams; the fleece of ewes, shearlings, and female lambs was of quality 64. The estimated fleece density of the experimental stock fluctuated within 3.28–3.84 points, that is, it was characterized from satisfactory to thick. It has been established that such indicators as live weight and fleece density have negative low correlation with wool length and their values fluctuate within – 0.014 to – 0.421. All other indicators, in particular, wool yield of washed and unwashed fleece, the output of washed filament, and fleece fineness have a positive correlation with wool length taking into account the animal sex and age and fluctuated within 0.093–0.599.

Key words: *fine fleece, wool length, correlation, Tavria sheep type, physical and mechanical properties of wool.*

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ДОВЖИНИ ВОВНИ З ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ ТАВРІЙСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ ТОНКОРУННОЇ ПОРОДИ

Н. М. Корбич
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м.Херсон, Україна

Вівчарство як унікально важлива галузь продуктивного тваринництва тисячі років з великою користю слугувала і нині слугує людям. Ніколи не виникало навіть найменшого сумніву в доцільності та значенні розведення овець, які забезпечують потреби людини в таких незамінних продуктах як вовна, овчини, смушки, баранина. Мета роботи направлена на виявлена кореляційних зв'язків між довжиною вовни та основними показниками продуктивності в різних статево-вікових груп овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи для їх використання в селекційно-племінній роботі. Відповідно до мети роботи було поставлено наступні завдання: скомплектувати дослідні групи овець, провести аналіз якісних показників вовни та розрахунки кореляційних зв'язків довжини вовни з основними показниками вовнової та м'ясної продуктивності. Показники довжини вовни дослідного поголів'я коливалися в межах 9,6–14,1 см з урахуванням статево-вікових груп. Найвищі показники вовни було відмічено у ярок, які склали 14,1 см. Різниця із баранами-річняками склала лише 0,2 см, або 1,4 %. Дещо вищі показники різниці було відмічено між ярками та баранами – плідниками – 1,7 см, або 12,1 % та вівцематками 4,5 см, або 31,9 %. Одержані результати живої маси всього дослідного поголів'я свідчать, що з віком показники живої маси закономірно збільшуються. Так найвищі показники живої маси мали барани-плідники, які в середньому становили 114,68 кг, різниця із баранчиками склала 39,0 кг, що складає 34,0 %. Різниця за живою масою між вівцематками та ярками була значно меншою і склала 2,9 кг, або 5,0 %. Встановлено, що вихід митого волокна в дослідних групах коливався в межах 51,66–63,24 %. Якщо порівнювати доросле поголів'я з молодняком, встановлено, що перевага баранів-плідників над річняками склала 7,61 %, а вівцематок над ярками 7,14 %. Тонина вовни дослідного поголів'я коливалася від 20,68 до 23,12 мкм., або була в межах 64–60 якості. Грубішу вовну виявлено у баранів-плідників з 60 якістю, вовна вівцематок, баранів-річняків та ярок віднесена до 64 якості. Оцінка густоти вовни дослідного поголів'я коливалася в межах 3,28–3,84 бали, тобто характеризувалася в межах від задовільної до густої. Встановлено, що такі показники, як жива маса та густота вовни мають від'ємну низьку кореляцію з довжиною вовни і їх значення коливається в межах від – 0,014 до –0,421. Всі інші показники, зокрема, настриг немитої та митої вовни, вихід митого волокна та тонина вовни мають позитивну кореляцію з довжиною вовни з урахуванням статі та віку тварини і коливалася в межах 0,093–0,599.

Ключові слова: *тонка вовна, довжина вовни, кореляція, таврійський тип овець, фізико-механічні властивості вовни.*

Вступ

В Україні є племінна база всіх виробничих напрямів світового вівчарства, але зараз ця галузь в Україні знаходиться на межі зникнення. Поголів'я овець різко скоротилося. Основна зона вівчарства в Україні – Степова, оскільки тут зосереджено 76,4 % від загальної кількості овець. Через розвал економіки держави загалом вовнопереробні підприємства майже не працюють, а ціна на сировину дуже низька [1–4].

Показники продуктивності овець досить різноманітні і, у першу чергу, залежать від напряму продуктивності. Тонкорунні вівці характеризуються високими показниками вовнової та м'ясної продуктивності [5–7].

Основний представник тонкорунних овець на півдні України – це вівці таврійського типу асканійської тонкорунної породи з племінним центром їх розведення в Асканія-Нова. Оцінка показників продуктивності таврійського типу асканійської тонкорунної породи та інших тонкорунних порід світу проведена досить великою кількістю науковців. Зокрема, генетичну структуру популяції вивчали В. Яковчук, Haiyu Zhao Ruixue, R. Al-Atiyata [8–10] аналіз відтворювальних показників наведено у роботах В. Іовенка [11], оцінку фізико-механічних властивостей вовни висвітлено у працях Т. Нежлукченко, Б. Вовченко, К. Заруби, Н. Корбич [12–15]. Також вивчали вплив змін клімату на вовнову продуктивність [16] та особливості структурної організації, хімічного складу та фізичних показників тонкої вовни овець [17].

Довжина вовни є однією з основних геометричних характеристик її якісних властивостей, яка в першу чергу залежить від породної належності тварин, проведеної селекції на вдосконалення цієї ознаки. Довжина вовни має технологічне значення, тому що для промислової переробки придатна вовна довжиною не менше 7,5 см. Довжина вовни взаємопов'язана з іншими господарсько корисними ознаками і є показником, що враховується в селекційно-племінній роботі [18, 19].

Мета роботи направлена на виявлена кореляційних зв'язків між довжиною вовни та основними показниками продуктивності у різних статево-вікових груп овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи для їх використання в селекційно-племінній роботі.

Для досягнення мети розв'язували такі *завдання:* оцінити основні фізико-механічні властивості вовни та провести розрахунки кореляційних зв'язків довжини вовни з основними показниками вовнової та м'ясної продуктивності в дослідних групах.

Матеріал і методи досліджень

Дослідну частину роботи було проведено на вівцях таврійського типу асканійської тонкорунної породи різних статево-вікових груп, зокрема, барани-плідники, вівцематки, барани-річняки та ярки. Матеріали для досліджень відібрано із результатів бонітування за 2020 рік. Загальна кількість дослідного поголів'я склала 50 голів.

У роботі використано загальноприйняті методи досліджень: зоотехнічні – визначення показників вовнової продуктивності та їх живої маси [20, 21]; статистичні - біометричної обробки результатів [22].

Результати досліджень та їх обговорення

До основних технологічних властивостей вовни належать: тонина, довжина, звивистість, міцність, пружність, розтяжність, еластичність, пластичність, колір, блиск, звалювання, крім того вона має прядильні властивості. Довжина вовни - є однією з основних фізико-механічних ознак та селекційний показник, який визначає призначення вовни під час її переробки.

Встановлено, що показники довжини вовни дослідного поголів'я коливалися в межах 9,6-14,1 см з урахуванням статево-вікових груп. Крім того, встановлено, що барани-плідники та вівцематки мали дещо нижчі показники довжини вовни порівняно з молодняком (барани-річняки та ярки). Це відповідає загальноприйнятим положенням, тобто, інтенсивність росту вовни у молодих тварин більша порівняно з дорослими.

Мінімальні вимоги до довжини вовни для овець класу еліта становлять: барани-плідники та вівцематки – 9,0 см, баранчики та ярки – 10 см, для овець I класу відповідно 8,0 см та 9,0 см. Порівнюючи одержані результати з мінімальними вимогами до породи встановлено, що довжина вовна всіх дослідних груп переважала мінімальні вимоги для овець, як для класу еліта, так і для I класу.

Загальновідомо, що довжина вовни – це показник , який характеризує її якість, тому коефіцієнт мінливості має бути низьким. У розрахунках одержано аналогічну закономірність, у всіх дослідних групах коефіцієнт мінливості характеризувався, як низькомінливий і коливався в межах 7,41–8,93 %.

Для встановлення кореляційних зв'язків довжини вовни з основними показниками продуктивності було проаналізовано живу масу дослідного поголів'я різних статево-вікових груп (табл. 1).

1. Аналіз показників живої маси дослідного поголів'я, кг

Статево-вікові групи	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	σ	Cv, %
Барани-плідники	114,6±10,73	13,41	11,69
Вівцематки	58,2±3,89	4,95	8,95
Барани-річняки	75,6±7,45	9,51	12,56
Ярки	55,3±3,94	5,22	8,96

Жива маса – це основний показник, який характеризує ріст та розвиток тварини. Одержані результати живої маси всього дослідного поголів'я свідчать, що з віком показники живої маси закономірно збільшуються. Найвищі показники живої маси мали барани-плідники, які в середньому становили 114,68 кг, різниця із баранчиками склала 39,0 кг, що складає 34,0 %.

Різниця за живою масою між вівцематками та ярками була значно меншою і склала 2,9 кг, або 5,0 %.

Порівнюючи живу масу дорослого поголів'я та молодняку встановлено, що різниця за показниками живої маси між баранами-плідниками та вівцематками склала 56,4 кг, або 49,2 % та між

баранчиками та ярками 20,3 кг, або 26,8 %. Таким чином, поголів'я чоловічої статі переважало жіночу за показниками живої маси.

Мінімальні показники живої маси дослідного поголів'я даної породи становлять: для класу еліта – барани-плідники – 90,0 кг, вівцематки – 55,0 кг, баранчики – 52,0 кг та ярки – 42,0 кг; для тварин I класу відповідно – 80,0; 50,0; 48,0; 40,0 кг.

Порівняння показників живої маси дослідного поголів'я з мінімальними вимогами до породи виявило, що одержані дані живої маси за всіма дослідними групами переважають мінімальні вимоги до породи для тварин класу еліта. Різниця склала: для баранів-плідників – 24,68 кг, або 21,5 %, вівцематок – 3,25 кг, або 5,6 %, баранчиків – 23,68 кг, або 31,3 % та ярок – 7,38 кг, або 13,32 %.

Проте, настриг немитої вовни – це суб'єктивний показник вовнової продуктивності, об'єктивними показниками являються вихід митого волокна і настриг митої вовни. У роботі проведено аналіз показників виходу митого волокна та настригу митої вовни в овець дослідних груп (табл. 2).

2. Показники вовнової продуктивності дослідного поголів'я

Показники	Статево-вікові групи	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	σ	Cv, %
Вихід митого волокна, %	барани-плідники	59,2±3,67	4,78	8,06
	вівцематки	63,2±5,48	7,55	11,94
	барани-річняки	51,6±3,03	3,96	7,66
	ярки	56,1±4,48	5,37	9,57
Настриг митої вовни, кг	барани-плідники	6,2±0,68	0,94	15,10
	вівцематки	2,8±0,65	0,78	27,85
	барани-річняки	3,8±0,52	0,67	17,20
	ярки	4,1±0,51	0,68	16,46

Найвищі показники виходу митого волокна мали вівцематки, які склали 63,24 %. Різниця із баранами плідниками становила 3,97 %. Значно менші показники виходу митого волокна мало молоде поголів'я. Так, у ярок вихід митого волокна склав 56,1 %, що на 4,44 % більше порівняно з баранчиками.

Якщо порівнювати доросле поголів'я з молодняком, встановлено, що перевага баранів-плідників над баранами-річняками склала 7,61 %, а вівцематок над ярками 7,14 %.

На основі одержаних показників виходу митого волокна розраховано показники настригу митої вовни. Встановлено, що закономірність вищих показників, як при настригу немитої вовни, так і митої вовни, збереглися у баранів-плідників - настриг митої вовни склав 6,22 кг, у вівцематок даний показник був значно нижчим і становив лише 2,8 кг.

У групі молодняку вищі показники настригу митої вовни було відмічено в ярок – 4,1 кг, перевага над баранчиками склала 0,23 кг, або 5,6 %.

Мінімальні показники настригу митої вовни класу еліта для баранів-плідників становлять 6,5 кг, вівцематок 2,8 кг, баранчиків – 3,2 та ярок 2,5 кг; для тварин I класу відповідно – 5,5, 2,5, 2,8 та 2,2 кг.

Встановлено, що в дослідного поголів'я баранів-річняків, ярок та вівцематок настриг вовни був у межах, або вище вимог класу еліта, барани-плідники мали настриг митої вовни відповідно до мінімальних вимог I класу.

Індивідуальний розподіл дослідного поголів'я за показниками настригу митої вовни показав: у групі баранів-плідників мінімальний показник настригу склав 4,1 кг, максимальний – 8,5 кг. Проте 20 % поголів'я мали настриг митої вовни нижчий за мінімальні вимоги для тварин I класу (4,1–5,4 кг), 36 % дослідного поголів'я характеризувалися настригом митої вовни в межах вимог I класу – 5,5-6,4 кг, решта тварин мали настриг митої вовни вищим за мінімальні вимоги для класу еліта і коливалися в межах 6,6-8,5 кг.

У групі вівцематок 8 % поголів'я мали досить низький настриг митої вовни - 1,5-1,6 кг, 44,0 % поголів'я характеризувалися настригом нижчим, ніж мінімальні вимоги до I класу і мали настриг в межах 1,5–2,4 кг, 12,0 % тварин мали настриг вовни в межах I класу (2,5–2,9 кг) та у 44,0 % поголів'я настриг вовни був у межах 2,9–4,3 кг, що вище вимог до тварин класу еліта.

У групі ярочок все дослідне поголів'я мало настриг митої вовни вищим, ніж потребують мінімальні вимоги до тварин класу еліта, який коливався від 2,5 до 5,2 кг.

У групі баранчиків 96,0 % поголів'я характеризувалося настригом митої вовни вищим ніж вимагають мінімальні стандарти для тварин класу еліта (3,2–5,1 кг) і лише 4 % поголів'я мали настриг меншим за вимоги І класу – 2,2 кг.

До основних фізико-механічних властивостей вовни відносяться тонина, довжина, густота, міцність, пружність, еластичність. У роботі проаналізовано два основних показника – густоту і тонину вовни (табл. 3).

3. Фізико-механічні властивості вовни дослідного поголів'я

Показники	Статево-вікові групи	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	σ	Cv, %
Тонина вовни, мкм	барани-плідники	23,1±1,01	1,27	5,49
	вівцематки	22,8±1,89	4,87	21,33
	барани-річняки	20,6±1,34	1,75	8,89
	ярки	21,1±0,33	0,47	2,23
Густота вовни, бали	барани-плідники	3,3±0,43	0,48	14,34
	вівцематки	3,8±0,33	0,47	12,31
	барани-річняки	3,2±0,46	0,54	16,51
	ярки	3,2±0,40	0,46	13,97

Тонина вовни дослідного поголів'я коливалася від 20,68 до 23,12 мкм., або була в межах 64–60 якості. Грубішу вовну виявлено у баранів-плідників з 60 якістю, вовна вівцематок, баранів-річняків та ярок віднесена до 64 якості. Порівнюючи одержані дані з мінімальними вимогами встановлено, що тонина вовни всіх дослідних груп відповідає нормативним вимогам, так як у баранів-плідників та річняків вона може коливатися в межах 60–58 якості, у вівцематок та ярок – 64–60 якості.

Оцінка густоти вовни дослідного поголів'я коливалася в межах 3,28–3,84 бали, тобто характеризувалася в межах від задовільної до густої. Найгустіша вовна виявлена у вівцематок. Яку оцінили в 3,84 бали, різниця з баранами-плідниками склала 0,52 бали. Густота вовни молодняку була однаковою і оцінена в середньому в 3,28 балів.

У роботі проведено розрахунки кореляційних зв'язків між довжиною вовни та основними показниками продуктивності овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи різних статево-вікових груп (табл. 4).

4. Кореляційні зв'язки довжини вовни з основними показниками продуктивності овець

Кореляційні зв'язки	Барани-плідники	Вівцематки	Барани-річняки	Ярки
Довжина вовни х жива маса	-0,121	-0,190	- 0,306	- 0,1400
Довжина вовни х настриг немитої вовни	0,093	0,121	0,515	0,533
Довжина вовни х вихід митого волокна	0,336	0,100	0,335	0,259
Довжина вовни х настриг митої вовни	0,159	0,277	0,510	0,599
Довжина вовни х тонина вовни	0,484	0,382	0,417	0,491
Довжина вовни х густота вовни	-0,014	-0,080	-0,071	-0,421

Встановлено, що такі показники, як жива маса та густота вовни мають від'ємну низьку кореляцію з довжиною вовни і їх значення коливається в межах від - 0,014 до - 0,421. Всі інші показники, зокрема, настриг немитої та митої вовни, вихід митого волокна та тонина вовни мають позитивну кореляцію з довжиною вовни з урахуванням статі та віку тварини. Крім того встановлено, що у дорослого поголів'я (барани-плідники та вівцематки) між довжиною та настригом вовни позитивну низьку кореляцію (0,093–0,277), тоді як у групі молодняку (барани-плідники та ярки) вона віднесена до позитивної із середніми значеннями (0,510–0,599). Між виходом митого волокна та довжиною вовни відмічена позитивна низька кореляція (0,1–0,336), а між довжиною та тониною позитивна із середніми значеннями (0,382–0,491).

Висновки

Встановлено, що показники довжини вовни дослідного поголів'я коливалися в межах 9,6–14,1 см з урахуванням статево-вікових груп. Барани-плідники та вівцематки мали дещо нижчі показники довжини вовни порівняно з молодняком. Довжина вовна всіх дослідних груп переважала мінімальні

вимоги до овець, як для класу еліта, так і для I класу. Встановлено, що жива маса та густота вовни мають від'ємну низьку кореляцію з довжиною вовни (- 0,014 до -0,421). Настриг немитої та митої вовни, вихід митого волокна та тонина вовни мають позитивну кореляцію з довжиною вовни від низькою (0,093) до середньої (0,599). Таким чином, під час проведення селекційно-племінної роботи потрібно враховувати, що при збільшенні довжини вовни зростають показники настригу вовни, виходу митого волокна та тонини, а жива маса і густота вовни можуть незначно зменшуватися.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивчені взаємозв'язків основних фізико-механічних властивостей вовни між собою та показниками м'ясної продуктивності.

References

1. Tymofiishyn, I. I., & Dymchuk, A. V. (2016). Nastryhy ta fizyko-mekhanichni vlastyvosti vovny pomisnykh yarok pivnichnokavkazkoi miaso-vovnovoi porody ovets naukovyi zhurnal *Tvarynnytstvo ta Tekhnolohii Kharchovykh Produktiv*, 236, 284–286. [In Ukrainian].

2. Tymofiishyn, I. I. (2015). Perspektyvy rozvytku vivcharstva Khmelnychchyny. *Zootekhnichna nauka: istoriia, problemy, perspektyvy*: materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Kamianets-Podilskyi [In Ukrainian].

3. Vovchenko, B. O., & Sobol, O. M. (2018). Aktualnist vykorystannia pastushykh sobak v umovakh suchasnoho vedennia haluzi vivcharstva. *Vivcharstvo ta Kozivnytstvo*, 3, 29–39. doi: 10.33694/2415-3958-2018-1-3-29-38 [In Ukrainian].

4. Toro-Mujica, P., & Riveros, J. L. (2021). Sheep production systems in Chilean Patagonia. Characterization and typology. *Small Ruminant Research*, 204, 106516. doi: 10.1016/j.smallrumres.2021.106516

5. Binkevych, V. Ia., & Yatsenko, I. V. (2015). Vivcharstvo Ukrainy: osnovni tendentsii funktsionuvannia haluzi. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii imeni S .Z. Gzhytskoho*, 17 (1 (61) 2.), 212–220. [In Ukrainian].

6. Chernikova, N. S. (2020)/ Stanovlennia ta rozvytok merynosovoho vivcharstva v pivdennoukrainskykh huberniiakh u pershii polovyni XIX st. *Vcheni Zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriia: Istorychni Nauky*, 3 (31 (70)), 105–111. doi: 10.32838/2663-5984/2020/3.16

7. Turynskiy, V., Bogdanova, K., & Bogdanova, N. (2020). State and trends of the development of competitive sheep breeding in Ukraine. *The Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science NAAS of Ukraine*, (124), 203–212. doi: 10.32900/2312-8402-2020-124-203-212

8. Yakovchuk, H. O., & Skrepets', K. V. (2018). The peculiarities of the genetic structure the askcanian fine-fleece tavrian type sheep breed populations. *The Professional Thematic Collection of Scientific Work "Sheep and Goat Breeding",* 156–168. doi: 10.33694/2415-3958-2018-1-3-156-168

9. Zhao, H., Hu, R., Li, F., & Yue, X. (2021). Two strongly linked blocks within the KIF16B gene significantly influence wool length and greasy yield in fine wool sheep (Ovis aries). *Electronic Journal of Biotechnology*, 53, 23–32. doi: 10.1016/j.ejbt.2021.05.003

10. Al-Atiyat, R., Flood, W., Franklin, I., Kinghorn, B., & Ruvinsky, A. (2016). Microsatellite-based genetic variation and differentiation of selected Australian Merino sheep flocks. *Small Ruminant Research*, 136, 137–144. doi: 10.1016/j.smallrumres.2016.01.018

11. Iovenko, V. M., & Nezhlukchenko, N. V. (2017). Produktyvni ta vidtvoriuvalni yakosti ovets tavriiskoho typu askaniiskoi tonkorunnoi porody. *Vivcharstvo ta Kozivnytstvo*, 2, 72–80. [In Ukrainian].

12. Nezhlukchenko, N. V., Noskova, A. M., Saiakhova, M. K., & Nezhlukchenko, T. I. (2020). Pokaznyky zhyropotu ta selektsiinykh oznak produktyvnosti ovets askaniiskoi tonkorunnoi porody tavriiskoho typu. *Vivcharstvo ta Kozivnytstvo*, 5, 118–129. [In Ukrainian].

13. Papakina, N. S., & Vovchenko, B. O. (2021). Mekhanizmy biolohichnoi adaptatsii ovets. *Suchasna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku*: materialy III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh z nahody Dnia nauky, m. Kherson, 19 travnia 2021 r. Kherson [In Ukrainian].

14. Zaruba, K. V., Drozd, S. L., & Hladii, I. A. (2020). Rist i rozvytok molodniaku, oderzhanoho vid skhreshchuvannia baraniv-plidnykiv miasnoho napriamu produktyvnosti z vivtsematkamy askaniiskoi tonkorunnoi porody *ivcharstvo ta Kozivnytstvo*, 5, 38–49. [In Ukrainian].

15. Nezhlukchenko, T., Korbich, N., Nezhlukchenko, N., & Dubinsky, O. (2020). The untrue wooland its relationship with productivity indicators of tauric-tailed lambs of the ascanian fi nefl eece breed. T*ehnologìâ Virobnictva ì Pererobki Produktìv Tvarinnictva*, (1(156)), 22–28. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-22-28

16. Gonzalez, E. B., Sacchero, D. M., & Easdale, M. H. (2020). Environmental influence on Merino sheep wool quality through the lens of seasonal variations in fibre diameter. *Journal of Arid Environments*, 181, 104248. doi: 10.1016/j.jaridenv.2020.104248

17. Stapai, P. V., Stakhiv, N. P., Tkachuk, V. M., & Smolianinova, O. O. (2021). The relationship between structural lipids of sheep wool with its individual macrostructural components, chemical composition and physical indicators. *The Animal Biology*, 23(1), 38–43. doi: 10.15407/animbiol23.01.038

18. Hatcher, S., & Preston, J. W. (2018). Genetic relationships of breech cover, wrinkle and wool coverage scores with key production traits in Australian Merino sheep. *Small Ruminant Research*, 164, 48–57. doi: 10.1016/j.smallrumres.2018.04.010

19. Pokhyl, V. I., Pokhyl, O. M., & Dychakivska, A. Yu. (2019). Vplyv promyslovoho skhreshchuvannia na produktyvni pokaznyky ovets. *Problemy pidvyshchennia yakosti ta bezpeky vyrobnytstva y pererobky produktsii tvarynnytstva*: tezy dopovidi naukovo-praktychnoi konferentsii aspirantiv, zdobuvachiv ta vykladachiv biotekhnolohichnoho fakultetu za rezultatamy naukovo-doslidnoi roboty, m. Dnipro 16 travnia 2019 r. Dnipro [In Ukrainian].

20. Kogan-Berman, M. Ya. (Red.). (1958). *Metodicheskie ukazaniya po issledovaniyu shersti ovec*. Moskva [In Russian]

21. Basovskyi, M. Z. (Red.). (2001). *Rozvedennia silskohospodarskykh tvaryn*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

22. Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina, N. S. (2009). *Biometrychnyi analiz minlyvosti oznak silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi*. Kherson: RVTs «Kolos» [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 21.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Корбич Н. М. Взаємозв'язок довжини вовни з показниками продуктивності овець таврійського типу асканійської тонкорунної породи. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 171–177.

© Корбич Наталія Миколаївна, 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 636.5:636.083| **doi: 10.31210/visnyk2021.04.22**

OPTIMAL CAGE DENSITY OF BROILER CHICKENS IN THE CONDITIONS OF SMALL FARMS

O. Liubenko* ORCID 0000-0002-1057-4054
D. -V. Pasiechko ORCID 0000-0002-6411-693X
T. Krasnovid

Kherson State Agrarian and Economic University,23, Strytenska Str.,, Kherson, 73006, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: lubasha21678@gmail.com

How to Cite: *Liubenko, O., Pasiechko, D.-V., & Krasnovid, T. (2021). Optimal cage density of broiler chickens in the conditions of small farms. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 178–182. doi: 10.31210/visnyk2021.04.22*

The article presents the material on topical issues of improving the technology of broiler chickens production on the small farm "Nyva-2011" in Kherson region. For modern small farms having small land areas, it is important to use them rationally. An important indicator is cage density, i.e. the ratio of the number of chickens (in heads or live weight) per unit of area or equipment (heads/m^2, kg/m^2, heads per auto-drinker or feeder, etc.). The use of cage density indicator in poultry farming enables to avoid the phenomena of overloading and irrational use of space and equipment in premises. To set up the experiment, five groups of broiler chickens (the control one and four experimental) were formed, which were kept at different cage densities. As a result of the study, it was found that there was no difference between the groups depending on the cage density up to 4 weeks of age. From the age of 28 days in the fourth and fifth groups there was a decrease in average live weight by 30.8 g and 50.7 g, respectively, compared with the control group. At 8 weeks of age, broiler chickens of the first and second groups exceeded the chickens of the fourth and fifth groups in live weight. There were no significant differences between the groups in terms of livability; the lowest chicken livability was in the fifth group with the cage density of 28 heads/m^2. The analysis of the obtained data and calculation of economic efficiency allows us to conclude that the cage density at raising broiler chickens on deep litter up to 4 weeks of age can be increased to 28 heads/m^2 without reducing zoo-technical requirements to keeping. The cage density in the conditions of farms affects the economic efficiency of broiler meat production. We have found that the output of meat per unit of useful area in all experimental groups was 30 kg or more, in the second experimental group it amounted to 38.77 kg/m^2. Better carcass marketability and meat quality were also observed in the second group.

Key words: *small farm, productivity, cage density, broiler chickens, deep litter, marketability of meat.*

ОПТИМАЛЬНА ЩІЛЬНІСТЬ ПОСАДКИ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

О. І Любенко, Д.-В. Д. Пасєчко, Т. Ю. Красновид
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон, Україна

У статті викладено матеріал з актуальних питань щодо покращення технології виробництва м'яса курчат-бройлерів в умовах фермерського господарства «Нива-2011» Херсонської області. Для сучасних фермерських господарств, які мають невеликі площі, виникає питання, їх раціонального використання. При цьому важливим показником є щільність посадки, тобто відношення кількості курчат (у головах чи у живій масі) на одиницю площі чи обладнання (голів/м^2, кг/м^2, голів на

автонапувалку чи годівницю тощо). Використання показника щільності посадки при вирощуванні птиці дозволяє уникнути явищ перевантаження і не раціонального використання площі та обладнання приміщень. Для постановки досліду утворено п'ять груп курчат-бройлерів (контрольна і чотири дослідні), яких утримували при різній щільності посадки. В результаті проведеного дослідження встановлено, що при вирощуванні курчат-бройлерів різниця між групами в залежності від щільності посадки до 4 тижневого віку не було. З 28 денного віку в четвертій та п'ятій групі відмічено зменшення середньої живої маси відповідно на 30,8 г та 50,7 г у порівнянні з контрольною групою. У 8 - тижневому віці курчата-бройлери першої та другої груп перевищували курчат четвертої та п'ятої груп за живою масою. По збереженості поголів'я значних відмінностей між групами не спостерігалося, найменша збереженість поголів'я була в п'ятій групі зі щільністю посадки 28 голів/м^2. Аналіз отриманих даних та розрахунок економічної ефективності дозволяє зробити висновок, що щільність посадки при вирощуванні курчат-бройлерів на глибокій підстилці до 4-тижневого віку можна збільшити до 28 голів/м^2 без зниження зоотехнічних вимог утримання.

Щільність посадки в умовах фермерських господарств впливає на економічну ефективність виробництва м'яса курчат-бройлерів, нами було встановлено, що вихід м'яса з одиниці корисної площі у всіх дослідних групах був на рівні 30 кг і більше, у другій дослідній групі він склав 38,77 кг/м^2. Краща товарність тушки та якість м'яса спостерігалася у другій групі.

Ключові слова: *фермерське господарство, продуктивність, щільність посадки, курчата-бройлери, глибока підстилка, товарність м'яса.*

Вступ

В умовах обмеженості ресурсів, особливо площі приміщення, важливим фактором виступає їх раціональне використання. Щільність посадки, тобто відношення кількості курчат (у головах чи у живій масі) на одиницю площі чи обладнання (голів/м^2, кг/м^2, голів на автонапувалку чи годівницю тощо), це показник, який дозволяє максимально раціонально використати корисну площу приміщення досягаючи при цьому максимального рівня рентабельності [17].

У Директиві Ради ЕС 2007/43/ЕС щільність посадки не повинна перевищувати 33 кг/м^2, а у виняткових випадках – 39 кг/м^2, що знижує рентабельність виробництва [20, 21]. Висока щільність посадки призводить до зниження приростів, як у важких [4], так і у легких бройлерів [5]. Також відомо, що висока щільність посадки призводить до сильнішого стресу як на фізіологічному [1] так і на генетичному [3] рівнях, у той же час в одному з найсучасніших дослідженнях відмічений менший рівень тривожності курчат при високій щільності посадки [2].

Відомо, що висока щільність посадки впливає на показники здоров'я бройлерів: змінює гістологію органів лімфатичної системи, що пригнічує імунну функцію (засобом протидії є додавання вітаміну Е в корм) [7]; знижує захисну функцію бар'єру кишечнику (зменшує транс епітеліальний електричний опір тонкої кишки) [8], але при щільності посадки 18 гол/м^2 і при тривалості періоду вирощування 35 днів це явище не спостерігалося [9]; сприяє вищій захворюваності на некротичний ентерит [19]; змінює гістоморфологію кишечника і пригнічує виробництво травних ферментів (засобом протидії є включення у раціон курчат харчових нуклеотидів у кількості 0,1 % від споживаного корму) [10]; підвищує рівень кортикостерону, церулоплазміну й овотрансферину в крові і посилює ефект теплового стресу [13].

У той же час, висока щільність посадки не впливає на захворюваність еймеріозом і прояв натоптишів [11]. Наявні публікації щодо вирощування курчат-бройлерів без антибіотиків [12], і в умовах різного рівня застосування антимікробних препаратів [18] не дають однозначного висновку щодо збільшення смертності при зростанні щільності посадки і зниження смертності при активнішому використанню антибіотиків.

Найоптимальнішими значеннями щільності посадки для розповсюджених кросів є: Росс РМ3 є 15 гол/м^2 [15], Кобб-500 – 17 гол/м^2 [6], Арбор Акрес і Росс-308 –14-18 гол/м^2 [14].

Метою досліджень було визначити оптимальні параметри щільності посадки курчат-бройлерів при вирощуванні на глибокій підстилці в залежності від термінів вирощування.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати наступі *завдання*: дослідити вплив різної щільності посадки на показники продуктивності курчат-бройлерів; з'ясувати оптимальну щільність посадки для ефективного вирощування курчат-бройлерів в умовах фермерських господарств для отримання максимальних прибутків.

Матеріали і методи досліджень

Експерименти були проведенні в умовах фермерського господарства «Нива-2011» Херсонської області. У досліді були використані курчата-бройлери кросу «Кобб-500».

Добових курчат-бройлерів розподілили на п'ять груп за такої щільності посадки голів/м^2 площі підлоги: у першій групі – 18, у другій – 22, у третій – 24, у четвертій – 26, у п'ятій – 28, умови годівлі й утримання були аналогічними. Тривалість вирощування курчат-бройлерів становила 56 днів. Для годівлі використовували стартові комбікорми (0–10 та 11–28) а після чотирьох тижневого віку використовували власно приготовлені кормові засоби з таких інгредієнтів: кукурудза – 45 %; соняшниковий шрот – 17,3 %; пшениця – 13,5 %; ячмінь – 8,0 % г; кісткове борошно – 5,0 %; дріжджі кормові – 4,0 %; кормовий жир – 3,0 %; трава і крейда – 4,2 %.

В основу розрахунку економічної ефективності були покладені показники виробництва м'яса за період дослідження у розрахунку на одиницю виробничої площі. Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistic.

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті проведеного дослідження встановлено, що при вирощуванні курчат-бройлерів різниці між групами в залежності від щільності посадки до 4 тижневого віку не було, на відміну від даних іншого дослідження [16], де показники продуктивності у «перенаселених» групах були нижчими вже протягом перших двох тижнів вирощування. З 28 денного віку в четвертій та п'ятій групі відмічено зменшення середньої живої маси відповідно на 30,8 г та 50,7 г у порівнянні з контрольною групою, тому у чотирьох тижневому віці нами було рекомендовано перейти на диференційовану щільність посадки.

У 8 - тижневому віці курчата-бройлери першої та другої груп перевищували курчат четвертої та п'ятої груп за живою масою.

Результати дослідження вибору оптимальної щільності посадки в умовах фермерських господарств представлені в таблиці 1.

1. Результати вирощування курчат-бройлерів при різній щільності посадки

Показники	Групи				
	1 (контрольна)	2 (дослідна)	3 (дослідна)	4 (дослідна)	5 (дослідна)
Щільність посадки добових курчат-бройлерів, голів/м ^{2}	18	22	24	26	28
Корисна площа до 4 тижнів вирощування, м^2	2,5	2,77	2,08	1,92	1,78
Щільність посадки добових курчат-бройлерів після 4 тижнів, голів/м ^{2}	12	12	12	12	12
Корисна площа після 4 тижнів вирощування, м^2	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16
Кількість голів у групі на початку досліду, голів	50	50	50	50	50
Кількість голів у групі на кінець досліду, голів	49	49	47	47	46
Збереженість поголів'я,%	98,0	98,0	94,0	94,0	92,0
Жива маса курчат-бройлерів, г					
1 тиждень	151,3	152,2	151,8	152,5	152,5
2 тиждень	419,3	418,8	421,2	420,7	421,2
3 тиждень	753,0	770,1	759,2	763,1	758,3
4 тиждень	1273,2	1301,5	1280,1	1242,4	1222,4
5 тиждень	1978,2	2010,0	1876,3	1648,2	1621,3
6 тиждень	2447,3	2543,1	2230,1	1875,3	1775,6
7 тиждень	2801,2	2915,4	2504,3	2490,5	2485,4
8 тиждень	3105,4	3292,6	2987,7	2852,1	2750,3
Вихід м'яса у живій масі кг/1 м^2	36,57	38,77	33,74	32,22	30,41
Витрати кормів на 1 кг приросту, кг	2,61	2,58	2,71	2,75	2,91

Необхідно зауважити, що застосування диференційованої щільності посадки необхідно застосувати в 4-тижневому віці, бо саме в цей час спостерігався суттєвий вплив щільності на величину живої маси самців, доведено зниження інтенсивності росту курчат-бройлерів в четвертій та п'ятій групах.

Щільність посадки в умовах фермерських господарств впливає на економічну ефективність виробництва м'яса курчат-бройлерів, нами було встановлено, що вихід м'яса з одиниці корисної площі у всіх групах був на рівні 30 кг і більше, у другій дослідній групі він склав найбільше – 38,77 кг/м^2.

Застосування диференційної щільності посадки починаючи з п'ятого тижня вирощування, при навантаженні 22 гол/м^2 забезпечує збільшення виробництва м'яса курчат-бройлерів на 8,36 кг у порівнянні з п'ятою дослідною групою (щільність посадки – 28 гол/м^2), за рахунок цього фермерське господарство може додатково отримати прибуток у розмірі 710,12 грн. з одного квадратного метра виробничої площі.

Висновки

При досягненні курчатами 4-тижневого віку показник щільності посадки починає впливати на їх ріст і розвиток. Оптимальною щільністю посадки є 22 гол/м^2 при якій курчата-бройлери мають найвищі прирости при найменших затратах корму. Для збільшення виробництва м'яса курчат-бройлерів в умовах фермерського господарства радимо вирощувати курчат-бройлерів диференційованою щільністю посадки та розподілення за статтю, що дасть можливість отримати додаткові надходження від виробництва м'яса з корисної площі підприємства.

References

1. Abouelenien, F., KhalfAlla, F., MousaBalabel, T., & Nasser, S. (2016). Effect of Stocking Density and Bird Age on Air Ammonia, Performance and Blood Parameters of Broilers. *World s Veterinary Journal*, 6 (1), 130. doi: 10.5455/wvj.20160878

2. Anderson, M. G., Campbell, A. M., Crump, A., Arnott, G., Newberry, R. C., & Jacobs, L. (2021). Effect of Environmental Complexity and Stocking Density on Fear and Anxiety in Broiler Chickens. *Animals*, 11 (8), 2383. doi: 10.3390/ani11082383

3. Beloor, J., Kang, H. K., Kim, Y. J., Subramani, V. K., Jang, I. S., Sohn, S. H., & Moon, Y. S. (2010). The effect of stocking density on stress related genes and telomeric length in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(4), 437–443. doi: 10.5713/ajas.2010.90400

4. Dozier, W. A., Thaxton, J. P., Branton, S. L., Morgan, G. W., Miles, D. M., Roush, W. B., Lott, B. D., & Vizzier-Thaxton, Y. (2005). Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. *Poultry Science*, 84 (8), 1332–1338.

5. Dozier, W. A., Thaxton, J. P., Purswell, J. L., Olanrewaju, H. A., Branton, S. L., & Roush, W. (2006). Stocking Density Effects on Male Broilers Grown to 1.8 Kilograms of Body Weight. *Poultry Science*, 85 (2), 344–351. doi: 10.1093/ps/85.2.344

6. Gholami, M., Chamani, M., Seidavi, A., Sadeghi, A. A., & Aminafschar, M. (2020). Effects of stocking density and environmental conditions on performance, immunity, carcase characteristics, blood constitutes, and economical parameters of Cobb 500 strain broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 19 (1), 524–535.

7. Gogary, M. R. E., Ismail, F. S. A., & Nadi, M. I. E.-. (2015). Effect of vitamin E supplementation and stocking density on broiler performance, carcass traits and histological responses of lymphoid organs. *Asian Journal of Poultry Science*, 9 (2), 70–84.

8. Goo, D., Kim, J. H., Choi, H. S., Park, G. H., Han, G. P., & Kil, D. Y. (2019). Effect of stocking density and sex on growth performance, meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens. *Poultry Science*, 98 (3), 1153–1160.

9. Goo, D., Kim, J. H., Park, G. H., Delos Reyes, J. B., & Kil, D. Y. (2019). Effect of heat stress and stocking density ongrowth performance, breast meat quality,and intestinal barrier function in broiler chickens. *Animals*, 9 (3), 107.

10. Kamel, N. F., Hady, M. M., Ragaa, N. M., & Mohamed, F. F. (2021). Effect of nucleotides on growth performance, Gut Health, and some immunological parameters of broiler chicken exposed to high stocking density. *Livestock Science*, 253, 104703.

11. López-López, P., Sarmiento-Franco, L. A., & Santos-Ricalde, R. (2021). Effect of stocking density on performance, infection by Eimeria spp., intestinal lesions and foot pad injuries in broilers with outdoor access under tropical conditions. *British Poultry Science*, 1-7.

12. McKeith, A., Loper, M., & Tarrant, K. J. (2020). Research note: Stocking density effects on production qualities of broilers raised without the use of antibiotics. *Poultry Science*, 99 (2), 698–701.

13. Najafi, P., Zulkifli, I., Amat Jajuli, N., Farjam, A. S., Ramiah, S. K., Amir, A. A., O'Reily, E., & Eckersall, D. (2015). Environmental temperature and stocking density effects on acute phase proteins, heat shock protein 70, circulating corticosterone and performance in Broiler Chickens. *International Journal of Biometeorology*, 59 (11), 1577–1583.

14. Nasr, M. A. F., Alkhedaide, A. Q., Ramadan, A. A. I., Hafez, A.-E. S., & Hussein, M. A. (2021). Potential impact of stocking density on growth, carcass traits, indicators of biochemical and oxidative stress and meat quality of different broiler breeds. *Poultry Science*, 100 (11), 101442.

15. Petek, M., Üstüner, H., & Yeşilbağ, D. (2014). Effects of stocking density and litter type on litter quality and growth performance of Broiler Chicken. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 20 (5), 743–748.

16. Qaid, M., Albatshan, H., Shafey, T., Hussein, E., & Abudabos, A. (2016). Effect of Stocking Density on the Performance and Immunity of 1- to 14-d- Old Broiler Chicks. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 18 (4), 683–692. doi: 10.1590/1806-9061-2016-0289

17. Skrbic, Z., Pavlovski, Z., & Lukic, M. (2009). Stocking density: Factor of production performance, quality and broiler welfare. Biotechnology in Animal Husbandry, 25 (5-6-1), 359–372. doi: 10.2298/bah0906359s

18. Tarakdjian, J., Capello, K., Pasqualin, D., Cunial, G., Lorenzetto, M., Gavazzi, L., Manca, G., & Di Martino, G. (2020). Antimicrobial use in broilers reared at different stocking densities: A retrospective study. *Animals*, 10 (10), 1751.

19. Tsiouris, V., Georgopoulou, I., Batzios, C., Pappaioannou, N., Ducatelle, R., & Fortomaris, P. (2015). High stocking density as a predisposing factor for necrotic enteritis in broiler chicks. *Avian Pathology*, 44 (2), 59–66.

20. Utnik-Banaś, K., Żmija, J., & Sowula-Skrzyñska, E. (2014). Economic aspects of reducing stocking density in broiler chicken production using the example of farms in southern Poland. *Annals of Animal Science*, 14 (3), 663–671.

21. Verspecht, A., Vanhonacker, F., Verbeke, W., Zoons, J., & Van Huylenbroeck, G. (2011). Economic impact of decreasing stocking densities in broiler production in Belgium. *Poultry Science*, 90 (8), 1844–1851. doi: 10.3382/ps.2010-01277

Стаття надійшла до редакції: 24.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Любенко О. І., Пасєчко Д.-В. Д., Красновид Т. Ю. Оптимальна щільність посадки курчат-бройлерів в умовах фермерських господарств. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 178–182.

© Любенко Оксана Іванівна, Пасєчко Дітрих-Володимир Дмитрович, Красновид Таміла Юріївна, 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 636.2.034.083.312.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.23**

BEHAVIOR OF LACTATION COWS AT LOOSE-BOX-TYPE KEEPING IN LARGE GROUPS UNDER THE INFLUENCE OF HIGH AIR TEMPERATURES

M. O. Zakharenko[1] ORCID 0000-0002-3179-6940
A. V. Khotsenko[2] ORCID 0000-0001-5418-9521
P. A. Vashchenko[3*] ORCID 0000-0002-9287-819X
A. M. Shostya[3] ORCID 0000-0002-1475-2364
A. A. Polishchuk[3] ORCID 0000-0003-3572-8491
S. O. Usenko[3] ORCID 0000-0001-9263-5625
B. S. Shaferivsky[3] ORCID 0000-0001-5742-5016

[1] National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2] Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the Natrional Academy of Agrarian Sciences of Ukraine , Poltava, Ukraine
[3] Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: pavlo.vashchenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Zakharenko, M.O., Khotsenko, A.V., Vashchenko, P.A., Shostya, A.M., Polishchuk, A.A., Usenko, S. O., & Shaferivsky, B. S. (2021). Behavior of lactation cows at loose-box-type keeping in large groups under the influence of high air temperatures. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 183–187. doi: 10.31210/visnyk2021.04.23

The article describes the elements of behavior and dairy productivity of Holstein breed cows of foreign selection under the effect of high air temperatures, at loose keeping method in cow barns of frame type made from metal structures of 316 x 38 x 11 m, 250 heads in a section. The cage is designed for the simultaneous keeping of 1,000 lactating cows, and equipped with boxes for having rest, fodder and group drinkers with free access of animals to feed and water. The cows were milked three times using the installation of "Parallel" (De Laval). It has been established that air temperature and technological operations such as feed distribution and milking have influenced the behavior of high-yielding lactation cows. It has been established that the effect of high air temperature of on lactation cows, when kept in metal structures, affects water consumption, the duration of animals' rest lying and especially standing, worsens feed consumption. The obtained data on the dependence of the air temperature of the cowshed on the outside conditions can be explained by the free air exchange between the indoor and outdoor environment, which is carried out through the side screens and gates. This is confirmed by the indicator of relative humidity, the value of which also depended on the parameters of the outside air. It was found that the relative humidity in the first cowshed from 9 to 18 o'clock in the evening decreased from 78.3 to 53.3 % as well as outside air humidity where its value also varied from 71.3 to 51.3 %. A similar pattern was found for the relative air humidity in the second cowshed, the value of which in the specified period decreased from 69.3 to 56.3 %. The speed of air movement, which was within the norm in both cowsheds, depended the least on the influence of external factors. Therefore, on the basis of the conducted researches it is possible to draw the conclusion about the dependence of air temperature and humidity mode in cowsheds of frame type from metal structures on parameters of external air. The data obtained must be taken into account at high temperatures of both outdoor and indoor air, which adversely affects the behavior, physiological processes and milk productivity of cows.

Key words: *lactation cows, behavior, cows, method of keeping, air temperature.*

ПОВЕДІНКА ЛАКТУЮЧИХ КОРІВ ЗА БЕЗПРИВ'ЯЗНО-БОКСОВОГО ВЕЛИКОГРУПОВОГО УТРИМАННЯ ТА ДІЇ ВИСОКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

***М. О. Захаренко*[1], *А. В. Хоценко*[2], *П. А. Ващенко*[3], *А. М. Шостя*[3], *А. А. Поліщук*[3], *С. О. Усенко*[3], *Б. С. Шаферівський*[3]**

[1] Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
[2] Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна
[3] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті описано елементи поведінки та молочної продуктивності корів голштинської породи зарубіжної селекції під впливом високих температур повітря за безприв'язного способу утримання в корівниках каркасного типу з металоконструкцій 316 х 38 х 11 м на 250 голів у секції. Клітка призначена для одночасного утримання 1000 лактаційних корів, обладнана боксами для відпочинку, годівницями та груповими напувалками з вільним доступом тварин до корму та води. Доїння корів тричі з використанням установки «Паралель» (De Laval). Встановлено, що температура повітря та технологічні операції, такі як роздача корму та доїння, впливають на поведінку високопродуктивних лактаційних корів. Встановлено, що вплив високої температури повітря на лактаційних корів при утриманні корів в металевих конструкціях впливає на споживання води, тривалість відпочинку тварин лежачи і особливо стоячи, погіршує споживання корму. Отримані дані щодо залежності температури повітря корівника від зовнішнього умов можна пояснити вільним повітрообміном між внутрішнім і зовнішнім середовищем, який здійснюється через бічні завіси та ворота. Це підтверджується показником відносної вологості, значення якого також залежало від параметрів зовнішнього повітря. Встановлено, що відносна вологість повітря у першому корівнику з 9 до 18 години вечора знизилася з 78,3 до 53,3 %, а також знижувалась вологість зовнішнього повітря, де її значення також коливалося від 71,3 до 51,3 %. Подібну закономірність виявлено для відносної вологості повітря у другому корівнику, значення якої за вказаний період зменшилось з 69,3 до 56,3 %. Швидкість руху повітря, яка була в межах норми в обох корівниках, найменше залежала від впливу зовнішніх факторів. Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок про залежність температурно-вологісного режиму повітря в корівниках каркасного типу з металевих конструкцій від параметрів зовнішнього повітря. Отримані дані необхідно враховувати при високих температурах як зовнішнього, так і внутрішнього повітря, що негативно впливає на поведінку, фізіологічні процеси та молочну продуктивність корів.

Ключові слова: *мікроклімат, корівник, лактуючі корови, спосіб утримання, поведінка.*

Вступ

Молочна продуктивність корів, крім прийнятої технології, яка включає відтворення поголів'я, годівлю, догляд та експлуатацію тварин, забезпечення їх потреби у поживних, біологічно-активних речовинах та воді, залежить від способу утримання, а також дотримання гігієнічних нормативів та встановлених вимог. Спосіб утримання та мікроклімат є важливими характеристиками у скотарстві. Одним із таких параметрів мікроклімату у корівниках є температура повітря. За дії високої температури повітря, тварини з низькою молочною продуктивністю після її незначної втрати, здатні її відновити повністю, тоді як у корів з високою продуктивністю вона повністю не відновлюється [1, 2, 4–7, 10–18, 20]. Найбільшу кількість молока високопродуктивні корови втрачають від негативного впливу температури повітря після отелу і на піку лактації, дещо менше в наступний період експлуатації. Висока температура повітря в корівнику також негативно впливає на майбутню молочну продуктивність сухостійних корів [14].

Метою роботи було охарактеризувати поведінку високопродуктивних лактуючих корів голштинської породи при їх безприв'язно-боксовому великогруповому утриманні за дії високої температури повітря.

Матеріали і методи дослідження

Експерименти проводили на базі Української молочної компанії, Згурівського району Київської області.

Лактуючих корів утримували в корівниках каркасного типу із металевих конструкцій, розміром 316 × 38 × 11 м (перший) і 313 × 31,7 × 9,4 м (другий), розрахованих на 1000 лактуючих корів, по 250 голів у технологічній групі.

Поведінку тварин у корівниках за безприв'язно-боксового великогрупового утримання вивчали на 247 лактуючих коровах шляхом підрахунку кількості тварин, що здійснюють різні види активності [1, 3].

Показники мікроклімату визначали із застосуванням загальноприйнятих методик та сучасних вимірювальних приладів [19]. Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря досліджували в корівниках у різних точках з 9 до 18 години, через кожні 3 години [17].

Другий корівник відрізнявся від першого доступом корів до кормового столу (відбивна планка), на відміну від автоматичної прив'язі у першому приміщенні. Лактуючі корови, як в першому, так і в другому корівниках були II – III лактації із добовим удоєм 30–39 кг молока, мали вільний доступ до кормового столу та води. Доїння корів було трьохразовим в доїльному залі (De-laval). Напували корів із групових напувалок по чотири в технологічній групі. Екскременти видаляли комбінованим способом (механічне згортання та змив) три рази на добу. Повітрообмін у корівниках здійснювався через бічні штори, ворота і витяжні канали. Результати досліджень оброблено статистично [9]. Різницю вважали вірогідною при $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Дані наведені в таблицях 1, 2 і 3 вказують на те, що показники мікроклімату корівника каркасного типу із металевих конструкцій для утримання лактуючих корів, а саме температура і відносна вологість повітря залежать від їх значень у зовнішньому середовищі.

1. Показники мікроклімату у корівниках, M±m, n=3

Показник	Час доби, год.			
	9^{00}	12^{00}	15^{00}	18^{00}
Температура повітря, ^{0}C	25,93±0,04	29,00±0,12	30,70±0,19	30,53±0,04
Відносна вологість повітря, %	71,33±0,41	55,33±0,41	55,50±0,34	51,33±0,41
Швидкість руху повітря, м/с	0,40±0,07	1,37±0,23	1,53±0,04	2,80±0,07

2. Показники мікроклімату у корівниках за безприв'язно-боксового великогрупового утримання лактуючих корів, M±m, n=3

Показник	**Час доби, год.**			
	9^{00}	**12^{00}**	**15^{00}**	**18^{00}**
корівник 1				
Температура повітря, ^{0}C	25,90±0,07	29,90±0,14	31,40±0,12	31,63±0,04
Відносна вологість повітря, %	78,33±0,41	55,33±0,41	56,00±0,09	53,33±0,41
Швидкість руху повітря, м/с	0,30±0,04	0,43±0,04	1,30±0,07	0,37±0,04
корівник 2				
Температура повітря, ^{0}C	26,97±0,04	30,87±0,04	30,60±0,07	30,22±0,02
Відносна вологість повітря, %	69,33±0,40	64,67±0,41	65,67±0,40	56,33±0,41
Швидкість руху повітря, м/с	0,43±0,04	0,53±0,03	0,67±0,03	0,33±0,04

Встановлено, що відносна вологість повітря знижувалась протягом дня як у корівниках так і у зовнішньому середовищі. Менше всього від впливу зовнішніх факторів залежала швидкість руху повітря, яка в обох корівниках була у межах норми (табл. 2). Відмінності у швидкості руху зовнішнього і внутрішнього повітря пов'язані із особливостями конструкційних елементів бічних стін, які виконані у вигляді штор та облаштування спеціальної сітки для руйнування повітряних потоків, з метою попередження виникнення протягів, що негативно діють на тварин.

Одержані дані необхідно враховувати при високих значеннях температури, що негативно впливає на поведінку, фізіологічні процеси і молочну продуктивність корів [13, 14, 17].

Температура кормової суміші на кормовому столі, яку згодовували лактуючим коровам залежала від температури повітря корівника. У першому корівнику даний показник становив на 9 годину ранку 24,6 ^{0}C, збільшуючись до 28,8 ^{0}C у 18 годині вечора. Подібну закономірність встановлено і для температури кормової суміші, яку згодовували лактуючим коровам у другому корівнику. Відомо, що висока температура кормової суміші знижує її споживання тваринами, погіршує якість корму, що знижує молочну продуктивність корів [10]. Встановлено, що поведінка лактуючих корів у корівнику каркасного

типу із металевих конструкцій, проектом якого передбачено безприв'яно-боксове великогрупове утримання тварин залежить від фізичних параметрів повітря і біологічних ритмів сформованих тривалою послідовністю елементів технологічного процесу, що узгоджується із даними інших дослідників [14].

Найбільше води споживали тварини після прийому корму, а в обідню пору значна їх кількість знаходилась біля групових напувалок, відпочиваючи стоячи. Рухова активність лактуючих корів в технологічній групі за безприв'язно-боксового великогрупового утримання в умовах високої температури повітря була низькою, значно підвищуючись перед (переміщення в накопичувач) та після доїння.

Висновки

1. Мікроклімат сучасного корівника каркасного типу із металевих конструкцій з безприв'язно-боксовим великогруповим способом утримання лактуючих корів залежить від температури зовнішнього повітря і за рядом показників влітку не відповідає гігієнічним вимогам.

2. Поведінка високопродуктивних лактуючих корів за безприв'язно-боксового великогрупового способу утримання визначається основними елементами технологічного процесу – споживання корму, води та доїння і залежить від температури повітря у корівнику.

3. Вплив високої температури повітря на високопродуктивних лактуючих корів супроводжується підвищенням споживання води, збільшенням кількості корів які відпочивають стоячи, підвищенням температури корму.

Перспективою подальших досліджень може бути дослідження поведінки лактуючих корів за дії високих температур повітря в корівниках із металевих конструкцій при зволоженні повітря і зрошенні поверхні тіла тварин.

References

1. Angrecka, S., & Herbut, P. (2015). Conditions for cold stress development in dairy cattle kept in free stall barn during severe frosts. *Czech Journal of Animal Science*, 60 (2), 81–87. doi: 10.17221/7978-CJAS

2. Becker, C. A., Collier, R. J., & Stone, A. E. (2020). Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103 (8), 6751–6770. doi: 10.3168/jds.2019-17929

3. Bondar, A. A. (1989). Uchet povedencheskykh reaktsyi pry razrabotke tekhnolohyi soderzhanyia skota. *Zootekhnyia*, 10, 53. [In Russian].

4. Coller, R. I., Renquist, B. I., & Xiao, Y. (2017). A 100-jears Revier: Stress physiology including heat stress. *Journal of Dairy Science*, 100, 10367–10380.

5. Espejo, L. A., Enders, M. I., & Solfer, I. A. (2006). Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freest all barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, 247 (89 (8)), 3052–3058.

6. Fodor, N., Foskolos, A., Topp, C. F., Moorby, J. M., Pásztor, L., & Foyer, C. H. (2018). Spatially explicit estimation of heat stress-related impacts of climate change on the milk production of dairy cows in the United Kingdom. *PLoS One*, 13 (5), e0197076. doi 10.1371/journal.pone.0197076

7. Havryliuk, O. I. (2017). Vplyv mikroklimatu korivnyka pry riznykh spo-sobakh utrymannia na yakist moloka koriv, *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 5 (1 (31)), 48–50 [In Ukrainian].

8. Karelyn, A. Y. (2000). *Zoohyhyenycheskye osnovy proektyrovanyia, stroytelstva y ekspluatacii zhyvotnovodcheskykh obektov*. Moskva: Rosselhozizdat [In Russian].

9. Kokunyn, V. A. (1978). Statystycheskaia obrabotka dannyh pry malom chysle. *Ukrainskij Biohimicheskij Zhurnal*, 47 (6), 776–790. [In Russian].

10. Kozyr, V. S. (2019). *Inovatsiini pryiomy pidvyshchennia efektyvnosti skotarstva u stepovii zoni Ukrainy*. Dnipro: PP Vydavnytstvo "Nova ideolohiia" [In Ukrainian].

11. Liu, J., Li, L., Chen, X., Lu, Y., & Wang, D. (2019). Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: A novel idea for monitoring and evaluation of heat stress – A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32 (9), 1332. doi: 10.5713/ajas.18.0743

12. Lovarelli, D., Tamburini, A., Mattachini, G., Zucali, M., Riva, E., Provolo, G. & Guarino, M. (2020) Relating lying behavior with climate, body condition score, and milk production in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 565415. doi: 10.3389/fvets.2020.565415

13. Molodkovets, O. Yu., & Zakharenko, M. O. (2017). Temperaturno-volohisnyi rezhym korivnykiv za dii vysokykh temperatur povitria, prymusovoho i dobrovilnoho doinnia. *Problemy Zooinzhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 34 (2), 350–356. [In Ukrainian].

14. Naomi, A. (2007). The Feeding Behavior of Dairy Cows: Consideration to Improve Cow Welfare and activity. *Tri-State Dairy Nutrition Conference: Departament of Animal Sciences The Ohio State Uniyersity*, 29–42.

15. Nosov, Yu. M. (2017). *Proektuvannia tekhnolohichnykh protsesiv u tvarynnytstvi ta ptakhivnytstvi*. Kyiv: Novyi svit 2000 [In Ukrainian].

16. Schuler, L.K., Burfeind, O., & Heuwieser W. (2014). Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature – humidity index thresholds, period relative to breeding, and heat load indices. *The Riogenology*, 81, 1050–1057.

17. Voloshchuk, V. M., Khotsenko, A. V., & Zakharenko, M. O. (2017). Produktyvnist koriv zarubizhnoi selektsii za bezpryviaznoho utrymannia ta dii vysokoi temperatury povitria. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv ta Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 271, 78–84. [In Ukrainian].

18. Wankar, A. K., Rindhe, S. N., & Doijad, N. S. (2021). Heat stress in dairy animals and current milk production trends, economics, and future perspectives: the global scenario. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 70. doi: 10.1007/s11250-020-02541-x

19. Zakharenko, M. O., Poliakovskyi, V. M., & Shevchenko, L. V. (2018). *Metodychnyi posibnyk do provedennia laboratornykh zaniat*. Kyiv: TsP "Komprynt" [In Ukrainian].

20. Zubets, M. V., Tokarev, N. F., & Vynnychuk, D. T. (1996). *Etolohyia krupnoho rohatoho skota*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 28.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Захаренко М. О., Хоценко А. В., Ващенко П. А., Шостя А. М., Поліщук А. А., Усенко С. О., Шаферівський Б. С. Поведінка лактуючих корів за безприв'язно-боксового великогрупового утримання та дії високої температури повітря. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 183–187.

© Захаренко Микола Олександрович, Хоценко Алла Володимирівна, Ващенко Павло Анатолійович, Шостя Анатолій Михайлович, Поліщук Анатолій Анатолійович, Усенко Світлана Олексіївна, Шаферівський Богдан Сергійович, 2021

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Veterinary medicine

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

original article | UDC 636.4.09:612.017:615.326:616.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.24**

INFLUENCE OF IRON(IV) CLATROCHELATE ON IRON CONTENT IN SOME INTERNAL ORGANS OF PIGLETS

I. Derkach[1*] ORCID 0000-0002-0149-7923
V. Dukhnitsky[1] ORCID 0000-0002-9670-1244
S. Derkach[1] ORCID 0000-0002-6174-1377
V. Lozovyi[1]
V. Kostrub[1]
Yu. Losa[1]
S. Midyk[1] ORCID 0000-0002-2682-2884
V. Morozova[1] ORCID 0000-0002-7245-1084
V. Ushkalov[1] ORCID 0000-0001-5694-632X
I. Fritsky[2] ORCID 0000-0002-1092-8035
M. 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

Derkach, I., Dukhnitsky, V., Derkach, S., Lozovyi, V., Kostrub, V., Losa, Yu., Midyk, S., Morozova, V., Ushkalov, V., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2021). Influence of Iron(IV) clatrochelate on iron content in some internal organs of piglets. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 188–194. doi: 10.31210/visnyk2021.04.24

The reason for the development of iron deficiency anemia in newborn piglets is the delay of erythrocytopoiesis in the spleen and liver and insufficient restructuring of the hematopoietic capacity of the bone marrow. Extensive knowledge of the peculiarities of hematopoiesis in animals of this species allows to analyze the pathogenesis of anemia in piglets and to determine the role of various factors that cause this disease. The aim of our study was to determine iron content in the spleen and liver of piglets born to sows, which were injected intramuscularly with solutions of iron (IV) clatrochelate and cyanocobalamin. The article presents the results of our subsequent clinical trials to determine anti-anemic efficacy of iron in a new rare valence IV and in the form of clatrochelate. To achieve this goal, 2 groups of newborn piglets-analogues were formed during their keeping with nursng sows – control and experimental, 15 animals in each. The experiment lasted 30 days. The piglets in the experimental group were selected from sows given 10 ml of 10 % iron (IV) clatrochelate solution and cyanocobalamin solution twice intramuscularly during pregnancy. The piglets of the control group according to the traditional scheme of prevention of iron deficiency anemia on the second day of life were administered iron dextran preparation (at the rate of 200 mg of iron (III) per injection). The results of the studies indicate a sufficient intake of iron in piglets born to sows, which during pregnancy for 14 and 7 days before the expected farrowing were administered 10 % solution of iron (IV) clatrochelate and the solution of cyanocobalamin. A high content of ferrum microelement in the liver and spleen for 15 days was established, which exceeded the indicators at the use of the traditional iron dextran preparation uniferon to piglets. It can be argued that iron (IV) clatrochelate is characterized by high bioavailability, the ability to cross the placental barrier. The studies are scientifically and practically important, as they expand the knowledge of the pharmacokinetics and pharmacodynamics of high-valence iron (IV), and our proposed approach to the use of iron (IV) clatrochelate provides reliable and effective prevention of iron deficiency anemia in piglets.

Key words: *iron, anemia, piglets, sows, spleen, liver.*

ВПЛИВ КЛАТРОХЕЛАТУ ФЕРУМУ(IV) НА ВМІСТ ФЕРУМУ У ДЕЯКИХ ВНУТРІШНІХ ОРГАНАХ ПОРОСЯТ

***І. М. Деркач*[1], *В. Б. Духницький*[1], *С. С. Деркач*[1], *В. М. Лозовий*[1], *В. В. Коструб*[1], *Ю. В. Лоза*[1], *С. В .Мідик*[1], *В. С. Морозова*[1], *В. О. Ушкалов*[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

Причиною розвитку ферумдефіцитної анемії у новонароджених поросят є затримка еритроцитопоезу у селезінці і печінці та недостатня перебудова кровотворної здатності кісткового мозку. Поглиблені знання особливостей кровотворення у тварин даного виду дають змогу проаналізувати патогенез малокрів'я в організмі поросят і з'ясувати роль різних факторів, які спричиняють цю хворобу. Метою наших досліджень було дослідити вміст Феруму у селезінці та печінці поросят, народжених від свиноматок, яким у період вагітності внутрішньом'язово вводили розчини клатрохелату Феруму (IV) та ціанокобаламіну. У статті представлено результати наших наступних клінічних досліджень з визначення протианемічної ефективності Феруму у новій рідкісній валентності – IV та у формі клатрохелату. Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їх утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 15 тварин у кожній. У дослідну групу були відібрані поросята, які народжені від свиноматок, яким в період вагітності двічі внутрішньом'язово вводили 10 % розчин клатрохелату Феруму (IV) та розчин ціанокобаламіну. Поросятам контрольної групи за традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії вводили ферумдекстрановий препарат (з розрахунку 200 мг Феруму на одне введення). Результати проведених досліджень засвідчують про достатнє надходження Феруму в організм поросят, народжених від свиноматок, яким у період вагітності за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу вводили 10 % розчин клатрохелату Феруму(IV) та розчин ціанокобаламіну. Встановлено високий уміст мікроелемнету Феруму у печінці та селезінці впродовж 15 діб, який перевищує показники за застосування поросятам традиційного ферумдекстранового препарату юніферону. Можна стверджувати, що клатрохелат Феруму(IV) характеризується високою біодоступністю, здатністю проникати через плацентарний бар'єр. Проведені дослідження мають наукове та практичне значення, так як розширюють пізнання фармакокінетики та фармакодинаміки Феруму високої валентності (IV), а запропонований нами підхід до застосування клатрохелату Феруму (IV) забезпечує надійну та ефективну профілактику ферумдефіцитної анемії поросят.

Ключові слова: *ферум, анемія, поросята, свиноматки, селезінка, печінка.*

Вступ

Ферум є важливим мікроелементом для більшості живих організмів на Землі. Він бере участь у процесах обміну речовин, забезпечує оптимальний рівень гемоглобіну, є складовою багатьох ензимів, сприяє знешкодженню токсичних речовин у печінці тощо. Як нестача, так і надлишок Феруму в організмі стає причиною різних патологій, такі розлади можуть призводити й до летальних наслідків [1, 2, 28, 34].

Так, за дефіциту даного мікроелементу в організмі поросят розвивається ферумдефіцитна анемія, яка характеризується порушенням кровотворення та обміну речовин, затримкою росту та зниженням резистентності до інших хвороб. Найбільш часто вона виникає у поросят-сисунів та проявляється на 5−7 доби життя [20, 21, 23, 27, 29, 33, 36].

Основною причиною розвитку анемії в організмі поросят є низький вміст Феруму в органах і тканинах − біля 50 мг, тоді як з молозивом чи молоком свиноматки вони отримують 1 мг, за добової потреби 7–10 мг, цебто 21 мг на 1 кг маси тіла [22, 23, 29]. За дефіциту Феруму його резерви в організмі, у першу чергу, використовуються на підтримання відповідного рівня гемоглобіну. Це негативно впливає на функціонування цитохромів та інших дихальних ферментів, які забезпечують внутрішньотканинне дихання і енергетичні ресурси для росту молодого організму. Патогенез ферумдефіцитної анемії корелює з низьким вмістом Феруму в органах і тканинах організму, що, в свою чергу, не забезпечує фізіологічну роль та його участь у життєвоважливих процесах [1, 3, 20, 21, 33].

Етіологія ферумдефіцитної анемії досліджувалася багатьма дослідниками як в Україні, так і в світі. Нині зарубіжні вчені дійшли майже одностайної думки про гуморальний фактор як визначний,

що відповідає за метаболізм Феруму в організмі. Вважають, що універсальним регулятором цього процесу є гормон гепсидин (25-амінокислотний пептид), який впливає як на абсорбцію Феруму, так і на його вивільнення з макрофагів за рециркуляції з старіючих еритроцитів. Доведено він має властивість блокувати транспорт Феруму у різних місцях, включаючи плаценту, епітелій, макрофаги та інші клітини. Зростання вмісту Феруму в організмі спричиняє стимуляцію синтезу гепсидину у печінці, що знижує абсорбцію Феруму у кишечнику і його транспорт у кров. І навпаки, за принципом зворотного зв'язку, зменшення абсорбції Феруму у кишечнику спричиняє пригнічення синтезу гепсидину і відповідно відновлення засвоєння його з кормів та кишечнику [6, 18, 19, 31, 32, 38].

Також багатьма вченими доведено кореляцію загального стану організму вагітної свиноматки з розвитком анемії у поросят, народжених від неї. Так, розвиток даної патології у поросят провокується недостатнім забезпеченням організму свиноматок Ферумом та іншими мікроелементами, такими як Кобальт, Цинк, Манган тощо. Вважають, що період ембріонального розвитку поросят повністю залежить від умов утримання і годівлі поросних свиноматок [2, 21, 29, 30, 33, 36].

Іншою важливою умовою розвитку анемії у новонароджених поросят є затримка еритроцитопоезу у селезінці і печінці та недостатня перебудова кровотворної здатності кісткового мозку. Поглиблені знання особливостей кровотворення у тварин даного виду дають змогу проаналізувати патогенез малокрів'я в організмі поросят і з'ясувати причини, які спричиняють цю хворобу. В ембріональному періоді гемоцитопоез забезпечується, в основному, печінкою. У ній розвиваються еритро- та мієлопоетичні тканини, які дають початок гемоцитобластам, нормобластам і без'ядерним еритроцитам. Цей період гемоцитопоезу відносять до стадії екстрамедулярного кровотворення. Потім кровотворення поступово переміщується у кістковий мозок – медулярне кровотворення. Однак у новонароджених поросят печінка ще залишається місцем кровотворення, що є однією з передумов до розвитку анемії у поросят у перші тижні життя. За розвитку анемії у поросят спостерігається значне зниження рівня резервного Феруму у печінці, причому у деяких випадках його вміст знижується у 3 рази порівняно з нормою. З кровотворних органів також велике значення має селезінка, яка забезпечує лімфоїдне кровотворення і слугує біологічним фільтром. Існують дані, що маса селезінки у поросят одразу після народження становить 2 г, через 15 діб досягає 10 г, у 30 діб – 12 г, а через 60 діб – 20 г. Збільшення маси селезінки корелює із зростанням функції гемоцитопоезу [2, 3, 5, 20, 21].

Слід зазначити, що основним органом-депо, яке має здатність накопичувати Ферум в організмі, є печінка. Гепатоцити виробляють циркулюючий фактор гепсидин, який регулює гомеостаз Феруму. Накопичення Феруму у печінці призводить до дегенерації клітин, пошкодження і порушення регуляції її функції, розвитку різних патологій [24].

Встановлено, що накопичення Феруму у паренхімі спостерігається за інфекційних та незаразних хвороб, супроводжується подальшим ускладненням, наприклад, цирозом [25]. Бакало Л. В. та ін. (2017) досліджуючи накопичення Феруму в організмі щурів за введення їм колоїдних розчинів окису Феруму(II) встановили збільшення вмісту Феруму у крові та у печінці тварин дослідних груп. Також спостерігалось підвищення активності АсАТ і АлАТ, яке зберігалось і у постекспозиційний період, що вказує на ушкодження клітин печінки. Згідно їх даних, збільшення коефіцієнта де Рітіса може свідчити про некроз гепатоцитів, а його зменшення у постекспозиційний період – на відновлення клітин печінки [4]. Отже, за надлишкового надходження в організм Феруму може відбуватися його накопичення у печінці з подальшим розвитком патологічного процесу в ній.

Нами вже повідомлялося про результати доклінічних досліджень гострої та хронічної токсичності нової сполуки – клатрохелату Феруму у рідкісній валентності IV [8–14]. За клінічних досліджень даного комплексу вивчено його протианемічну ефективність в організмі поросят [15–16]. Нещодавно ми запропонували нову схему профілактики ферумдефіцитної анемії поросят на основі результатів дослідження протианемічної ефективності клатрохелату Феруму(IV) для поросят, народжених від свиноматок, яким застосовували препарат у період вагітності. Отримані результати засвідчили, що двохразова ін'єкція поросним свиноматкам 10 % розчину клатрохелату Феруму(IV) за 14 та 7 діб до передбачуваного опоросу забезпечувала профілактичний ефект щодо ферумдефіцитної анемії у народжених від них поросят [7, 17]. Беручи до уваги, що останнім часом у складі нових комплексних препаратів поєднується Ферум(III) з вітамінами та/або мікроелементами, наступний етап наших досліджень оснований на застосуванні двох ін'єкційних препаратів – розчину клатрохелату Феруму(IV) та розчину ціанокобаламіну – відповідно не новонародженим поросятам, а свиноматкам у період вагітності.

Мета роботи – дослідити вміст Феруму у селезінці та печінці поросят, народжених від свиноматок, яким у період вагітності внутрішньом'язово вводили розчини клатрохелату Феруму(IV) та ціанокобаламіну.

Матеріали і методи досліджень

Для виконання поставленої мети було сформовано 2 групи новонароджених поросят-аналогів (гібриди порід ландрас та велика біла) у період їх утримання зі свиноматками на підсосі – контрольна та дослідна, по 20 тварин у кожній.

У дослідну групу були відібрані поросята від 4 свиноматок (по 5 від кожної), яким в період вагітності двічі (за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу) внутрішньом'язово вводили по 10 мл 10 % розчин клатрохелату Феруму(IV) та розчин ціанокобаламіну (у дозі для свиноматок, рекомендованій офіційними інструкціями, – з розрахунку по 500 мкг діючої речовини на одне введення).

Поросятам контрольної групи за традиційною схемою профілактики ферумдефіцитної анемії на третю добу життя вводили ферумдекстрановий препарат «Юніферон» у дозі 1 мл для тварини (200 мг Феруму на одне введення).

Діючою речовиною препарату, що застосовували свиноматкам, є Ферум у рідкісній валентності IV та у формі клатрохелату. Вперше про синтез даної унікальної сполуки було повідомлено Tomyn et al. (2017) [37]. Клатрохелат Феруму(IV) – це макробіциклічний комплекс, у якому іон металу «упакований» у нанокапсулу, яка перешкоджає взаємодії з переважною більшістю реагентів, зокрема, біолігандами, а також екранує метал від інших факторів навколишнього середовища. Використаний нами розчинник реополіглюкін є плазмозамінним колоїдним розчином декстрану (полімеру глюкози), містить, окрім декстрану, натрію хлорид та воду для ін'єкцій.

Протягом 15 діб після опоросу за тваринами здійснювали спостереження, а для визначення вмісту Феруму у внутрішніх органах поросят на 1, 2, 5, та 15 доби життя проводили евтаназію, розтин та відбір проб.

Результати досліджень та їх обговорення

Як і в попередніх, проведених нами, клінічних дослідженнях клатрохелату Феруму(IV) не було відмічено народження мертвих поросят [10]. Тварини залишалися активними, без будь-яких клінічних ознак анемії, не спостерігалося відставання у рості тощо.

Загальновідомо, що визначення вмісту Феруму в сироватці крові має важливе значення для скринінгу й діагностики ферумдефіцитних анемій, для оцінки ефективності лікування хворих на дану хворобу. Разом з тим, вивчення накопичення Феруму у внутрішніх органах значно доповнює характеристику фармако-токсикологічних властивостей нових протианемічних препаратів. Тому одним із завдань нашого дослідження було визначення умісту Феруму у важливих для процесу кровотворення органах – селезінці та печінці – за різних схем профілактики анемії ферумумісними препаратами (табл. 1, 2).

1. Динаміка масової частки Феруму у селезінці поросят, мг/кг (M±m, n=5)

Період дослідження, доба	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
На 1 добу	110,5 ± 1,01	125,0 ± 0,74***
На 2 добу	115,0 ± 0,89	193,1 ± 0,65***
На 5 добу	170,3 ± 0,72	173,5 ± 0,48**
На 15 добу	110,4 ± 0,39	114,7 ± 0,36***

Примітки: ступінь вірогідності − ** − p<0,01, *** − p<0,001; порівняно з показником у поросят контрольної групи.

На 1, 2, 5 та 15 доби життя масова частка Феруму у селезінці новонароджених поросят дослідної групи була вірогідно більшою відповідно у 1,13; 1,67; 1,02; 1,04 рази (p<0,01; p<0,001), порівняно з контролем. Це можна пояснити тим, що поросята дослідної групи мали достатньо високий рівень Феруму в організмі, оскільки були народжені від свиноматок, яким у період вагітності двохразово вводили препарат Феруму(IV) та розчин ціанокобаламіну. Згідно традиційної схеми профілактики ферумдефіцитної анемії, поросятам контрольної групи на 3 добу життя вводили ферумдекстрановий препарат. Слід зазначити, що нами не спостерігалося жодних клінічних ознак анемії як у поросят дослідної групи, так і у поросят контрольної групи впродовж дослідного періоду, який вважається критичним у житті поросят-сисунів через високу ймовірність розвитку ферумдефіцитної анемії.

Динаміка змін показника масової частки Феруму у печінці поросят була подібною до вищеописаної динаміки змін показника масової частки Феруму у селезінці (табл. 2).

2. Динаміка масової частки Феруму у печінці поросят, мг/кг (M±m, n=5)

Період дослідження, доба	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
На 1 добу	306,0 ± 1,08	315,3 ± 0,86***
На 2 добу	290,7 ± 1,19	302,0 ± 0,71**
На 5 добу	230,8 ± 0,57	235,0 ± 1,38**
На 15 добу	145,1 ± 0,48	149,3 ± 1,30***

Примітки: ступінь вірогідності − * − p<0,05, ** − p<0,01, *** − p<0,001.

Як засвідчують дані, наведені у таблиці 2, упродовж періоду масова частка Феруму у печінці новонароджених поросят дослідної групи була вірогідно вищою відповідно у 1,03; 1,04; 1,02; 1,03 (p<0,01; p<0,001), порівняно з контролем. Такі дані є свідченням того, що в організмі поросят дослідної групи не було передумов до розвитку анемії, на відміну від поросят контрольної групи, які до отримання ферумдекстранового препарату, мали нижчі показники вмісту Феруму у досліджуваних органах.

Отримані результати підтверджуються даними, отриманими нами раніше, зокрема під час дослідження вмісту Феруму у сироватці крові поросят за впливу різних ферумумісних препаратів. На першу добу життя у сироватці крові новонароджених поросят дослідної групи вміст Феруму був більшим у 2,29 рази (p<0,001) порівняно з контролем, на 5 добу життя даний показник перевищував контроль у 1,74 рази (p<0,001), проте на 30 добу уміст Феруму у сироватці крові поросят контрольної та дослідної груп не відрізнявся [15].

Висновки

1. Застосування вагітним свиноматкам за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу 10 % розчину клатрохелату Феруму(IV) у дозі 10 мл та розчину ціанокобаламіну у дозі 500 мкг на одну ін'єкцію, забезпечує надходження Феруму в організм народжених від них поросят, про що засвідчує його високий уміст у печінці та селезінці впродовж 15 діб, який перевищує показники за застосування поросятам традиційного ферумдекстранового препарату юніферону.

2. Високі рівні Феруму у печінці та селезінці поросят народжених від свиноматок, яким у період вагітності двічі за 14 та 7 діб до очікуваного опоросу застосовували 10 % розчин клатрохелату Феруму(IV) на реополіглюкіні засвідчують про його високу біодоступність, здатність проникати через плацентарний бар'єр та забезпечувати профілактику ферумдефіцитної анемії.

3. Отримані результати досліджень мають наукове та практичне значення, так як розширюють пізнання фармакокінетики та фармакодинаміки Феруму високої валентності (IV), а запропонований нами підхід до застосування клатрохелату Феруму(IV) забезпечує надійну та ефективну профілактику ферумдефіцитної анемії поросят.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні протианемічної дії клатрохелату Феруму(IV) для тварин інших видів.

References

1. Antoniak, H. L., Solohub, L. I., Snitynskyi, V. V., & Babych, N. O. (2006). *Zalizo v orhanizmi liudyny i tvaryn (biokhimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty)*. Lviv : LNAU [In Ukrainian].

2. Antoniak, H. L., Panas, N. Y., & Babych, N. O. (2003). Ontohenetychni osoblyvosti hemopoezu u tvaryn. *Biolohiia tvaryn*, 5, 59–62. [In Ukrainian].

3. Antipov, A. A, & Zharov A. V. (2013). Histological and morphometric changes in the liver, kidneys, spleen and lymph nodes of piglets with alimentary iron deficiency anemia. *Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennye zhivotnye.* 1, 19–21. [In Russian].

4. Bakalo, L. V., Dmytrukha, N. M., Andrusyshyna, I. M., Lubianova, I. P., & Klymenko L. A. (2017). Nakopychennia zaliza v pechintsi ta zminy biokhimichnykh pokaznykiv syrovatky krovi shchuriv za vvedennia koloidnykh rozchyniv Fe_2O_3 z riznymy rozmiramy chastynok Ukrainskyi zhurnal suchasnykh problem toksykolohii. *Ukrainskyi Zhurnal Suchasnykh Problem Toksykolohii*, 3 (79), 48−55. [In Ukrainian].

5. Bonkovsky, S., & Herbert, L. (1991). Iron and the liver. *The American Journal of the Medical Sciences*, 301 (1), 32−43. doi: 10.1097/00000441-199101000-00006

6. Camaschella, C. (2013). Iron and hepcidin: a story of recycling and balance. Hematology. American Society of Hematology. *Education Program*, 2013, 1–8. doi: 10.1182/asheducation-2013.1.1

7. Derkach, I (2021). Porivnialna efektyvnist ferumumisnykh preparativ dlia profilaktyky ferumdefitsytnoi anemii porosiatng drugs in the prevention of iron deficiency anemia in piglets. *Naukovyj*

Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo, 23(102), 66–71. doi: 10.32718/nvlvet10210 [In Ukrainian].

8. 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].

9. 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].

10. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Plutenko, M. O., Fritsky, I. O., & Derkach, S. S. (2019). Kumuliatyvni vlastvosti klatrokhelatu Ferumu (IV) dlia bilykh shchuriv. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 238–246. doi: 10.31210/visnyk2019.02.32 [In Ukrainian].

11. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Plutenko, M., Fritsky, I., & Derkach, S. (2019). Acute toxicity of the iron clathrochelate complexes. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(3), 276–279. doi: 10.15421/021942

12. Dukhnitsky, V. B., Derkach, I. M., Derkach, S. S., Plutenko, M. O., & Fritsky, I. O. (2019). Influence of iron (IV) clathrochelate complex on quail blood parameters and weight characteristics. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 126–131. doi: 10.15421/2019_719

13. Dukhnitsky, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., & Plutenko, M. (2020). Doslidzhennia podrazniuvalnoi dii ta alerhennykh vlastyvostei klatrokhelatu Ferumu(IV). *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 22 (97), 130–135. doi: 10.32718/nvlvet9721 [In Ukrainian].

14. Dukhnitsky, V. B., Kalachniuk, L. H., Derkach, I. M., Derkach, S. S., Plutenko, M. O., & Fritsky, I. O. (2020). Iron(IV) hexahydrazide clathrochelate complexes: the chronic toxicity study. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 18–23. doi: 10.15421/2020_3

15. 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].

16. Dukhnitskyi, V., Derkach, I., Derkach, S., Fritsky, I., Plutenko, M., Lozovyi, V., Kostrub, V., Loza, Y., & Husak, A. (2021). Umist hemohlobinu, hematokrytna velychyna ta morfolohichni pokaznyky krovi porosiat za vplyvu preparativ Ferumu. *Naukovyj Visnyk Lvivskogo Nacionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medycyny ta Biotehnologij imeni S. Z. Gzhyckogo*, 23 (101), 8–14. [In Ukrainian]

17. 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. [In Ukrainian]

18. Ganz, T., & Nemeth, E. (2006). Iron imports. IV. Hepcidin and regulation of body iron metabolism. *American journal of physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*, 290 (2), 199–203. do: 10.1152/ajpgi.00412.2005

19. Ganz, T., & Nemeth, E. (2012). Hepcidin and iron homeostasis. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1823 (9), 1434–1443. doi: 10.1016/j.bbamcr.2012.01.014

20. Ganz, T. (2013). Systemic iron homeostasis. *Physiological Reviews*, 93 (4), 1721−1741. doi: 10.1152/physrev.00008

21. Gasanov, A. S., Amiov, D. R., Muhutdinova, D. M., Ovsjannikov, A. P., Churna, Z. G., & Shamsutdinova, N. V. (2020). *Anemija i preparaty, primenjaemye pri ee lechenii i profilaktike*. Kazan [In Russian].

22. Karput, I. M., & Nikoladze, M. G. (2001). Diagnostika i profilaktika alimentarnoj anemii porosjat. *Veterinarija*, 4, 34−37. [In Russian].

23. Karput, I. M., & Nikoladze, M. G. (2003). Obmen zheleza u zdorovyh i bol'nyh alimentarnoj anemiej porosjat. *Izvestiya Akademii Agrarian Sciences of the Republic of Belarus*, 4, 34−37. [In Russian].

24. Kemna, E., Tjalsma, H., Willems, H.L., & Swinkels, D.W. (2008). Hepcidin: from discovery to differencial diagnosis. *Haematologica*, 93(1), 90–97. doi: 10.3324/haematol.11705

25. Kowdley, K.V. (2004). Iron, hemochromatosis, and hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology*, 127, 79–86. doi.org/10.1016/j.gastro.2004.09.019

26. 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. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.11.001

27. Killip, S., Bennett, J. M., & Chambers, M. D. (2007). Iron deficiency anemia. *American Family Physician*, 75 (5), 671–678.

28. Lipiński, P., Styś, A., & Starzyński, R. R. (2013). Molecular insights into the regulation of iron metabolism during the prenatal and early postnatal periods. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 70 (1), 23–38. doi: 10.1007/s00018-012-1018-1

29. Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., & Vlizlo, V. V. (2012). *Vnutrishni khvoroby tvaryn. Chastyna 1*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

30. 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

31. Nemeth, E., & Ganz, T. (2006). Regulation of iron metabolism by hepcidin. *Annual Review of Nutrition*, 26, 323–342. doi: 10.1146/annurev.nutr.26.061505.111303

32. Sangkhae, V., & Nemeth, E. (2017). Regulation of the iron homeostatic hormone hepcidin. *Advances in nutrition*, 8 (1), 126–136. doi: 10.3945/an.116.013961

33. Sidorkin, V., Gavrish, V., Egunova, A., & Ubiraev, V. (2007). *Bolezni svinej*. Moskva: Akvarium – print [In Russian].

34. Skal'nyj, A. V., & Rudakov, I. A. (2004). *Biojelementy v medicine*. Moskva: Oniks 21 vek, Mir [In Russian].

35. Starzyński, R. R., Laarakkers, C. M., Tjalsma, H., Swinkels, D. W., Pieszka, M., Styś, A., Mickiewicz, M., & Lipiński, P. (2013). Iron supplementation in suckling piglets: how to correct iron deficiency anemia without affecting plasma hepcidin levels. *PloS one*, 8 (5), e64022. doi: 10.1371/journal.pone.0064022

36. Svoboda, M., & Drabek, J. (2005). Iron deficiency in suckling piglets: etiology, clinical aspects and diagnosis. *Folia Veterinaria*, 49, 104–111.

37. 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.

38. Vydyborets, S. V., & Andriiaka, A. O. (2017). Fiziolohichna rol hepsydynu yak tsentralnoho rehuliatora metabolizmu zaliza (Ohliad literatury). *Semeinaia Medytsyna*, 1 (69), 154–157.

Стаття надійшла до редакції: 10.09.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Деркач І. М., Духницький В. Б., Деркач С. С., Лозовий В. М., Коструб В. В., Лоза Ю. В., Мідик С. В., Морозова В. С., Ушкалов В. О., Фрицький І. О., Плутенко М. О. Вплив клатрохелату Феруму(IV) на вміст феруму у деяких внутрішніх органах поросят. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 188–194.

© Деркач Ірина Михайлівна, Духницький Володимир Богданович, Деркач Сергій Степанович, Лозовий Віталій Миколайович, Коструб Василь Васильович, Лоза Юлія Володимирівна, Мідик Світлана Вікторівна, Морозова Валерія Сергіївна, Ушкалов Валерій Олександрович, 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 636.2:618.2 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.25**

THE EFFECTIVENESS OF COWS' INSEMINATION IN SPONTANEOUS ESTRUS, DETERMINED BY THE SYSTEM OF AUTOMATED CONTROL OF THEIR MOTIONAL ACTIVITY

T. Panasova* ORCID 0000-0002-4103-7956
T. Zvenihorodska ORCID 0000-0002-4186-5700
O. Tul ORCID 0000-0002-2430-1575
V. Grek ORCID 0000-0002-5811-5607

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: tetianapanasova@ukr.net

How to Cite

Panasova, T., Zvenihorodska, T., Tul, O., & Grek, V. (2021). The efficiency of cows' insemination in spontaneous estrus, determined by the system of automated control of their motional activity. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 195–200. doi: 10.31210/visnyk2021.04.25

The aim of this study was to establish the effectiveness of cows' insemination in spontaneous estrus, detected by automated control of their motional activity, compared with induced estrus after hormonal stimulation. Spontaneous estrus was determined using the AfiActII system (n=767). Animals were inseminated 8 hours after the peak of their motional activity. Synchronization of estrus and ovulation was reached with GnRH and PGF2α preparations based on the Ovsynch protocol (n=280). Cows were inseminated according to the protocol. In the first quarter, at inseminating cows in spontaneous estrus, the impregnation occurred in 62.5 % of cows with the insemination index of 1.5±0.5. The service period of animals in this group was 70±10 days, which was within normal limits. At induced estrus, pregnancy was recorded in 80 % of cows with an insemination index of 1.5±0.5, and their service period was 110±20 days, which was more than the physiological norm. On the whole, 60.6 % of cows of the first group and 53.2% of the second group were impregnated. In the second quarter, the number of impregnated cows in spontaneous estrus, as compared with induced, was significantly higher, almost 10 times (p>0.1). Among them, 75 % of cows of the first group were impregnated, with 1.5±0.5 insemination index and the service period of 70±10 days. In the second group, 78% of animals became pregnant with the same insemination index and the service period of 110±20 days. In the third quarter, the fertilization of cows in both groups decreased: in the first group it was 52.7 %, in the second – 35.8 %. In addition, among the cows of the first group there were 2.6–5.7 % of those with an insemination index of 6.5±0.5. The system of automated control of motional activity provides continuous monitoring of cows, accurate and automated identification of animals during estrus, minimum requirements to workers and high accuracy in determining the optimal insemination time. Such a system enabled to ensure cows' impregnation in spontaneous estrus at the level of 63.7 %. Among them, 68.63±6.25 % of cows had an insemination index of 1.5±0.5 and service period of up to 70±10 days.When using the system of hormonal estrus and ovulation stimulation, pregnancy was registered in 46.7 % of animals, among which – 80±5 % of cows after 1–2 inseminations, with a service period of 110±20 days. In order to reduce the service period to physiological standards (70±20 days), the cows with multiple unproductive inseminations should undergo gynecological examination after the 3rd insemination. For animals in which estrus was not detected before 60 days after parturition, it is advisable to use synchronization schemes immediately after the detection of anaphrodisia.

***Key words**: cows, insemination, estrus, automated control of motional activity.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОСІМЕНІННЯ КОРІВ У СПОНТАННУ ОХОТУ, ВИЗНАЧЕНУ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ЇХ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ

Т. Г. Панасова, Т. В. Звенігородська, О. І. Туль, В. О. Грек
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Метою роботи було встановити ефективність осіменіння корів у спонтанну статеву охоту, виявлену за допомогою автоматизованого контролю їх рухової активності, у порівнянні з індукованою після гормональної стимуляції. Природну охоту визначали за допомогою системи AfiActII (n=767), осіменіння тварин проводили через 8 годин після встановлення піку їх рухової активності; синхронізацію охоти та овуляції проводили препаратами GnRH та PGF2α на основі протоколу «Ovsynch» (n=280), осіменіння корів проводили згідно протоколу. У першому кварталі при осіменіння корів у спонтанну охоту запліднення настало у 62,5 % корів з індексом осіменіння 1,5±0,5, сервіс-період тварин цієї групи склав 70±10 днів, що було в межах норми. При індукованій охоті тільність реєстрували у 80% корів з індексом осіменіння 1,5±0,5, їх сервіс-період був 110±20 днів, що було більше фізіологічної норми. Всього запліднилося 60,6 % корів першої групи та 53,2 % – другої. В другому кварталі кількість корів, що запліднилися у спонтанну охоту, у порівнянні з індукованою, була достовірно більшою, майже в 10 разів (p>0,1). Серед них 75% корів першої групи запліднилося з індексом осіменіння 1,5±0,5 та сервіс-періодом 70±10 днів. В другій групи завагітніло 78 % тварин з таким же індексом осіменіння та сервіс-періодом 110±20 днів. В третьому кварталі заплідненість корів обох груп зменшилася: у першій групі вона була 52,7%, в другій – 35,8 %. Крім того, серед корів першої групи були 2,6–5,7 % таких, що мали індекс осіменіння 6,5±0,5. Система автоматизованого контролю рухової активності забезпечує безперервне спостереження за коровами, точну та автоматизовану ідентифікацію тварин у період статевої охоти, мінімальні вимоги до працівників та високу точність визначення оптимального часу осіменіння. Така система дозволила забезпечити заплідненість корів у спонтанну охоту на рівні 63,7 %. Серед них 68,63±6,25 % корів мали індекс осіменіння 1,5±0,5 та сервіс-період до 70±10 днів. При застосуванні системи гормональної стимуляції статевої охоти та овуляції вагітність реєстрували у 46,7 % тварин, серед яких – 80±5 % корів після 1–2 осіменіння, з сервіс-періодом 110±20 днів. З метою скорочення сервіс-періоду до фізіологічних норм (70±20 днів) коровам із багатократними непродуктивними осіменіннями проводити гінекологічне обстеження після 3-го осіменіння. Тваринам, у яких не була виявлена статева охота до 60 дня після родів, доцільно застосовувати схеми синхронізації одразу після виявлення анафродизії.

Ключові слова: *корови, осіменіння, автоматизований контроль рухової активності.*

Вступ

Основна мета якісного менеджменту стада – забезпечити, щоб отелення корів відбувалися через оптимальні інтервали для підтримання виробництва молока на максимально високому рівні. Саме тому, одним з актуальних питань відтворення є визначення оптимального часу штучного осіменіння корів, позаяк осіменіння під час статевої охоти дозволяє підвищити його ефективність, скоротивши, таким чином, міжотельний період.

Нині запропоновано низку методів виявлення у корів і телиць статевої охоти та овуляції: візуально-клінічний, рефлексологічний, маркування кореня хвоста, визначення електропровідності естрального слизу, ректальна або сонографічна діагностика дозрівання фолікула та овуляції тощо [1–6].

Проте, ефективність цих методів залежить від ряду факторів, перш за все – наявності фізіологічних змін у статевій системі та поведінці тварини, які персонал повинен вміти чітко визначати [7]. Крім того, осіменіння у природну охоту може бути ефективним лише тоді, коли рівень її виявлення становить 80-85 %, що не завжди можливо в крупних молочних господарствах. [8]. Адже в умовах великих комплексів з безприв'язним утриманням тварин поточно-цехова система виробництва молока значно знижує можливості персоналу визначати індивідуальні репродуктивні особливості корів: тривалість статевого циклу і охоти, характер її прояву та оптимальний час для штучного осіменіння. В той же час, кожний випадок непродуктивного осіменіння збільшує економічні збитки господарств від недоотримання телят і молока (позаяк, на останньому етапі подовженої лактації надої прогресивно падають, що призводить до загального зниження

ефективності виробництва молока), затрат на утримання, годівлю і лікування неплідних корів. У зв'язку з цим, в молочних господарствах ряду країн, у тому числі й України, широко застосовуються стандартні та універсальні програми синхронізації еструсу корів, що дозволяють оптимізувати, впорядкувати та об'єднати основні бізнес-процеси виробництва: профілактику і лікування післяродових захворювань, синхронізацію статевої охоти та овуляції, штучне осіменіння, ультразвукову або ректальну діагностику вагітності та неплідності, лікування гінекологічних хвороб корів [9, 10].

Проте, не зважаючи на значні переваги синхронізації, існують і вагомі недоліки, зокрема: висока вартість препаратів, що застосовуються у схемах, додатковий час на проведення обов'язкового гінекологічного обстеження тварин перед синхронізацією, зменшення відсотку виявлення тварин з природною охотою, а головне – втручання у гомеостаз тварин призводить до так званої «стерилізації» залоз внутрішньої секреції, котрі прогресивно знижують свої функції внаслідок застосування гормональних препаратів. При цьому, збільшується собівартість молока та рівень передчасного вибракування тварин і заміни їх молодими з меншою продуктивністю [11].

Таким чином, низька можливість вчасного визначення статевої охоти залишається значною проблемою у молочному скотарстві, що примусило до розробки та застосування електронних технологій виявлення статевої охоти.

Так, однією з особливостей статевої поведінки корів є різке збільшення активності ходіння (навіть у той час, коли тварина повинна лежати) і зменшення прийому корму. Тож вимірювання рухової активності та румінації дозволяє визначати статеву охоту цілодобово. Інформація від датчиків, що кріпляться на шиї або кінцівці тварини і вимірюють кількість рухів, ідентифікує корову та надходить на транспондер, встановлений на сараях або загонах. Останній, в свою чергу, передає дані на центральний сервер кілька разів на годину. Отже, інформація про тварину в системі є актуальною і не залежить від місцезнаходження корови. Такий моніторинг активності тварин дозволяє своєчасно проводити їх осіменіння та визначати стан їх здоров'я [12–14].

Отже, для досягнення оптимальних результатів відтворення корів в господарствах необхідно поєднувати осіменіння тварин у природну та індуковану охоту.

Метою нашої роботи було встановити ефективність осіменіння корів у статеву охоту: спонтанну, виявлену за допомогою автоматизованого контролю рухової активності та індуковану шляхом гормональної стимуляції.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилося на молочних фермах СТОВ «Скіф» Полтавського р-ну Полтавської області з безприв'язним типом утримання худоби. Спонтанну охоту визначали за допомогою системи AfiActII, до складу якої входять: датчики-крокоміри (педометри) AfiTag II, закріплені на кінцівці корови, містять ідентифікатор ID тварини, реєструють число її кроків, час стояння, відпочинку та число лежання; зчитувач (рідер), обладнаний антенами і закріплений у приміщеннях із тваринами, передає данні від педометрів на центральний комп'ютер AfiFarm для аналізу. З центрального комп'ютера сигнал про статеву охоту та готовність корови до осіменіння надходить на телефон техніка штучного осіменіння. Датчики-педометри закріплювали на нозі кожної корови на 21-й день після отелення і знімали на 60-й день після осіменіння. Період «добровільного очікування» складав 60 днів після родів [15], осіменіння корів проводили через 8 годин від початку охоти однократно [16], попередньо підтвердивши факт охоти візуально-клінічно (n=767). Гінекологічне обстеження тварин перед осімененням не проводилося.

Синхронізацію статевої охоти та овуляції проводили за допомогою препаратів GnRH та PGF2α на основі протоколу «Ovsynch» [17]. Синхронізації підлягали корови з анафродизією через 80 дня після родів, осіменіння тварин проводили згідно інструкції до протоколу (n=280). До синхронізації допускалися корови з нормальним станом яєчників і матки та такими гінекологічними діагнозами як: гіпофункція яєчників та персистентне жовте тіло Вагітність корів обох груп визначали на 35-й день після осіменіння методом сонографії. В роботі використовувалися матеріали зооветеринарної звітності господарства.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз заплідненості корів як у спонтанну, так і індуковану охоту представлений у таблицях 1–4.

1. Аналіз запліднености корів у спонтанну та індуковану охоту

Групи корів	Всього корів	Заплідненість, %	Середній сервіс-період, днів
Спонтанна охота	767	63,7	120±43
Індукована охота	280	46,7	164±55

Аналізуючи показники заплідненості корів обох груп, можна зробити висновок, що виявлення природної охоти за допомогою системи AfiActII дозволило осіменити утричі більшу кількість корів, ніж при застосуванні схем синхронізації (p>0,1). Крім того, продуктивність осіменіння тварин у спонтанну охоту, була на 17% ефективніша, що дозволило зменшити сервіс-період у стаді у середньому на 35–40 днів [18].

Наступним нашим етапом було встановити ефективність осіменіння в залежності від пори року.

2. Аналіз осіменіння у спонтанну та індуковану охоту за 1-й квартал 2021 року

	Індекс осіменінь	Кількість тварин				Сервісперіод днів
		всього, гол	тільних, гол	неплідних, гол	запліднилося, %	
Спонтанна охота	1,5±0,5	147	87	60	59,1	70±10
	4±1	71	44	27	61,9	110±10
	6,5±0,5	11	8	3	72	160±20
Всього	4±3	229	139	90	60,6	120±43
Індукована охота	1,5±0,5	101	52	13	51,4	110±20
	4±1	21	13	8	61,9	200±30
Всього	3±2	122	65	57	53,2	164±55

Як видно з даних таблиці 2, серед всіх тільних корів першої групи (n=139), у 62,5% запліднення настало при індексі осіменіння (ІО) 1,5±0,5, сервіс-період (СП) тварин цієї групи склав 70±10 днів, що було в межах норми. У 31,6 % тварин СП був 110±10 днів, при індексі осіменінь 4±1, що було більше фізіологічної норми [19]. Такі показники заплідненості корів, могли бути пов'язані з ановуляторними статевими циклами [20]. Проте у 7 % корів вагітність настала лише після 6–7 осіменінь (СП – 160±20 днів), очевидно, в наслідок ранньої ембріональної смертності.

Натомість при індукованій охоті тільність реєстрували у 80 % корів (від всіх тільних) при ІО 1,5±0,5, їх сервіс-період був 110±20 днів, що було більше фізіологічної норми [21]. Інші 20% тварин мали СП 200±30 днів при індексі осіменінь – 4±1. Таким чином, тварини другої групи мали менший індекс осіменінь, проте довший сервіс-період (p<0,05). Також нами було відмічено, що відсоток вагітних корів як із спонтанною, так і з індукованою охотою був майже однакова (p>0,1).

У другому кварталі (табл. 3) запліднення відбулося у 73,3% корів із природною охотою, що достовірно більше, ніж у першому, на 12,6% (p>0,1). Так, тільність настала у 75%, від всіх тільних корів, з ІО 1,5±0,5, що було більше на 12,5% у порівнянні з першим кварталом (p<0,05); 22% тварин запліднилися з індексом осіменіння 4±1. Також зменшилася на 4% кількість корів із ІО 6,5±0,5. При застосуванні схем синхронізації охоти та овуляції показники заплідненості корів в цілому також покращилися на 5,3%. Проте кількість корів, що запліднилися після 1-2 осіменіння стала меншою на 5,3%.

3. Аналіз осіменіння у спонтанну та індуковану охоту за 2-й квартал 2021 року

	Індекс осіменінь	Кількість тварин				Сервісперіод днів
		всього, гол	тільних, гол	неплідних, гол	запліднилося, %	
Спонтанна охота	1,5±0,5	235	177	58	75,3	70±10
	4±1	72	52	20	72,2	110±10
	6,5±0,5	15	7	8	46,6	160±20
Всього	4±3	322	236	86	73,3	120±43
Індукована охота	1,5±0,5	32	18	14	56,2	110±20
	4±1	9	6	3	66,6	200±30
Всього	3±2	41	24	17	58,5	164±55

Взагалі у другому кварталі кількість тварин, що завагітніли у спонтанну охоту, у порівнянні з індукованою, була більшою, майже в 10 разів (p>0,1). Така різниця пов'язана з тим, що у весняний

період у корів краще проявляється стадія збудження статевого циклу [22], що й було виявлено за допомогою системи AfiActII.

Аналізуючи заплідненість корів у третьому кварталі, нами встановлено зниження її відсотку як у корів із природною, так і синхронізованою охотою (табл. 3).

4. Аналіз осіменіння у природну та індуковану охоту за третій квартал 2021 року

	Індекс осіменінь	Кількість тварин				Сервісперіод днів
		всього, гол	тільних, гол	неплідних, гол	запліднилося, %	
Спонтанна охота	1,5±0,5	137	78	59	56,9	70±10
	4±1	72	33	39	45,8	110±10
	6,5±0,5	7	3	4	12,4	160±20
Всього	4±3	216	114	102	52,7	120±43
Індукована охота	1,5±0,5	94	36	58	38,2	110±20
	4±1	23	6	17	26	200±30
Всього	3±2	117	42	75	35,8	164±55

Так, кількість тільних була на 20,5 % менше у корів із спонтанною охотою (p>0,1) та на 22,5 % – із індукованою, ніж у другому кварталі. Крім того, співвідношення між вагітними обох груп стало 1,5 : 1. Таке погіршення показників заплідненості корів обох груп пов'язано із пригнічення їх репродуктивної функції при збільшені температури оточуючого середовища, яке реєструвалося у липні-серпні [23]. У зв'язку з цим, система автоматизованого контролю рухової активності AfiActII була менш чутлива до виявлення статевої охоти, ніж у зимовий та весняний період часу [24].

Висновки

Система автоматизованого контролю рухової активності за рахунок безперервного спостереження за коровами, точної та автоматизованої ідентифікації тварин у період статевої охоти, мінімальних вимог до працівників дозволила забезпечити заплідненість корів у спонтанну охоту на рівні 63,7 %. Серед них 68,63±6,25 % корів мали індекс осіменіння 1,5±0,5 та сервіс-період до 70±10 днів. При застосуванні системи гормональної стимуляції статевої охоти та овуляції вагітність реєстрували у 46,7 % тварин, серед яких – 80±5 % корів після 1–2 осіменіння, з сервіс-періодом 110±20 днів.

Перспективи подальших досліджень. З метою скорочення сервіс-періоду до фізіологічних норм (70±20 днів) коровам із багатократними непродуктивними осіменіннями проводити гінекологічне обстеження після 3-го непродуктивного осіменіння. Тваринам, у яких не була виявлена статева охота до 60 дня після родів, доцільно застосовувати схеми синхронізації одразу після виявлення анафродизії.

References

1. Panasova, T. G., Kulinich, S. M., & Lisane, R. V. (2018). Efektivnist elektrometrichnogo metodu diagnostiki statevoyi ohoti u koriv. *Visnik Agrarnoyi Nauki Prichornomor'ya*, 3, 46–50. [In Ukrainian].

2. Bugrov, A. D., Medvedovskij, A. V., & Subbota, A. V. (2005). *Vyyavlenie i vyborka korov i telok v ohote. Metodicheskie rekomendacii*. Harkov: Institut zhivotnovodstva UAAN [In Russian].

3. Golovash, S. (2017). Markuvannya korenya hvosta yak metod viyavlennya koriv v ohoti. *Asotsiatsiia vyrobnykiv moloka*. Retrieved from: https://avm-ua.org/uk/post/markuvanna-korena-hvosta-ak-metod-viavlenna-koriv-v-ohoti12?milkua=1 [In Ukrainian].

4. Miura, R., Yoshioka, K., Miyamoto, T., Nogami, H., Okada, H., & Itoh, T. (2017). Estrous detection by monitoring ventral tail base surface temperature using a wearable wireless sensor in cattle. *Animal reproduction science*, 180, 50–57. doi: 10.1016/j.anireprosci.2017.03.002

5. Haruta, G. G., & Lotockij, V. V. (2004). Vibir optimalnogo chasu osimeninnya visokoproduktivnih koriv metodom sonografiyi. *Visnyk Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 29, 144–150. [In Ukrainian].

6. Panasova, T. G. (2015). Efektivnist refleksologichnogo metodu viyavlennya statevoyi ohoti u telic. *Aktualni problemi veterinarnoyi hirurgiyi ta akusherstva*. Materiali Vseukrayinskoyi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii. Poltava [In Ukrainian].

7. Roelofs, J., López-Gatius, F., Hunter, R. H., van Eerdenburg, F. J., & Hanzen, C. H. (2010). When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*, 74 (3), 327–344. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.02.016

8. Estrus detection in cattle. (2010). *The Beef Site*. Retrieved from: https://www.thebeefsite.com/articles/2362/estrus-detection-in-cattle/

9. Mendonça, L., Rocha, L. S., Voelz, B. E., Lima, G. T., Scanavez, A., & Stevenson, J. S. (2019). Presynchronization strategy using prostaglandin $F_{2\alpha}$, gonadotropin-releasing hormone, and detection of estrus to improve fertility in a resynchronization program for dairy cows. *Theriogenology*, 124, 39–47. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.09.027

10. Chebel, R. C., Santos, J. E., Cerri, R. L., Rutigliano, H. M., & Bruno, R. G. (2006). Reproduction in dairy cows following progesterone insert presynchronization and resynchronization protocols. *Journal of dairy science*, 89 (11), 4205–4219. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72466-3

11. Nikulin, N. D. (2015). Sinhronizaciya polovogo cikla korov – «za i protiv». *Nivy Zauralya*, 2, 56–59. [In Russian].

12. Roelofs, J. B., van Eerdenburg, F. J., Soede, N. M., & Kemp, B. (2005). Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, 64 (8), 1690–1703. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.04.004

13. López-Gatius, F., Santolaria, P., Mundet, I., & Yániz, J. L. (2005). Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology*, 63 (5), 1419-29. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.07.007

14. Lotockij, V. V. (2007). Vibir optimalnogo chasu osimeninnya visokoproduktivnih koriv za indeksami aktivnosti ruhu. *Visnyk Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 45, 61–64. [In Ukrainian].

15. Inchaisri, C., Jorritsma, R., Vos, P. L. A. M., van der Weijden, G. C., & Hogeveen, H. (2011). Analysis of the economically optimal voluntary waiting period for first insemination. *Journal of Dairy Science*, 94 (8), 3811–3823. doi: 10.3168/JDS.2010-3790

16. Nelson, S. T., Haadem, C. S., Nødtvedt, A., Hessle, A., & Martin, A. D. (2017). Automated activity monitoring and visual observation of estrus in a herd of loose housed Hereford cattle: Diagnostic accuracy and time to ovulation. *Theriogenology*, 87, 205–211. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.08.025

17. Stevenson, J. S., Kobayashi, Y., Shipka, M. P., & Rauchholz, K. C. (1996). Altering conception of dairy cattle by gonadotropin-releasing hormone preceding luteolysis induced by prostaglandin F2 alpha. *Journal of Dairy Science*, 79(3), 402–410. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(96)76379-8

18. Kuzebnij, S. V. (2018). Efektivnist riznih metodiv viyavlennya ta stimulyaciyi statevoyi ohoti u koriv. *Rozvedennya i Genetika Tvarin*, 56, 120–129. doi: 10.31073/abg.56.16 [In Ukrainian].

19. Chomaev, A. (2003). Ot kazhdoj korovy – po telenku v god. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 41–42. [In Russian].

20. Grishko, D. S. (2003). *Lekciyi z veterinarnogo akusherstva*. *Navchalnij posibnik*. Harkiv: Prapor [In Ukrainian].

21. Bilokin, M. (2008). Menedzhment ohoti. *Farmer*, 64–66. [In Ukrainian].

22. Yablonskij V. A., & Homin, S. P. (reds.). (2006). *Veterinarne akusherstvo, ginekologiya ta biotehnologiya vidtvorennya tvarin z osnovami andrologiyi*. Vinnicya: Nova kniga [In Ukrainian].

23. Schüller, L. K., Michaelis, I., & Heuwieser, W. (2017). Impact of heat stress on estrus expression and follicle size in estrus under field conditions in dairy cows. *Theriogenology*, 102, 48–53. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.07.004

24. al-Katanani, Y. M., Webb, D. W., & Hansen, P. J. (1999). Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. *Journal of Dairy Science*, 82 (12), 2611–2616. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75516-5

Стаття надійшла до редакції: 12.09.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Панасова Т. Г., Звенігородська Т. В., Туль О. І., Грек В. О. Ефективність осіменіння корів у спонтанну охоту, визначену за допомогою системи автоматизованого контролю їх рухової активності. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 195–200.

© Панасова Тетяна Георгіївна, Звенігородська Таміла Владиславівна, Туль Олександра Іванівна, Грек Валерій 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 616.594.14:636.7 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.26**

SOME ASPECTS OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF DOG ALOPECIA X

A. Omelchenko[1*] ORCID 0000-0001-9389-8400
N. Avramenko[1] ORCID 0000-0002-1920-5757
V. Volosovets[2]
N. Volosovets[2]
O. Gogol[3]

[1] Poltava State Agrarian University, 1 / 3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] "Zoovetsentr" Clinic, Shostka, Sumy Region, 41100, Ukraine
[3] Medical Center of Rabin Iczhak (General Hospital "Beilinson"), Ze'ev Jabotinsky St 39, Petah Tikva, 4941492, Israel
**Corresponding author*
E-mail: anna.omelchenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Omelchenko, A., Avramenko, N., Volosovets, V., Volosovets, N., & Gogol, O. (2021). Some aspects of diagnostics and treatment of dog alopecia X. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 201–206. doi: 10.31210/visnyk2021.04.26

Alopecia X is dog disease of insufficiently studied etiology, characterized by symmetrical, non-itchy and non-inflammatory alopecia that affects the head and distal extremity regions. The main purpose of the work was to study the peculiarities of diagnostics and therapeutic efficacy of different treatment patterns for alopecia X in dogs in the veterinary clinic "Zoovetsentr", Shostka, Sumy region. The laboratory diagnostic method of trichoscopy was used, which enabled to find changes at hair growth stage. It was planned to solve the following tasks: to study the manifestations and clinical course of alopecia X in a group of small pets; to conduct the comparative evaluation of different diagnostic methods of alopecia X among small pets; study the laboratory methods of alopecia X diagnostics in animals having the symptoms of skin lesions in order to differentiate the diagnosis; to develop treatment measures for alopecia X. The object of the study were dogs of different breeds and ages with the diagnosis of alopecia X, admitted to the reception and registered in the log of diseased animals. The subject of the study was alopecia X (black skin disease). The data of clinical examinations of animals and the results of laboratory diagnostics have been used in the work. Melatonin (Melatonin, Bioveta) was used orally at a dose of 3–6 mg per dog twice a day for at least 4 months (for dogs ≤ 15 kg – 3 mg, for dogs over 15 kg – 6 mg) as well as microneedle therapy with a dermaroller to restore hair growth in dogs with alopecia X. Trichoscopy of the studied samples revealed the stage of the hair follicle rest (telogen), while the hair root lost pigment, narrowed to the end and took the form of a "spear". Clinical and biochemical blood tests showed a slight increase in alanine aminotransferase (ALT) (77.4±0.65 IU / l) and urea (13.05±0.37 mmol / l). The therapeutic application of melatonin (Melatonin, Bioveta) partially restored hair growth in 50 % of dogs (6 out of 12), in 20 % the complete recovery of hair after 8 months of therapy was observed, and in 30 % of dogs hair growth did not restore. At the same time, more than 52 % of hair at the anagen stage was detected against the background of treatment measures. The use of dermaroller as a means of microneedle therapy allowed to restore hair growth in 68 cases.

Key words: *Alopecia X, dogs, diagnostics, treatment.*

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ДІАГНОСТИКИ І ЛІКУВАННЯ У СОБАК АЛОПЕЦІЇ Х

***Г. О. Омельченко*[1], *Н. О. Авраменко*[1], *В. Ю. Волосовець*[2], *Н. Ю. Волосовець*[2], *О. М. Гоголь*[3]**
[1] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
[2] Клініка «Зооветцентр», м. Шостка, Сумська область, Україна
[3] Медичний центр імені Іцхака Рабіна (клініка Бейлінсон), м. Петах-Тиква, Ізраїль

Алопеція Х – захворювання собак недастатньо вивченої етіології, що характеризується симетричною незапальною алопецією без ознак свербежу, яка вражає голову та дистальні відділи кінцівок. Зважаючи на значне поширення зазначеної патології в різних країнах світу, зокрема і в Україні, важливим є вивчення окремих аспектів цієї хвороби у дрібних декоративних собак на території нашої держави. Метою роботи було вивчити особливості діагностики та терапевтичну ефективність різних схем лікування у разі появи алопеції Х у собак в умовах ветеринарної клініки «Зооветцентр», м. Шостки Сумської області. З метою встановлення діагнозу використано лабораторний метод діагностики – трихоскопію, який дав змогу встановити зміни у стадії росту волосся. Проведене лабораторне дослідження зразків сприяло виявленню стадії спокою волосяного фолікула (телоген), при цьому візуально корінь волосся втрачав пігмент, проксимально звужувався і набував вигляду «спису». Окрім того досліджено кров хворих тварин. При клінічному і біохімічному аналізах крові виявили незначне збільшення аланінамінотрансферази (АЛТ) (77,4±0,65 МО / л) та сечовини (13,05±0,37 ммоль / л). Для лікування в умовах клініки використано дві схеми. Перша схема включала застосування хворим тваринам препарату мелатонін (Melatonin, Bioveta) шляхом орального введення. Згідно з іншою схемою другій дослідній групі тварин застосовано мікроголкову терапію з використанням дермаролера для відновлення росту волосяного покриву. Встановлено, що застосування з лікувальною метою препарату мелатонін (Melatonin, Bioveta) частково відновило зростання волосяного покриву 50 % собак (6 із 12), за такої умови у 20 % спостерігали повне відновлення шерстного покриву через 8 місяців терапії. До того ж на фоні лікувальних заходів у дослідних тварин першої групи виявляли понад 52 % волосся у стадії анагену. Тоді як у 30 % собак ріст волосяного покриву попри застосування терапевтичних маніпуляцій так і не відновився. Застосування дермаролеру як засобу мікрогольчастої терапії дозволило відновити ріст волосся в 68 % випадків.

Ключові слова: *алопеція Х, собаки, діагностика, лікування.*

Вступ

Зупинка циклу росту волосся (алопеція Х) – це алопеція незапального характеру, яку важко діагностувати та лікувати через недостатнє розуміння патогенезу хвороби [1, 12, 17]. Деякі автори акцентують на наявності породної схильності та спадковому походженні цієї хвороби [14, 16, 20].

За даними Bernardi de Souza [2], алопеція Х у собак може бути викликана гормональною дисфункцією, схожою на андрогенну алопецію у чоловіків, яка спричинена дією дигідротестостерону (ДГТ). Інші автори вказують, що концентрація андростендіону, естрадіолу, прогестерону як у хворих, так і здорових тварин були підвищеними, а результати гістологічного дослідження свідчили про алопецію Х [7].

Варто зазначити, що діагноз зупинки циклу росту волосся ставили на основі клінічних ознак, дерматогістопатології та відсутності системних відхилень [15].

Так, у померанських шпиців при такому захворюванні за умови гістологічного дослідження волосяних фолікулів переважають кеногенові і телогенові волосяні фолікули, тоді як анагенові фолікули виявляються розрідженими [9]. Такі дані отримали й інші вчені, коли було виявлено відсутність анагенових волосяних фолікулів у хворих собак [3, 10].

Науковці відмічають наявність певних характерних ознак цього захворювання. Зокрема алопецію Х спостерігають на трьох анатомічних ділянках, які зазвичай уражаються: дорсальна поверхня шиї, задня частина стегон і основа хвоста і трьох ділянках, які зазвичай не уражаються: дорсальна поверхня голови, черевна частина і грудна клітина [2]. За даними Finnie J. W. та ін. [6], початковими клінічними ознаками при алопеції є поступова поява сухої, тьмяної та поганої якості шерсті.

Для лікування цієї патології наразі науковці запропонували велику кількість схем із різноманітними препаратами, які мають різну терапевтичну ефективність.

Так, при підшкірному застосуванні кобелям стерильного імплантанту, що містить 4,7 мг деслореліну автори реєстрували помітне відновлення шерстного покриву протягом 3-х місяців (75 %). Водночас автори вказують на відсутність терапевтичного ефекту при застосувані зазначеного препарату стерилізованим самкам [1]. Через це окремі вчені не рекомендують застосовувати ін'єкції дислореліну самцям собак при алопеції Х [18].

За даними науковців, після стимуляції адренокортикотропним гормоном собак з алопецією Х та лікування трилостаном мало позитивні наслідки, повне відростання шерсті у всіх собак протягом 6 місяців [13].

Інші вчені, використовуючи лікувальні препарати в різних поєднаннях та з різною кратністю введення, оримували лікувальну ефективність у межах 85–90 %, проте період відновлення волосного покриву коливався від 4 до 12 тижнів [4, 8, 11].

Для відновлення росту волосся дослідники також запропонували використання пристрою для мікронідлінгу з одночасним введенням багатої тромбоцитами плазми. Цей метод сприяє більш швидкому відростанню волосяного покриву (76−100 %), особливо через шість місяців [5, 19].

Зважаючи на вищенаведене, метою роботи було встановити особливості діагностики та терапевтичну ефективність різних схем лікування при алопеції Х у собак в умовах ветеринарної клініки «Зооветцентр», м. Шостки Сумської області. Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі задачі: вивчити особливості прояву і клінічного перебігу алопеції Х у групі дрібних домашніх тварин; провести порівняльну оцінку різних методів діагностики алопеції Х серед дрібних домашніх тварин; опрацювати лабораторні методи дослідження алопеції Х у тварин із симптомами ураження шкіри з метою диференціювання діагнозу; розробити схему лікувальних заходів при алопеції Х.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на базі клініки «Зооветцентр», м. Шостки Сумської області та кафедри нормальної і патологічної анатомії та фізіології тварин Полтавського державного аграрного університету. Для дослідів взяли 12 собак із ознаками прогресуючої втрати шерстного покриву (померанський шпіц, самоїд). Для відбору матеріалу використовували щипковий метод біопсії. За такої умови відбирали кілька гістобіоптатів зі шкіри, схильної до алопеції, на межі уражень і з ділянки шкіри, вкритої шерстним покривом. Для з'ясування причин та виду алопеції проводили стандартні дерматологічні методи дослідження, такі як зіскрібки зі шкіри, свічення лампою Вуда, трихоскопія волосся, цитологічне дослідження. Для постановки діагнозу проводили мікроскопічне дослідження кореня та стрижня волосся (трихоскопію). При мікроскопії звертали увагу на структуру та пігментацію стрижнів волосся, оглядали кінчики волосся, оцінювали трихограму (співвідношення волосся в різних фазах циклу фолікула: анаген/телоген). Для проведення біохімічних досліджень використовували автоматичний біохімічних аналізатор FUJI DRI−CHEM NX−500.

При проведенні лікувальних заходів використовували мелатонін (Melatonin, Bioveta), який призначали орально в дозі 3−6 мг на собаку двічі на день протягом не менше 4 місяців (для собак ≤ 15 кг – по 3 мг, для собак понад 15 кг – по 6 мг). Також використовували мікрогольчасту терапію за допомогою дермаролера для відновлення росту шерстного покриву у собак з алопецією Х. Для цього після миття антисептичним шампунем та проведення загальної анестезії ділянки алопеції обробляли дермаролером з довжиною голок від 1,5 до 2,5 см по діагоналі, вертикалі та горизонталі від чотирьох до п'яти разів у кожному напрямку з помірним тиском.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень свідчать, що основні дерматологічні прояви хвороби полягали у сухості шерстного покриву з вираженою втратою первинного волосся. Свербіж не спостерігали. У місцях тертя (під нашийником, на каудальних поверхнях стегон) виявляли перші алопеції (рис. 1 та 2).

Рис. 1. Ділянка алопеції із гіперпігментацією в ділянці шиї у самоїда

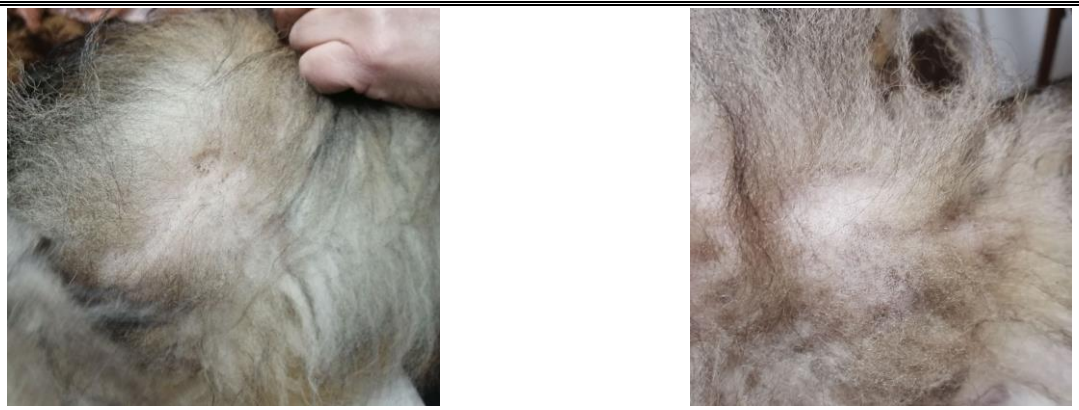


Рис. 2. Ділянка алопеції із гіперпігментацією в ділянці шиї та на поверхні стегон у померанського шпіца

Згодом алопеція охоплювала всі більші ділянки тіла (рис. 3). Ділянка голови та передні лапи завжди залишалися неураженими. Шкіра на цих ділянках швидко ставала гіперпігментованою, часто лущилася. Шерстний покрив, що залишився на тулубі, грубий і сухий, шерсть легко вириалася з волосяних фолікулів.

а *б*

Рис. 3. Симетрична прогресуюча алопеція на стегнах (а) і алопеція і гіперпігментація каудо-латеральної поверхні стегон у самоїда (б)

При мікроскопії виявляли стадію спокою волосяного фолікула (телоген), корінь волосся втрачав пігмент, звужувався до кінця, набував вигляду «спису» (рис. 4). При дослідженні глибоких зішкрібів шкіри і трихограми паразитів і грибів не виявлено.

Рис. 4. Трихограмма волосся в стадії телогену

У шкірних біоптатах, отриманих із дорсальної поверхні шиї та області стегон, відзначено втрату шерстного покриву та підозру на гіперадренокортицизм. Зі зразків шкіри отримали гістозрізи, які були оброблені. Також було виявлено потовщення епідермісу, присутні в невеликій кількості пігментовані епітеліальні клітини, спостерігався поверхневий фіброз дерми. Волосяні фолікули переважно перебували у фазі телогену, причому фолікули в анагені практично були відсутні.

Була наявна невелика кількість тканин сальних та апокринових залоз. Місцями виявляли скупчення меланіну навколо придатків шкіри. Виявляли витончену дерму. Жодних ознак кальцинозу шкіри не було виявлено, також не виявлено ознак дерматиту, дерматофітозу та ектопаразитозів. Проте спостерігали епідермальну гіперпігментацію з агрегатами меланіну у фолікулярному кератині. Сальні та апокринові залози при цьому не уражувалися, в гирлах фолікулів спостерігали скупчення кератинових мас. Біопсія шкіри дала змогу визначити в цих собак такі патології, як гіперкератоз волосяних фолікулів, епідермальний меланоз, телогенізацію волосяних фолікулів.

Було проведено мікологічне дослідження (результати – негативні), клінічний та біохімічний аналізи крові – в межах норми, за винятком незначного збільшення аланінамінотрансферази (АЛТ) (77.4±0.65 МО / л, при нормі 5–60) та сечовини (13.05±0.37 ммоль / л, за норми 2,5–6,7). Загальний тироксин у нормі (25.8±1.53 нмоль / л, за норми 17–54).

Наступним кроком роботи було вивчення різних схем лікування.

Використання з лікувальною метою мелатоніну (Melatonin, Bioveta) у 50 % собак (6 із 12) дозволило частково відновити ріст волосяного покриву, у 20 % спостерігали повне відновлення шерстного покриву через 8 місяців терапії, а у 30 % собак рост шерстного покриву не відновився. Для контролю терапії проводили клінічний огляд та трихоскопію, при цьому виявляли понад 52 % волосся у стадії анагену на фоні лікування.

При використанні мікрогольчастої терапії за допомогою дермаролера після процедури спостерігали гіперемію та лущення шкіри. Через 1−1,5 місяці спостерігали дифузне зростання шерсті, а через 3−4 місяці після процедури приблизно 68 % зони алопеції вкривалися шерстю. Встановлено, що недоліками мікрогольчастої терапії є болючість процедури, через це виникає необхідність загальної анестезії.

Незважаючи на численні дослідження [3, 4, 8, 9, 14,19], алопеція Х залишається до кінця не вивченою косметологічною проблемою. Сьогодні існує низка методів лікування, у разі відсутності ефекту від жодного з них використання нового підходу може допомогти повернути волосяний покрив хворих собак до 80 %.

Висновки

Аналіз на трихоскопію досліджених зразків дав змогу виявити стадію спокою волосяного фолікула (телоген). При клінічному і біохімічному аналізах крові виявляли незначне збільшення аланінамінотрансферази (77.4±0.65 МО / л) та сечовини (13.05±0.37 ммоль / л). Застосування з лікувальною метою мелатоніну (Melatonin, Bioveta) відновило зростання: частково у 50 % собак; у 20 % повне відновлення шерстного покриву; у 30 % собак ефект відсутній. Використання мелатоніну призводило до переходу в середньому 52 % волосяних фолікулів у стадію анагену (активна фаза росту), про що свідчили результати трихоскопії. Застосування дермаролеру як засобу мікрогольчастої терапії дозволило відновити ріст волосся в 68 % випадків.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні місця алопеції Х у структурі захворюваності дрібних домашніх тварин в умовах сучасного міста; виявленні видової, статевої, вікової, породної схильності до алопеції Х і сезонності цього захворювання; вивченні основних факторів ризику і причин виникнення алопеції Х у собак.

References

1. Albanese, F., Malerba, E., Abramo, F., Miragliotta, V., & Fracassi, F. (2014). Deslorelin for the treatment of hair cycle arrest in intact male dogs. *Veterinary Dermatology*, 25 (6), 519–522. doi: 10.1111/vde.12148

2. Bernardi de Souza, L., Paradis, M., Zamberlam, G., Benoit-Biancamano, M. O., & Price, C. (2015). Identification of 5α−reductase isoenzymes in canine skin. *Veterinary Dermatology*, 26 (5), 363–366. doi: 10.1111/vde.12234

3. Brunner, M., Jagannathan, V., Waluk, D. P., Roosje, P., Linek, M., Panakova, L., Leeb, T., Wiener, D. J., & Welle, M. M. (2017). Novel insights into the pathways regulating the canine hair cycle and their deregulation in alopecia X. *PloS One*, 12 (10), e0186469. doi: 10.1371/journal.pone.0186469

4. Cerundolo, R., Lloyd, D. H., Persechino, A., Evans, H., & Cauvin, A. (2004). Treatment of canine Alopecia X with trilostane. *Veterinary Dermatology*, 15 (5), 285–293. doi: 10.1111/j.1365-3164.2004.00403.x

5. Diamond, J. C., Schick, R. O., Savage, M. Y., & Fadok, V. A. (2020). A small scale study to evaluate the efficacy of microneedling in the presence or absence of platelet−rich plasma in the treatment of post−clipping alopecia in dogs. Ve*terinary Dermatology*, 31 (3), 214–245. doi: 10.1111/vde.12821

6. Finnie, J. W., & Tham, V. L. (1993). Colour mutant alopecia in a kelpie x border collie dog. *Australian Veterinary Journal*, 70 (10), 388–389. doi: 10.1111/j.1751−0813.1993.tb00822.x

7. Frank, L. A., Schmeitzel, L. P., & Oliver, J. W. (2001). Steroidogenic response of adrenal tissues after administration of ACTH to dogs with hypercortisolemia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218 (2), 214–216. doi: 10.2460/javma.2001.218.214

8. Frank, L. A., & Watson, J. B. (2013). Treatment of alopecia X with medroxyprogesterone acetate. *Veterinary Dermatology*, 24 (6), 624–e154. doi: 10.1111/vde.12073

9. Frank, L. A., Hnilica, K. A., & Oliver, J. W. (2004). Adrenal steroid hormone concentrations in dogs with hair cycle arrest (Alopecia X) before and during treatment with melatonin and mitotane. *Veterinary Dermatology*, 15 (5), 278–284. doi: 10.1111/j.1365−3164.2004.00372.x

10. Frank, L., Rüfenacht, S., & Welle, M. M. (2012). Canine noninflammatory alopecia: a comprehensive evaluation of common and distinguishing histological characteristics. *Veterinary Dermatology*, 23 (3), 206–e44. doi: 10.1111/j.1365−3164.2012.01049.x

11. Hillier, A., Lloyd, D. H., Weese, J. S., Blondeau, J. M., Boothe, D., Breitschwerdt, E., Guardabassi, L., Papich, M. G., Rankin, S., Turnidge, J. D., & Sykes, J. E. (2014). Guidelines for the diagnosis and antimicrobial therapy of canine superficial bacterial folliculitis (Antimicrobial Guidelines Working Group of the International Society for Companion Animal Infectious Diseases). *Veterinary Dermatology*, 25 (3), 163–175. doi: 10.1111/vde.12118

12. Lee, S., Lee, A., Chai, S. H., Lee, S., Kweon, O. K., & Kim, W. H. (2020). Ectopic Cushing's syndrome associated with a pheochromocytoma in a dog: a case report. *BMC Veterinary Research*, 16 (1), 35. doi: 10.1186/s12917−020−2244−7

13. Leone, F., Cerundolo, R., Vercelli, A., & Lloyd, D. H. (2005). The use of trilostane for the treatment of alopecia X in Alaskan malamutes. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 41 (5), 336–342. doi: 10.5326/0410336

14. Mausberg, E. M., Drögemüller, C., Leeb, T., Dolf, G., Rüfenacht, S., & Welle, M. (2007). Evaluation of the CTSL2 gene as a candidate gene for alopecia X in Pomeranians and Keeshonden. *Animal Biotechnology*, 18 (4), 291–296. doi: 10.1080/10495390701547461

15. May, E. R., Frank, L. A., & Sula, M. M. (2019). Description and characterization of a hair coat disorder in schipperkes. *Veterinary Dermatology*, 30 (1), 36–e10. doi: 10.1111/vde.12711

16. Moura, E., Rotenberg, I. S., & Pimpão, C. T. (2019). X-Linked hypohidrotic ectodermal dysplasia-general features and dental abnormalities in affected dogs compared with human dental abnormalities. *Topics in Companion Animal Medicine*, 35, 11–17. doi: 10.1053/j.tcam.2019.03.002

17. Müntener, T., Schuepbach-Regula, G., Frank, L., Rüfenacht, S., & Welle, M. M. (2012). Canine noninflammatory alopecia: a comprehensive evaluation of common and distinguishing histological characteristics. *Veterinary Dermatology*, 23 (3), 206–e44. doi: 10.1111/j.1365−3164.2012.01049.x

18. Stempel, S., & Goericke-Pesch, S. (2020). GnRH-Agonisten in der Kleintierpraxis – Was wissen wir 13 Jahre nach der EU-Zulassung? *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere*, 48 (06), 420–432. doi: 10.1055/a-1274-9268

19. Stoll, S., Dietlin, C., & Nett-Mettler, C. S. (2015). Microneedling as a successful treatment for alopecia X in two Pomeranian siblings. *Veterinary Dermatology*, 26 (5), 387–e88. doi: 10.1111/vde.12236

20. Takada, K., Kitamura, H., Takiguchi, M., Saito, M., & Hashimoto, A. (2002). Cloning of canine 21−hydroxylase gene and its polymorphic analysis as a candidate gene for congenital adrenal hyperplasia-like syndrome in Pomeranians. *Research in Veterinary Science*, 73 (2), 159–163. doi: 10.1016/s0034−5288(02)00070−x

Стаття надійшла до редакції: 10.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Волосовець В. Ю., Волосовець Н. Ю., Гоголь О. М. Окремі аспекти діагностики і лікування у собак алопеції Х. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 201–206

© Омельченко Ганна Олексіївна, Авраменко Наталія Олексіївна, Волосовець Владислав Юрійович, Волосовець Наталія Юріївна, Гоголь Олександр Михайлович, 2021

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

review article | UDC 343.612.1: 636.7/8 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.27**

DANGEROUS PRODUCTS FOR ANIMALS. ONION AND GARLIC POISONING OF DOGS AND CATS

R. Paslawski[1] ORCID 0000-0002-9607-2919
U. Paslawska[1] ORCID 0000-0003-2298-9713
S. Sorokova[2*] ORCID 0000-0003-2507-4930

[1] Nicolaus Copernicus University, 7, Gagarina Str., 87-100 Toruń, Poland
[2] Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: svetagirl911@gmail.com

How to Cite: *Paslawski, R., Paslawska, U., & Sorokova, S. (2021). Dangerous products for animals Onion and garlic poisoning of dogs and cats. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 207–213. doi: 10.31210/visnyk2021.04.27*

The most popular pets – dogs and cats – are now considered members enjoying full rights of most families around the world. They are sociable animals, they get along well with both adults and children, and they are always happy with their master and express their love for him (her) in every way. It is believed that dogs and cats are not very fastidious about food products, and sometimes cases can be observed when animals eat non-typical food. So sometimes dogs taste sweets and chocolates and cats try pickled cucumbers and chips. Of course, such diet has a negative effect on the body of pets, and even when at first sight it remains unnoticeable. It should be mentioned that in most cases, food poisoning in animals is the consequence of the absence or lack of information from owners about the peculiarities of feeding their pets. At present, there are more and more cases of visits to veterinary doctors in the world with cases of dogs and cats' poisoning with various food products, including onion (Allium cepa L.) and garlic (Allium sativum L.). Despite the usefulness of these plants to humans, they are still toxic to dogs and cats due to the presence of such substances as sulfoxides and sulfides in their composition, especially allyl and propyl di-, tri- and tetra-sulfides contained in onion, and allicin (diallyl disulfide-S-oxide) and ajoena (2-propenyl-3 [3- (2-propenylsulfinyl) -1-propenyl] disulfide), which garlic contains. Very often cases of poisoning are registered among pet owners who like to feed their animals "from the table", i.e. the same products that they eat themselves. Therefore, the purpose of this review was to characterize the toxic properties of onion and garlic, to detect the changes that occur in the body of animals when eating these vegetables, and briefly outline the basic principles of treatment manipulation at poisoning. The disclosure of such aspects will enable veterinary doctors to gain additional knowledge in this area, which in turn will allow diagnose correctly the pathology, described above and, accordingly, to carry out treatment measures if necessary. It should be kept in mind that the information provided in this review will be useful not only for veterinary experts but also for owners of dogs and cats, as it will give some understanding of the peculiarities of feeding their pets.

Key words: *dogs, cats, poisoning, onion, garlic.*

НЕБЕЗПЕЧНІ ПРОДУКТИ ДЛЯ ТВАРИН. ОТРУЄННЯ ЦИБУЛЕЮ І ЧАСНИКОМ СОБАК ТА КОТІВ

Р. Паславські[1]***, У. Паславська***[1]***, С. Сорокова***[2]
[1] Університет Миколи Коперніка в Торуні, м. Торунь, Польща
[2] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Найбільш популярні домашні улюбленці – собаки та коти – нині вважаються повноцінними членами більшості родин на всій земній кулі. Вони є товариськими тваринами, добре ладнають

як з дорослими, так і з дітьми, завжди раді своєму господарю і всіляко виражають свою любов до нього. Вважається, що собаки й коти не надто вибагливі до продуктів харчування, й інколи можна спостерігати, що тварини залюбки поїдають невластиві цьому виду тварин продукти. Наприклад, собаки можуть ласо куштують цукерки й шоколадні вироби, а коти – мариновані огірки та чіпси. Звичайно, таке харчування негативно впливає на організм улюбленців і навіть тоді, коли на перший погляд це лишається непомітним. Варто відмітити, що переважно поява харчових отруєнь у тварин є причиною повної відсутності або ж браку інформації у власників щодо особливостей годівлі своїх улюбленців. Нині у світі почастішали випадки звернень громадян до лікарів ветеринарної медицини з отруєннями собак та котів різними харчовими продуктами, серед яких є такі, як цибуля (Allium cepa L.) та часник (Allium sativum L.). Незважаючи на користь цих рослин при споживанні їх людиною, все ж для собак та котів вони є токсичними через наявність у їхньому складі таких речовин, як сульфоксиди і сульфіди, особливо аліл і пропіл ді-, три- і тетрасульфіди, що містяться в цибулі, та аліцин (діалліл-дисульфід-S-оксид) і аджоен (2-пропеніл-3[3-(2-пропенілсульфініл)-1-пропеніл] дисульфід), які має у своєму складі часник. Особливо часто випадки отруєнь фіксують серед власників тварин, яким подобається годувати своїх тварин «зі столу», тобто тими ж продуктами, які вживають і самі. Тому метою цієї розвідки було охарактеризувати токсичні властивості, які мають цибуля та часник, дати характеристику змінам, які відбуваються в організмі тварин при вживанні цих овочів, та коротко навести основні принципи лікувальних маніпуляцій при отруєнні ними. Розкриття таких аспектів дасть змогу лікарям ветеринарної медицини отримати додаткові знання в цій області, що, своєю чергою, сприятиме правильному діагностуванню вищенаведеної патології і, відповідно, проведенню лікувальних заходів у разі такої необхідності. Слід мати на увазі, що наведена в розвідці інформація буде корисною не лише для спеціалістів ветеринарного фаху, але і для власників собак та котів, адже дасть певне розуміння щодо особливостей годівлі своїх домашніх улюбленців.

Ключові слова: *собаки, коти, отруєння, цибуля, часник.*

Проблемою повсякденної ветеринарної практики є отруєння сполуками, які не мають негативного впливу на людину, але впливають на організм собак та котів. Аналізуючи випадки отруєнь з-поміж домашніх улюбленців, встановлено, що серед котів частота отруєнь сягає 11–20 % від загальної кількості тварин, у яких діагностовано такий стан. Водночас це втричі менше, ніж у собак. Загалом дослідники пов'язують це з більшою вибагливістю котів до продуктів харчування порівняно із собаками. Окрім того, коти за своєю поведінкою вважаються більш незалежними, а тому й менш обмеженими в певному просторі, що дозволяє їм знайти свою улюблену їжу без будь-яких токсикантів [1].

Xavier, та ін., (2007) говорять про те, що випадки отруєння серед собак та котів інколи пов'язані з ситуаціями, коли токсичні речовини не мають смаку та запаху, і тим, що вони були додані до ласого корму [2]. Також Kovalikovicov, та ін., (2009) зазначають, що найпоширенішою причиною отруєння у котів та собак є вживання в їжу таких продуктів, як цибулі та часнику [3].

Цибуля (*Allium cepa* L.) – один з найпопулярніших овочів, що використовується в кулінарії майже в усіх традиціях і культурах. Це також одна з найстаріших і найпоширеніших культур (друга за значимістю у світі після томатів). Крім того, наразі у світі зафіксовано зростання показника споживання цибулі. Така популярність цього овочу пояснюється не лише здатністю продукту до довготривалого зберігання, виразним смаком, а й корисними для здоров'я людини властивостями: протипухлинними, тромболітичними, фібринолітичними, антикоагулянтними, знеболюючими, протидіабетичними, гіпохолестеринемічними та антибіотичними [4–6]. З іншого боку, цибуля містить токсичні інгредієнти, які можуть проявляти негативний вплив на еритроцити, і призводити до гемолітичної анемії.

Уже кілька десятиліть тому було виявлено, що аліфатичні сульфоксиди і сульфіди, особливо аліл і пропіл ді-, три- і тетрасульфіди, є відповідальними за токсичну дію цибулі ріпчастої, цибулі-порею і молодої цибулі. Цибуля також містить рідкісні амінокислоти S-мет і S-пропілцистеїну суфоксиди (SMCO) (рис. 1).

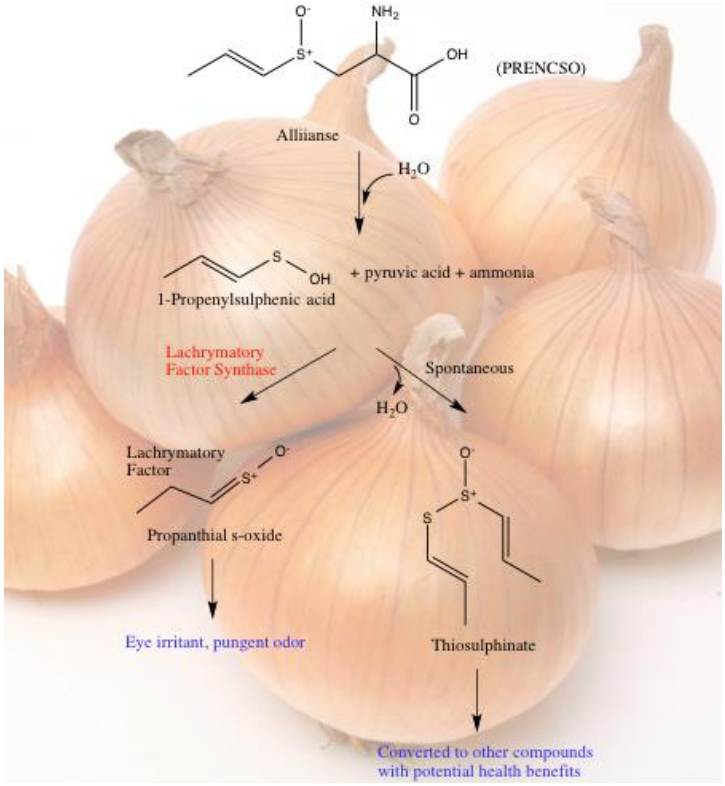


Рис. 1. Хімічні речовини, що містити в собі цибуля
Джерело: [7].

Загальновизнано, що н-пропілдисульфід є основним токсином, який знижує активність 6-фосфоглюкозадегідрогенази в еритроцитах, і таким чином перешкоджає регенерації відновленого глутатіону. Це спричиняє окислення та денатурацію гемоглобіну [8]. Денатурований гемоглобін випадає в осад на поверхні еритроцитів, утворюючи так званні тільця Хайнца (також відомі під назвою «тільця Хауелла-Джоллі») і запускає у тварин внутрішньо- та екстра-васкулярний гемоліз (рис. 2) [9, 10]. Варто розуміти, що анемія в собак з так званими тільцями Хайнца в еритроцитах може бути спричинена й іншими отруєннями, наприклад, метиленовим синім, ацетамінофеном, цинком, бензокаїном, вітаміном К, фенілгідразином [11], після спленектомії, тому така картина характерна не тільки для отруєння цибулею.

Рис. 2. Анемічність кон'юнктива у собаки з гемолітичною анемією. Самець, метис, вік, 11 років.
Джерело: [фото авторів].

Варто зазначити, що так званий гемолітичний ефект н-пропілтіосульфату натрію у собак досліджували китайські вчені Yamato, та ін., (1998). Дослідники з'ясували, що собаки з генетично нижчими рівнями глутатіону і калію виявилися більш схильні до ризику отруєння часником та цибулею. Під час експериментальних досліджень встановлено, що у таких собак концентрація окисленого глутатіону в еритроцитах зростала в 10 разів вже через 12 годин після введення сполуки, тоді як у тварин із генетично вищими рівнями глутатіону і калію зміни майже не відбувалися [12–14].

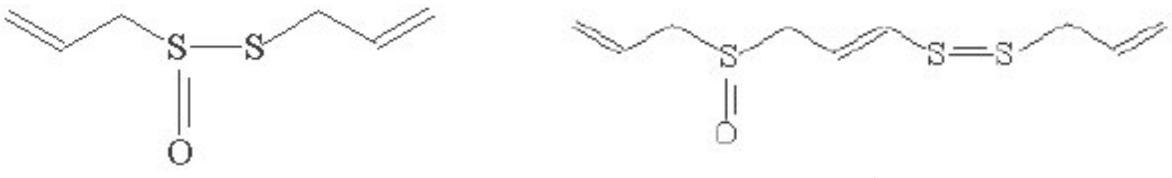
Токсичність. Дослідники виявили, що споживання всього 5 г цибулі/кг маси тіла у котів або 15–30 г/кг маси тіла у собак спричиняє клінічно виражену гемоглобінурію [15, 16]. Зареєстровано, що токсичність цибулі спостерігається у тварин, які споживають понад 0,5 % маси тіла за один раз або 600–800 г протягом кількох днів. Слід зазначити, що отруєння може спричинити рослина в будь-якому вигляді: сушена, сира або варена цибуля, залишки зі столу, що містять варену цибулю або часник, наприклад, залишки піци, китайські страви або холодне м'ясо. Коти більш сприйнятливі до отруєнь, ніж собаки [17–20]. Варто вказати на те, що дослідники встановили той факт, що подекуди джерелом отруєння кішок може стати навіть дитяче харчування (господарі часто використовують таке харчування для хворих котів). Багато виробників дитячого харчування додають цибулю або цибульний порошок для підвищення смакових якостей [21].

Клінічні ознаки. Згідно з науковими дослідженнями перші симптоми зазвичай з'являються на наступний день після вживання цих продуктів, іноді через кілька днів. У собак це зазвичай гастроентерит: блювота, діарея, біль у животі, втрата апетиту, депресія та зневоднення. Через кілька днів з'являються симптоми, пов'язані з гемолізом еритроцитів: блідість слизових оболонок, збільшення кількості вдихів, задишка, слабкість, сонливість, червонувата або коричнева сеча, жовтяниця, прискорене серцебиття. У котів реєструють розлади роботи шлунково-кишкового тракту, сонливість і полідипсію в одних випадках та анемію і жовтяницю в інших. Варто відзначити про наявність індивідуальної чутливості у котів, зокрема за спостереженнями Sturgeon, та ін. (2008), у одного кота після вживання в їжу цибулі симптомів взагалі помічено не було, тоді як інший кіт помер від крововиливу у плевральну та черевну порожнини [22].

При гематологічному дослідженні окрім анемії з тільцями Хайнца виявляється нейтрофілія та лімфопенія [23].

Лікування. Згідно з даними науковців специфічного антидоту за наявності такого отруєння не існує, тому застосовують симптоматичне лікування: інфузійну терапію та переливання крові. Хворим тваринам намагаються одразу викликати блювотний рефлекс чи очистити шлунок з метою запобігання всмоктуванню токсину, як наслідок таких маніпуляцій – ці тварини частіше мають кращий прогноз на одужання. При виникненні гастроентериту лікування спрямоване на припинення блювоти та відновлення водно-сольового балансу в організмі. Також існують дані про спроби запобігання окиснення гемоглобіну шляхом внутрішньовенного введення аскорбінової кислоти (30 мг/кг маси тіла кожні 6–8 годин). Також позитивні наслідки має введення хворим тваринм N-ацетилцистеїну та вітаміну Е. У складних випадках успішно застосовують трансфузії [24].

Часник *(Allium sativum* L.*)* вважається менш токсичним і безпечнішим для собак, ніж цибуля, якщо вживати його в помірних кількостях. Отруйними сполуками часнику є аліцин (діалліл-дисульфід-S-оксид) і аджоен (2-пропеніл-3[3-(2-пропенілсульфініл)-1-пропеніл] дисульфід) (рис. 3).



а б

Рис. 3. Хімічна формула аліцину (а) та аджоену (б), отруйних для собак та котів речовин, що є у складі часнику

Джерело: [25].

Зазначені сполуки мають здатність значно розслабляти гладкі м'язи судин і серцевий м'яз. Так, у дослідах, де собакам згодовували часник у дозі еквівалентній 5 г часнику/кг тіла тварини один раз на добу впродовж 7 днів, встановлено поступове зниження кількості еритроцитів, гематокриту та гемоглобіну. Варто відзначити, що їх мінімальні значення науковці зафіксували між 9 і 11 днями,

водночас ці значення не опускалися нижче фізіологічного мінімуму, а тому не призводили до анемії. Результати гематологічних досліджень свідчать, що у крові з'явилися тільця Хайнца та ексцентроцити. Ексцентроцити – це червоні кров'яні тільця, у яких більша частина гемоглобіну зосереджена в одній частині клітини. Невелика його кількість залишається у другій частині, саме така особливість дає зображення асиметричного забарвлення еритроцитів (рис. 4) [26–28].

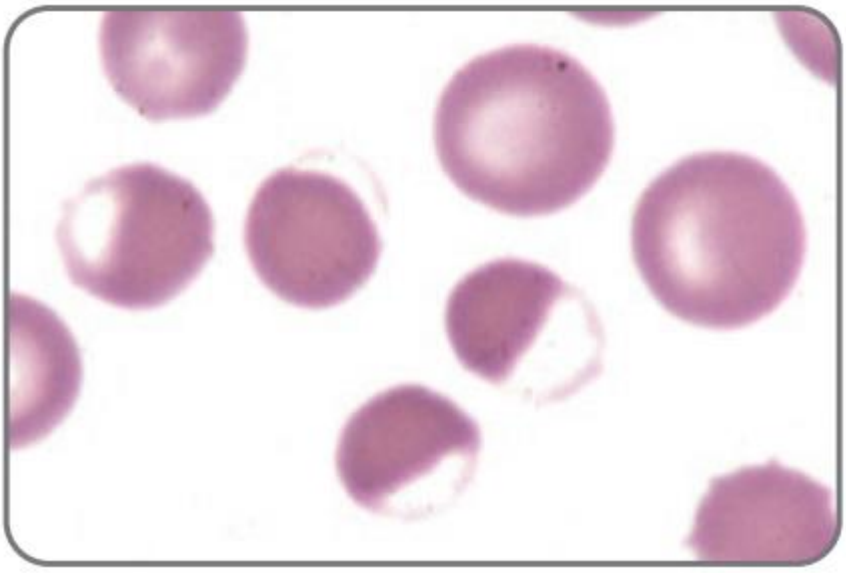


Рис. 4. Загальний вигляд ексцентроцитів
Джерело: [29].

Дослідники вважали, що ексцентроцитоз був основною відмінною ознакою гемолізу, спричиненого часником у собак [12, 30]. Тому можна припустити, що при підозрі на отруєння часником наявність ексцентроцитів підтверджує цю підозру, але також слід пам'ятати, що отруєння часником – не єдина причина появи таких аномально забарвлених еритроцитів. Наявність ексцентроцитів виявляється при цукровому діабеті, ожирінні печінки котів, уремії, кетоацидозі та аутоімунній гемолітичній анемії [31].

Лікування. У випадках, якщо після вживання тваринами часнику минуло менше 2 годин, фахівці рекомендують викликати блювотний рефлекс, після чого використовувати внутрішньо сорбенти (активоване вугілля, ентеросгель, тощо). Лікування повинно включати підтримуючу терапію, за умови виражених клінічних ознак (анемія) хворим тваринам здійснюють переливання крові [15].

Незважаючи на негативний вплив зазначених продуктів на організм тварини за умови їх вживання в їжу, люди є найбільш стійкими до сполук, що містяться в часнику та цибулі. Варто відмітити, що саме ці продути є надзвичайно корисними у разі правильного їх споживання. Разом з тим деякі етнічні групи людей є генетично дефіцитними щодо глюкозо-6-фосфатдегідрогенази, а тому більш схильні до отруєнь [30].

Висновки

Аналізуючи літературні дані, встановлено, що цибуля та часник є досить частою причиною отруєнь собак та котів. На жаль, наразі даних щодо справжньої кількості випадків отруєнь цими продуктами обмаль, і це лише тому, що фахівці ветеринарної медицини насправді мають небагато інформації щодо цієї патології, зокрема і принципів, на яких побудована діагностика, а тому часто просто не можуть розпізнати. Зважаючи на це, метою статті було охарактеризувати особливості, пов'язані з патогенетичним впливом речовин, що містяться в цибулі та часнику, на організм тварин, описати певні діагностичні ознаки та лікувальні маніпуляції. Пропонований матеріал є корисним як для лікарів ветеринарної медицини, що працюють із дрібними тваринами, так і для власників таких тварин, адже розширює вже наявні знання щодо можливих небезпек продуктів харчування і так званої годівлі тварин «зі столу».

Перспективи подальших досліджень полягають у досконалому вивченні поширеності отруєнь часником і цибулею собак та котів у різних країнах світу.

References

1. Caloni, F., Berny, P., Croubels, S., Sachana, M., & Guitart, R. (2012). Epidemiology of animal poisonings in Europe. *Veterinary Toxicology*, 88–97. doi:10.1016/b978-0-12-385926-6.00007-7

2. Xavier, F. G., Righi, D. A., & Spinosa, H. de S. (2007). Fatal poisoning in dogs and cats - A 6 - year report in a veterinary pathology service. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 44 (4), 304-309. doi: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2007.26632

3. Kovalkovičová, N., Šutiaková, I., Pistl, J., & Šutiak, V. (2009). Some food toxic for pets. *Interdisciplinary Toxicology*, 2 (3). doi: 10.2478/v10102-009-0012-4

4. Augusti, K. T. (1996). Therapeutic values of onion (Allium cepa L.) and garlic (Allium sativum L.). *Indian Journal of Experimental Biology*, 34 (7), 634–640.

5. Briggs, W. H., Folts, J. D., Osman, H. E., & Goldman, I. L. (2001). Administration of Raw Onion Inhibits Platelet-Mediated Thrombosis in Dogs. *The Journal of Nutrition*, 131 (10), 2619–2622. doi: 10.1093/jn/131.10.2619

6. Slimestad, R., Fossen, T., & Vågen, I. M. (2007). Onions: a source of unique dietary flavonoids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 (25), 10067–10080. doi: 10.1021/jf0712503

7. Breaking Down Chemistry. Chemistry is an exciting science. Follow me to explore the world of chemistry. Retrived from: https://breakingdownchemistry.tumblr.com/post/75732400062/why-onions-make-you-cry-the-component-in-an

8. Thrall, M. A: (2004). Veterinary hematology and clinical chemistry. Philadelphia: Williams & Wilkins.

9. Lincoln, S. D., Howell, M. E., Combs, J. J., & Hinman, D. D. (1992). Hematologic effects and feeding performance in cattle fed cull domestic onions (Allium cepa). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200 (8), 1090–1094.

10. Tang, X., Xia, Z., & Yu, J. (2008). An experimental study of hemolysis induced by onion (Allium cepa) poisoning in dogs. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 31 (2), 143–149. doi: 10.1111/j.1365-2885.2007.00930.x

11. Houston, D. M., & Myers, S. L. (1993). A review of Heinz-body anemia in the dog induced by toxins. *Veterinary and Human Toxicology*, 35 (2), 158–161.

12. Yamato, O., Kasai, E., Katsura, T., Takahashi, S., Shiota, T., Tajima, M., Yamasaki, M., & Maede, Y. (2005). Heinz body hemolytic anemia with eccentrocytosis from ingestion of Chinese chive (*Allium tuberosum*) and garlic (*Allium sativum*) in a dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 41 (1), 68–73. doi: 10.5326/0410068

13. Yamato, O., Hayashi, M., Yamasaki, M., & Maede, Y. (1998). Induction of onion-induced haemolytic anaemia in dogs with sodium n-propylthiosulphate. *The Veterinary Record*, 142 (9), 216–219. doi: 10.1136/vr.142.9.216

14. Yamoto, O., & Maede, Y. (1992). Susceptibility to onion-induced hemolysis in dogs with hereditary high erythrocyte reduced glutathione and potassium concentrations. *American Journal of Veterinary Research*, 53 (1), 134–137.

15. Cope, R. B. (2005). Allium species poisoning in dogs and cats. *Veterinary Medicine*, 100,562–566.

16. Salgado, B., Monteiro, L., & Rocha, N. (2011). Allium species poisoning in dogs and cats. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 17 (1), 4–11. doi: 10.1590/s1678-91992011000100002

17. Freed, E. (2015). Ostre zatrucie cebulą u kota. *Wet po Dyplomie*, 110 (8), 204–206.

18. Guitart, R., Mateu, C., Lopez i Agullo, A., & Alberola, J. (2008). Heinz body anaemia in two dogs after Catalan spring onion ("calcot") ingestion: a case report. *Veterinární Medicína*, 53 (7), 392–395. doi: 10.17221/1990-vetmed

19. Freed, E. (2015). A pungent poisoning: onion toxicosis in a cat. *Veterinary Medicine*, 110 (8), 204–209.

20. Campbell, A. (2007). Grapes, raisins and sultanas, and other foods toxic to dogs. *Companion Animal*, 12 (1), 77–79. doi: 10.1111/j.2044-3862.2007.tb00121.x

21. Robertson, J. E., Christopher, M. M., & Rogers, Q. R. (1988). Heinz body formation in cats fed baby food containing onion powder. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212 (8), 1260–1266.

22. Sturgeon, K., & Campbell, A. (2008). A comparison of Allium species poisoning in cats and dogs. *Clinical Toxicology*, 46, 385.

23. Mahdi, A., & Van der Merwe, D. (2013). Dog and cat exposures to hazardous substances reported to the Kansas State Veterinary Diagnostic Laboratory: 2009-2012. *Journal of medical toxicology: official journal of the American College of Medical Toxicology*, 9 (2), 207–211. doi: 10.1007/s13181-013-0289-8

24. Hill, A. S., O'Neill, S., Rogers, Q. R., & Christopher, M. M. (2001). Antioxidant prevention of Heinz body formation and oxidative injury in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 62(3), 370–374. doi: 10.2460/ajvr.2001.62.370

25. Nefedova, A. V., & Kiseleva, T. L. (2004). Luk i chesnok v fitoterapii i gomeopatii. Publikaciya 2: himicheskij sostav proizvodyashih rastenij i syrya. *Tradicionnaya Medicina*, 1 (2), 33–40. [In Russian].

26. Malik, Z. A., & Siddiqui, S. (1981). Hypotensive effect of freeze-dried garlic (Allium Sativum) sap in dog. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 31 (1), 12–13.

27. Mayeux, P. R., Agrawal, K. C., Tou, J. S., King, B. T., Lippton, H. L., Hyman, A. L., Kadowitz, P. J., & McNamara, D. B. (1988). The pharmacological effects of allicin, a constituent of garlic oil. *Agents and Actions*, 25, 182–190. doi: 10.1007/BF01969110

28. Lee, K. W., Yamato, O., Tajima, M., Kuraoka, M., Omae, S., & Maede, Y. (2000). Hematologic changes associated with the appearance of eccentrocytes after intragastric administration of garlic extract to dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 61 (11), 1446–1450. doi: 10.2460/ajvr.2000.61.1446

29. Reagan, W. J., Rovira, A. I., DeNicola, D. B. (eds.) (2008). *Veterinary Hematology: Atlas of Common Domestic and Non-Domestic Species*. *Wyd. 2*. Ames, IA: Wiley-Blackwell.

30. Łukaszewska, J., Popiel, J., Stefaniak, T., &Atamaniuk, W. (2006). Niedokrwistości autoimmunohemolityczne u psów – analiza 48 przypadków. *Medycyna Weterynaryjna*, 62 (9), 1020–1025.

31. Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions?A global benefit to health. *Phytotherapy Research*, 16 (7), 603–615. doi: 10.1002/ptr.1222

Стаття надійшла до редакції: 12.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Паславські Р., Паславська У., Сорокова С. Небезпечні продути для тварин. Отруєння цибулею і часником собак та котів. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 207–213

© Роберт Паславські, Уршула Паславська, Світлана Сорокова, 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 638.15:595.42.2 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.28**

MONITORING EPIZOOTIC SITUATION OF DOG TRICHURIASIS ON THE TERRITORY OF UKRAINE

O. S. Dolhin ORCID 0000-0003-0368-317X

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

How to Cite: *Dolhin, O. S. (2021). Monitoring epizootic situation of dog trichuriasis on the territory of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 214–220. doi: 10.31210/visnyk2021.04.28*

At present, the problem of dog parasitic diseases caused by helminthes is becoming more and more topical among animals' owners in Ukraine. It is also stipulated by the fact that a considerable part of pathogens causing dog parasitic diseases are zoo-anthroponoses, that is they can infest humans as well. Dog trichuriasis caused by nematodes of Trichuris Roederer, 1761 (Adenophorea, Trichuridae) genus is one of such diseases. Generally, trichuratoses' causative agents are referred to the most spread nematodes in different geographical and climatic regions of our planet. In this connection, studying the epizootic situation concerning trichuriasis invasion of dogs on the territory of Ukraine is a topical direction for researches. The investigations of spreading trichuriasis among the population of domestic dogs in our country was conducted based on the results of analyzing the statistical data of reporting documentation of the State Scientific and Research Institute in Laboratory Diagnostics and Veterinary-Sanitary Expert Examination (the city of Kyiv) during 2016–2020. It has been established that helminthic infestations of dogs are considerably spread on the territory of Ukraine where the average prevalence of infection makes 4.43 % varying from 2.8 to 5.7 %. It has been registered that the percentage of helminthoses among the detected dog parasitic diseases makes 33 %. At conducting monitoring studies as to spreading dog helminthoses on the territory of this country during the period of 2016–2020, it has been fixed the share of dog trichuriasis among the detected helminthoses was 6.3 %. Within the investigated period, the ratio of trichuriasis infestation varied from 7.4 to 8.7 % among other dog helminthoses. According to the data of the reporting documentation, it has been registered that in 2020 there was a sharp decrease to 1.7 % of detected dog trichuriasis cases. While studying dog trichuriasis prevalence on the territory of Ukraine, the tendency to gradual increase of this indicator from 11.8 % in 2016 to 50.0 % in 2020 was registered. The obtained data have theoretical and practical value both for veterinary doctors and animal owners. The conducted analysis enables to supplement the existing data concerning the spreading of this infection in Ukraine; it also gives the corresponding directions as to further researches for developing effective, scientifically grounded schemes of treatment and prevention measures.

Key words: *trichuriasis, Trichuris vulpis, dogs, spreading, epizootic situation.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕПІЗООТИЧНОЇ СИТУАЦІЇ ЩОДО ТРИХУРОЗУ СОБАК НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

О. С. Долгін
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Нині в Україні все більшої актуальності серед власників тварин набуває проблема паразитарних захворювань собак, викликаних гельмінтозами. Це обумовлене і тим, що значна частина збудників, які викликають паразитарні захворювання у собак є зооантропонозами, тобто можуть уражати і

людину. Одним з таких захворювань є трихуроз собак, що спричинюють нематоди роду Trichuris Roederer, 1761 (Adenophorea, Trichuridae). Взагалі збудники трихуратозів тварин відносяться до одних з найбільш розповсюджених нематод у різних географічних та кліматичних регіонах нашої планети. У зв'язку з цим, з'ясування епізоотичної ситуації щодо трихурозної інвазії собак на території України є актуальним напрямом досліджень. Дослідження поширення трихурозу серед популяції домашніх собак на території нашої держави виконувалися за результатами аналізу статистичних даних звітної документації Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (м. Київ) впродовж 2016–2020 рр. Встановлено, що гельмінтозні інвазії собак мають значне розповсюдження на території України, де середня екстенсивність інвазії становить 4,43 % за коливань від 2,8 до 5,7 %. Зареєстровано, що відсоткова частка гельмінтозів з-поміж виявлених паразитарних захворювань собак складає 33 %. При проведенні моніторингових досліджень щодо поширення гельмінтозів собак за період 2016–2020 рр на території України було зафіксовано, що частка трихурозу собак серед виявлених гельмінтозів дорівнювала 6,3 %. У розрізі досліджуваного періоду відсоткове співвідношення трихурозної інвазії з-поміж інших гельмінтозів собак коливалося в межах від 7,4 до 8,7 %. За даними звітної документації зареєстровано, що в 2020 році відбулося різке зниження виявлених випадків трихурозу в собак до 1,7 %. При вивченні екстенсивності трихурозної інвазії у собак на території України відмічена тенденція до поступового зростання цього показнику з 11,8 % у 2016 році до 50,0 % в 2020 році. Отримані данні мають теоретичну та практичну цінність як для лікарів ветеринарної медицини, так і для власників тварин. Проведений аналіз дозволяє доповнити вже існуючі данні щодо поширення цієї інвазії на території України, дає відповідні напрямки щодо подальших досліджень відносно розробки ефективних, науково-обґрунтованих схем лікувально-профілактичних заходів.

Ключові слова: *трихуроз, Trichuris vulpis, собаки, поширення, епізоотична ситуація.*

Вступ

Нині у світі все більшої актуальності набуває проблема хвороб собак паразитарної етіології, особливо викликаних гельмінтами [1–4, 6, 7, 9]. Варто відмітити й те, що деякі з інвазійних хвороб тварин привертають особливу увагу суспільства через те, що є спільними для тварини і людини, й здатні викликати хворобу чи хворобливі стани у людей [5, 6, 10–13]. З-поміж інвазійних хвороб собак у світі значне місце займають хвороби, викликані нематодами травного каналу, серед яких варто відмітити й трихурозну інвазію. Трихуратози тварин наразі викликають надзвичайну зацікавленість науковців та активно вивчаються в різних країнах світу [14–18], у тому числі й дослідниками з Україні [19–30], оскільки вражають значне коло господарів, починаючі від гризунів [15] і, закінчуючи людиною [31–33]. У собак хворобу викликає нематода виду *Trichuris vulpis* (Frölich, 1789). Трихуроз собак – це паразитарне захворювання, що характеризується розладами травлення. Збудники локалізуються у товстому кишечнику, і є досить небезпечними для цуценят та молодих тварин. Яйця нематод виду *Trichuris vulpis*, як і всі представники трихурат розвиваються та дозрівають в умовах навколишнього середовища. За сприятливих умов вони можуть зберігати свою життєздатність протягом тривалого часу (до двох років) [8–12].

Трихуроз має значне поширення серед собак в країнах Європи та Америки, уражає собак не залежать від їх породи та статі, а показник екстенсивності інвазії коливається в межах від 3 до 43 %. Таку розбіжність в екстенсивності інвазії науковці пов'язують із зростанням кількості безпритульних собак у країнах. Причому, доведено, що чим їх більша кількість, тим вища екстенсивність трихурозної інвазії [1, 5, 34–38].

Враховуючи зоонозний потенціал нематод роду *Trichuris* [39], важливим для фахівців ветеринарної та гуманної медицини є подальше вивчення питань щодо поширенням трихурозої інвазії різних видів тварин на території нашої держави. Тому *метою* роботи було проведення моніторингових досліджень щодо епізоотичної ситуації по трихурозу собак на території України.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження поширення трихурозу серед популяції домашніх собак на території України виконувалися за результатами аналізу статистичних даних звітної документації Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (м. Київ). Опрацьовано звітну документацію за 2016–2020 роки. При проведенні аналізу були враховані

показники кількості досліджених тварин, інвазованих тварин паразитарними захворюваннями та тварин хворих на трихуроз. Проводили визначення показників екстенсивності інвазії (ЕІ, %).

Результати досліджень та їх обговорення

На основі результатів досліджень щодо поширення гельмінтозів собак на території України впродовж 2016–2020 років встановлено, що середній показник інвазованості тварин становить 4,43 %. Варто відмітити, що екстенсивність гельмінтозних інвазій у різні роки мала певні коливання (табл.).

Показники інвазованості собак збудниками гельмінтозами на території Україні (2016–2020 рр.)

Рік	Досліджено собак, голів	Інвазовано собак, голів	ЕІ, %
2016	7268	391	5,4%
2017	11427	433	3,8%
2019	6808	390	5,7%
2020	4173	117	2,8%

Так, у 2016 р. середня ураженість тварин гельмінтами становила 5,4 % (із 7268 досліджених собак 391 виявилася інвазованою), у той час як у 2017 р. середня екстенсивність інвазії становила 3,8 % (із 11427 досліджених собак 433 виявилися інвазованим). У 2019 р. ЕІ зросла в порівнянні із 2017 р. і в середньому становила 5,7 % (із 6808 досліджених собак 390 виявилися інвазованими), а у 2020 р. ЕІ знизилася порівняно з 2019 р. та в середньому становила 2,8 % (із 4173 досліджених собак 117 виявилися інвазованими).

Було встановлено, що гельмінтози собак в Україні мають, не лише значне поширення, а й займають значну частину серед паразитарних захворювань у відсотковому співвідношенні (рис. 1), на їх частку припадає 33 %.

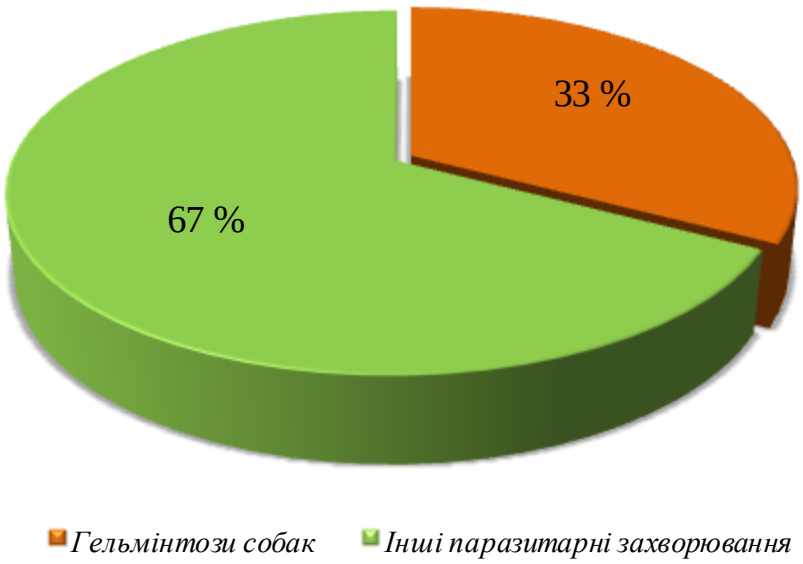


Рис. 1. Відсоткове співвідношення хвороб собак, викликаних гельмінтозами, в структурі паразитарних інвазій на території України

При проведенні моніторингових досліджень щодо гельмінтозів собак за період 2016–2020 рр. на території України встановлено, що відсоткове співвідношення трихурозу собак до інших виявлених гельмінтозів, в середньому, становить 6,3 %. За результатами аналізу звітної документації зареєстровано незначні коливання в показниках, що характеризують частку трихурозної інвазії з-поміж інших гельмінтозів собак (з 2016 по 2019 р. цей показник коливався в межах від 7,4 до 8,7 %). Варто зазначити, що у 2020 р. зафіксоване зменшення кількості випадків трихурозу в собак до 1,7 % (рис. 2).

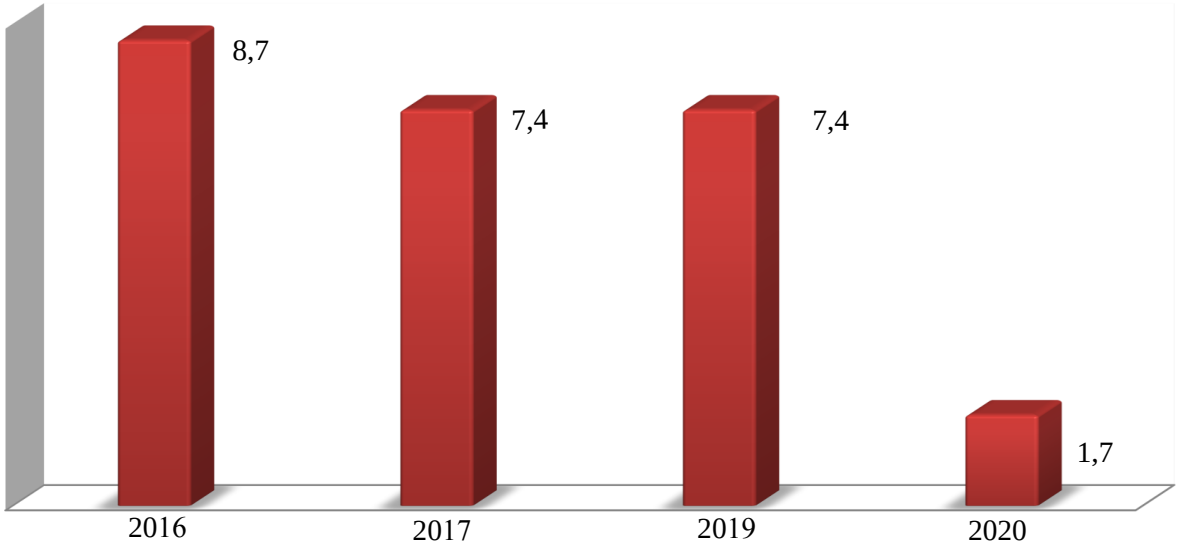


Рис. 2. Частка трихурозної інвазії серед гельмінтозів собак на території України

Водночас, показник екстенсивності інвазії за період дослідження мав тенденцію до зростання, починаючи із 2019 р. що свідчить про значнее поширення хвороби (рис. 3).

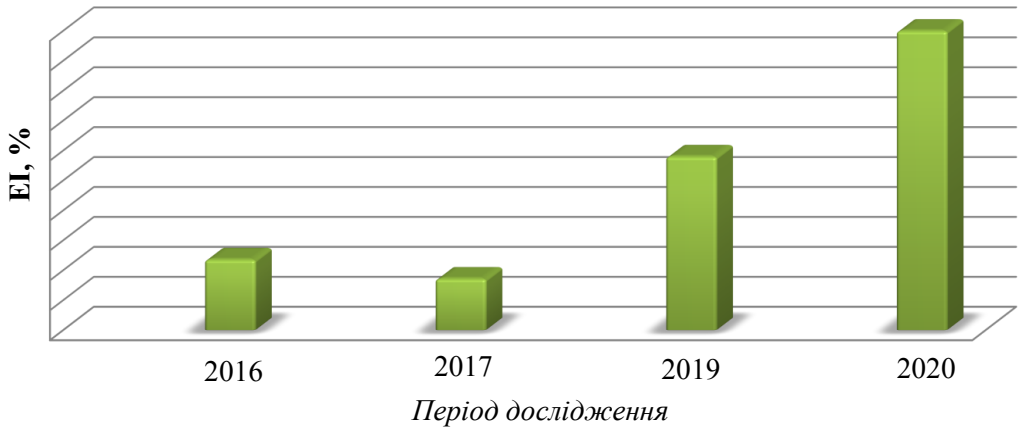


Рис. 3. Екстенсивність трихурозної інвазії собак на терит України

Так, у 2016 р. екстенсивність трихурозної інвазії в середньому склала 1,8 %, а вже в 2017 р. EI зменшилася до 8,6 %. Водночас, в 2019 р. зафіксовано підвищення EI до 29 %. Найвищого значення показник EI сягнув у 2020 р. та склав 50,0 %.

Отож, територія України є неблагополучною щодо трихурозу собак, викликаного нематодами виду *Trichuris vulpis*. Згідно отриманих даних, інвазованість собак впродовж 2016–2020 рр. коливається в межах від 8,6 до 50,0 %. Про значне поширення цієї інвазії серед собак зазначають дослідники в усьому світі [13, 18, 35–38]. На території України питаннями поширення трихурозу собак займалися Бородай Є. О. та Година В. П. (2019) [34], які встановили, що у місті Полтава в 2019 р. показник інвазованості собак в середньому становив 25,93 %, що практично співпадає з показником ураженості собак в цей період по Україні в цілому.

Висновки

За результатами проведеного статистичного аналізу даних звітної документації Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (м. Київ) впродовж 2016–2020 рр. було встановлено, що трихуроз собак має значне поширення на території України. Показники екстенсивності трихурозної інвазії на території України коливались у

межах від 8,6 до 50 %. Разом з тим, відсоткова частка трихурозу серед інших виявлених гельмінтозів склала 6,3 %.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується вивчити біологічні особливості нематод виду *Trichuris vulpis*, виділених від собак.

References

1. Lucio-Forster, A., Liotta, J. L., Yaros, J. P., Briggs, K. R., Mohammed, H. O., & Bowman, D. D. (2012). Morphological differentiation of eggs of *Ancylostoma caninum*, *Ancylostoma tubaeforme*, and *Ancylostoma braziliense* from dogs and cats in the United States. *Journal of Parasitology*, 98 (5), 1041–1044. doi: 10.1645/ge-2928.1

2. Moskvina, T. V., & Ermolenko, A. V. (2016). Helminth infections in domestic dogs from Russia. *Veterinary World*, 9 (11), 1248–1258. doi: 10.14202/vetworld.2016.1248-1258

3. Kornyushin, V. V., Malyshko, E. I., & Malega, O. M. (2013). Domestic dogs and cats as the reservoir of natural nidi and zoonotic helminthoses under presentconditions in Ukraine. *Veterinary Medicine*, 97, 83–387.

4. Yevstafieva, V. O., Dulii, M. K., & Dolhin, O. S. (2020). Poshyrennia toksokarozu sobak na terytorii mista Poltava. *Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn*. Materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (15-16 zhovtnia 2020, m. Poltava) [In Ukrainian].

5. Yevstafieva, V. A., Kravchenko, S. O., Gutyj, B. V., Melnychuk, V. V., Kovalenko, P. N., & Volovyk, L. B. (2019). Morphobiological analysis of *Trichuris vulpis* (Nematoda, Trichuridae), obtained from domestic dogs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (2), 165–171. doi: 10.15421/021924

6. Dolhin, O. S. (2021). Osoblyvosti zazhyttievoi laboratornoi diahnostyky nematodoziv shlunkovo-kyshkovoho traktu sobak. *Problems of practice, science and ways to solve them.* The IV International Science Conference. (October 11–13, 2021). Milan, Itali [In Ukrainian].

7. Morozov, B. S. (2018). Gelmintofauna mjasoidnim tvaryn v umovah odnoosibnih gospodarstv Trostjaneckogo rajonu Sumskoi oblasti. *Naukovo-Tehnichnyj Bjuleten Derzhavnogo Naukovo-Doslidnogo Kontrolnogo Instytutu Veterynarnyh Preparativ ta Kormovyh Dobavok Instytutu Biologii Tvaryn*, 19 (2), 204–208. [In Ukrainian].

8. Malynovska, A. Yu. (2019). Porivnialna efektyvnist metodiv koproskopii za trykhurozu sobak. Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn. *Materialy III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii, prysviachenoi 25-richchiu zasnuvannia kafedry terapii imeni profesora P. I. Lokesa*.(27-28 lystopada 2019, m. Poltava) [In Ukrainian].

9. Ponomarenko, V. Ja., Fedorova, O. V., Bulavina, V. S., Mazepa, R. V., & Poletajeva, Je. I. (2016). Poshyrennja kyshkovyh gelmintoziv i protozooziv sered bezprytulnyh sobak Harkivskogo regionu ta pidvyshhennja efektyvnosti ih koproskopichnoi diagnostyky. *Naukovo-Tehnichnyj Bjuleten Naukovo-Doslidnogo Centru Biobezpeky ta Ekologichnogo Kontrolju Resursiv APK*, 4 (4), 59–64. [In Ukrainian].

10. Beiromvand, M., Rafiei, A., Razmjou, E., & Maraghi, S. (2018). Multiple zoonotic helminth infections in domestic dogs in a rural area of Khuzestan Province in Iran. *BMC Veterinary Research*, 14 (1). doi: 10.1186/s12917-018-1529-6

11. Anderson, R. C. (2000). *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. 2nd edition. Introduction. Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission*, 1–16. doi: 10.1079/9780851994215.0001

12. Traversa, D. (2011). Are we paying too much attention to cardio-pulmonary nematodes and neglecting old-fashioned worms like *Trichuris vulpis? Parasites & Vectors*, 4, 32. doi: 10.1186/1756-3305-4-32.

13. Ugbomoiko, U. S., Ariza, L. & Heukelbach, J. (2008). Parasites of importance for human health in Nigerian dogs: high prevalence and limited knowledge of pet owners. BMC *Veterinary Research*, 4, 49. doi: 10.1186/1746-6148-4-49

14. Cutillas, C., German, P., Arias, P., & Guevara, D. (1995). *Trichuris ovis* and *Trichuris globulosa*: morphological, biometrical, and genetic studies. *Experimental Parasitology*, 81 (4), 621–625. doi: 10.1006/expr.1995.1159

15. Levy, C. W. (2019). *The crystal structure of Trichuris muris*. doi: 10.2210/pdb6qix/pdb

16. Cutillas, C., German, P., Arias, P., & Guevara, D. (1996). Characterization of *Trichuris skrjabini* by isoenzyme gel electrophoresis: comparative study with *Trichuris ovis*. *Acta Tropica*, 62 (2), 63–69. doi: 10.1016/s0001-706x(96)00019-8

17. Cutillas, C., de Rojas, M., Zurita, A., Oliveros, R., & Callejón, R. (2014). *Trichuris colobae* n. sp. (Nematoda: Trichuridae), a new species of Trichuris from Colobus guereza kikuyensis. *Parasitology Research*, 113 (7), 2725–2732. doi: 10.1007/s00436-014-3933-6

18. Cutillas, C., de Rojas, M., Ariza, C., Ubeda, J. M., & Guevara, D. (2006). Molecular identification of *Trichuris vulpis* and *Trichuris suis* isolated from different hosts. *Parasitology Research*, 100 (2), 383–389. doi: 10.1007/s00436-006-0275-z

19. Yevstafieva, V., Aranchii, Y., Ostafin, M., Sorokova, V., Melnychuk, V., & Sorokova, S. (2017). The fauna of helminthes *Trichuris* genus (*Nematoda, Trichuridae),* parasitizingin sheep on the territory of Poltava district, Ukrain. *Scientific achievements in agricultural engineering, agronomy and veterinary medicine: the monograph*, 1 (1), 65–76.

20. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., & Melnychuk, V. V. (2016). An Investigation of Embryo and Eggshell Development in *Trichuris suis* (Nematoda, Trichuridae) under Laboratory Conditions. *Vestnik Zoologii*, 50 (2), 173–178. doi: 10.1515/vzoo-2016-0020

21. Yevstafieva, V. A., Yuskiv, I. D., Melnychuk, V. V., Yasnolob, I. O., Kovalenko, V. A., & Horb, K. O. (2018). Nematodes of the Genus *Trichuris* (Nematoda, Trichuridae) Parasitizing Sheep in central and South-Eastern regions of Ukraine. *Vestnik Zoologii*, 52 (3), 553–556. doi: 10.2478/vzoo-2014-0053

22. Evstafieva, V. A., Melnichuk, V. V., Sharavara, T. A., Sirenko, E. V., Makarevich, N. A., Kutsenko, Y. P., & Makarevich, N. A. (2018). Specific features of embryonic development of *Trichuris skrjabini* (Baskakov, 1924) nematode eggs parasitizing in sheep. *Agricultural Science Euro-North-East*, 62 (1), 65–69. doi: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.65-69

23. Melnychuk, V. V., & Berezovsky, A. V. (2018). Comparative embryonic development of nematodes of the genus *Trichuris* (Nematoda, Trichuridae) obtained from sheep (*Ovis aries*). *Biosystems Diversity*, 26 (4), 257–262. doi: 10.15421/011839

24. Melnychuk, V. V., (2015). Desinvasive efficiency of «Bi-des» and «Brovades-plus» relatively to eggs of Trichuris suis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 113–115. doi: 10.31210/visnyk2015.03.19

25. Yevstafieva, V. A., Melnychuk, V. V., & Yuskiv, I. D. (2017). Hematological parameters of pigs which were infested by trichurises in the process of the use of medicinal products. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 63–66. doi: 10.31210/visnyk2017.03.12

26. Melnychuk, V., & Yuskiv, I. (2018). Studying of disinvasion action of the disinfectant Virosan for eggs Nematodes genus Trichuris parasitizing in sheep. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20 (88), 16–23. doi: 10.32718/nvlvet8803

27. Melnychuk, V. V. (2019). Peculiarities of therapeutic action of modern medicaments at sheep trichurosis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 167–174. doi: 10.31210/visnyk2019.03.22

28. Melnychuk, V., Yevstafieva, V., Bakhur, T., Antipov, A., & Feshchenko, D. (2020). The prevalence of gastrointestinal nematodes in sheep (Ovis aries) in the central and south-eastern regions of Ukraine. *Turkish Journal Of Veterinary and Animal Sciences*, 44 (5), 985–993. doi: 10.3906/vet-2004-54

29. Yevstafieva, V. O., Melnychuk, V. V., Kanivets, N. S., Dmitrenko, N. I., Karysheva, L. P., & Filonenko, S. V. (2020). Features of exogenous development of *Trichuris globulosa* (Nematoda, Trichuridae). *Biosystems Diversity*, 28(4), 337–342. doi: 10.15421/012042

30. Yevstafieva, V., Melnychuk, V., Nagorna, L., Stybel, V., Gutyj, B., Yatsenko, I., Petrenko, M., Nikiforova, O., Filonenko, S., Savenkova, O., Tahiltseva Y. (2021). Observations on the Embryonic Development of *Trichuris sylvilagi* (Nematoda, Trichuridae) under Laboratory Conditions. *Zoodiversity*, 55 (4), 343–350. doi: 10.15407/zoo2021.04.343

31. Roach, T. I. A., Wakelin, D., Else, K. J., & Bundy, D. A. P. (1988). Antigenic cross-reactivity between the human whipworm, *Trichuris trichiura*, and the mouse trichuroids *Trichuris muris* and *Trichinella spiralis*. *Parasite Immunology*, 10 (3), 279–291. doi:10.1111/j.1365-3024.1988.tb00221.x

32. Infection with *Trichuris trichiura*. (2008). *Encyclopedia of Public Health*, 759–759. doi: 10.1007/978-1-4020-5614-7_1759

33. Aryadnyani, N. P., Inderiati, D., & Ulfah, F. (2020). Hemoglobin levels on *Trichuris trichiura* Infection in children. *Medical Laboratory Technology Journal*, 1 (1). doi: 10.31964/mltj.v1i1.289

34. Borodai, Y. O., & Godyna, V. P. (2019). Distribution and peculiarities of dog trichuriasis course on the territory of the town of Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 200-206. doi: 10.31210/visnyk2019.03.27

35. Kornaś, S., Nowosad, B., & Skalska, M. (2002). The evaluation of *Trichuris vulpis* infection of stray dogs in Kraków area. *Wiadomości Parazytologiczne*, 48, 401–406.

36. Fontanarrosa, M. F., Vezzani, D., Basabe, J., & Eiras, D. F. (2006). An epidemiological study of gastrointestinal parasites of dogs from Southern Greater Buenos Aires (Argentina): Age, gender, breed,

mixed infections, and seasonal and spatial patterns. *Veterinary Parasitology*, 136 (3-4), 283–295. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.11.012

37. Ugbomoiko, U. S., Ariza, L., & Heukelbach, J. (2008). Parasites of importance for human health in Nigerian dogs: high prevalence and limited knowledge of pet owners. *BMC Veterinary Research*, 4, 49. doi: 10.1186/1746-6148-4-49

38. Barutzki, D., & Schaper, R. (2003). Endoparasites in dogs and cats in Germany 1999–2002. *Parasitology Research*, 90 (3), 148–150. doi: 10.1007/s00436-003-0922-6.

39. Melnychuk, V. V., & Pavlova, A. I. (2021). Zoonoznyi potentsial parazytychnykh nematod rodu Trichuris. *Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn. Materialy V Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii*. (m. Poltava, 20–21 zhovtnia, 2021). Poltava [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 16.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Долгін О. С. Дослідження епізоотичної ситуації щодо трихурозу собак на території України. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 214–220.

© Долгін Олександр Сергійович, 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 633.17:631.53.01:631.8 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.29**

COMPARATIVE EFFICACY OF MORTAL AND VITAL METHODS OF CATTLE CHORIOPTOSIS LABORATORY DIAGNOSTICS

S. Kovalenko ORCID 0000-0002-5755-9724

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: kovalennko97@ukr.net

How to Cite

Kovalenko, S. (2021). Comparative efficacy of mortal and vital methods of cattle chorioptosis laboratory diagnostics. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 221–226. doi: 10.31210/visnyk2021.04.29

One of the most important conditions for the successful and efficient development of dairy and meat cattle breeding, as well as improving the quality of products is the fight against bovine parasitoses. Among animal ectoparasitoses, one of the most common acaroses is cattle chorioptosis caused by parasitizing Chorioptes bovis skin mites. Mites have a mechanical and toxic effect on the skin, creating conditions for the development of secondary micro-flora. They also cause irritation of nerve terminals and atrophy of the skin sebaceous glands. Epizootological well-being is possible under the conditions of monitoring studies using effective, highly sensitive methods for detecting chorioptosis pathogens. The aim of the research was to establish the effectiveness of existing vital and mortal methods of Chorioptes bovis Gerlach, 1857 laboratory diagnostics in the comparative aspect. Experimental studies were conducted in the Laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expert Examination of Poltava State Agrarian University and also at the LLC "Komyshuvata Dairy Complex" of Krasnohrad district, Kharkiv region. Three vital methods (of A. V. Alfimova using vegetable oil; using bischofite and glycerin) and three mortal methods (scraping maceration, compressor, and flotation) of cattle chorioptosis laboratory diagnostics were tested. The main indicator of the diagnostic methods' efficacy was the value of the invasion intensity. According to the results of acarological studies, it was found that the most sensitive vital method of cattle chorioptosis laboratory diagnostics was the method of scraping maceration. This method exceeded the effectiveness of the compressor method by 59.85 % and the flotation method by 67.0 1%. The most sensitive vital method for cattle chorioptosis laboratory diagnostics was the method of using bischofite and glycerin. This method exceeded the efficacy of the method with the use of vegetable oil by 7.97 % and the method of A. V. Alfimova – by 59.05 %. Its high diagnostic effectiveness in in case of chorioptosis has been established in comparison with the mortal method of scraping maceration (by 35.05 %). The obtained data enable to recommend the vital method with the use of bischofite and glycerin for the effective diagnostics of cattle chorioptosis.

Key words: *cattle, chorioptosis, Chorioptes bovis, laboratory diagnostics, effectiveness.*

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОРТАЛЬНИХ ТА ВІТАЛЬНИХ МЕТОДІВ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ХОРІОПТОЗУ У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

С. О. Коваленко
Полтавський державний аграрний університет, Полтава, Україна

Однією з найважливіших умов успішного та ефективного розвитку молочного та м'ясного скотарства, а також підвищення якості продукції є боротьба з паразитозами великої рогатої худоби. Серед ектопаразитозів тварин одним із найбільш поширених акарозів є хоріоптоз великої рогатої худоби, викликаний паразитуванням нашкірних кліщів Chorioptes bovis. Кліщі чинять механічний і токсичний вплив на шкіру, створюючи умови для розвитку секундарної мікрофлори. Також викликають подразнення нервових закінчень та атрофію сальних залоз шкіри.

Епізоотологічне благополуччя можливе за умов проведення моніторингових досліджень з використанням ефективних, високочутливих методів виявлення збудників хоріоптозу. Метою досліджень було встановити у порівняльному аспекті ефективність існуючих вітальних та мортальних методів лабораторної діагностики Chorioptes bovis Gerlach, 1857. Експериментальні дослідження проводили на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету, а також в умовах ТОВ «Комишуватський молочний комплекс» Красноградського району Харківської області. Проведено випробування трьох вітальних способів (А. В. Алфімової; з використанням рослинної олії; із застосуванням бішофіту та гліцерину) та трьох мортальних способів (мацерації зіскрібків; компресорний; флотаційний) лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби. Основним показником діагностичної ефективності використаних способів було значення інтенсивності інвазії. За результатами проведених акарологічних досліджень встановлено, що найбільш чутливим вітальним методом лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби виявився спосіб мацерації зіскрібків. Цей метод перевищував ефективність компресорного способу на 59,85 % та флотаційний спосіб – на 67,01 %. Найбільш чутливим вітальним методом лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби виявився спосіб із застосуванням бішофіту та гліцерину. Цей метод перевищував ефективність способу із застосуванням рослинної олії на 7,97 % та способу А. В. Алфімової – на 59,05 %. Встановлено його високу діагностичну ефективність за наявності хоріоптозу порівняно із мортальним способом мацерації зіскрібків (на 35,05 %). Отримані дані дозволяють рекомендувати вітальний спосіб із застосуванням бішофіту та гліцерину для ефективної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби.

Ключові слова: *велика рогата худоба, хоріоптоз, Chorioptes bovis, лабораторна діагностика, ефективність.*

Вступ

Збереження генетичної продуктивності великої рогатої худоби та збільшення економічних показників виробництва неможливе без епізоотичного благополуччя щодо паразитарних хвороб. Відомо, що захворювання великої рогатої худоби, викликані ектопаразитами, у господарствах різних форм власності в різних країнах світу мають значне поширення [1–4].

До цієї групи відносять збудників акарозів, зокрема нашкірних кліщів роду *Chorioptes*, які у великої рогатої худоби призводять до захворювання на хоріоптоз. Інвазія спричиняє виникнення запальних процесів у шкірі, супроводжується занепокоєнням, свербежем, випадінням волосся і, як наслідок, втратою м'ясної та молочної продуктивності у великої рогатої худоби [5–10].

Згідно з науковими даними, хоріоптоз є сезонним захворюванням, яке частіше проявляється в холодну пору року, особливо взимку, коли велика рогата худоба перебуває на стійловому утриманні. Влітку встановлюють згасання клінічного прояву хоріоптозу через зменшення популяції кліщів на тілі тварини. Дослідники пов'язують це зі створенням несприятливих умов для їх розвитку. У такому разі метою виживання популяції кліщів є не розмноження, а їх розселення. Цю функцію виконують жіночі телеонімфи, що розповзаються по тілу великої рогатої худоби, навіть переповзають з тварини на тварину, збільшуючи зараженість стада. У літній період, коли значно знижується вологість повітря, такі телеонімфи впадають у діапаузу, яка триває до 5–6 місяців. Телеонімфи, що залишились живими впродовж літнього періоду в поодиноких екземплярах, зумовлюють рецидиви хвороби в осінньо-зимовий період року [11–14].

Тому дуже важливим є своєчасне і точне діагностування хвороби, за якого незалежно від форми перебігу хвороби та інтенсивності інвазії застосування певного методу забезпечить його високу чутливість та ефективність. Відомо, що остаточний діагноз на хоріоптоз встановлюють на підставі лабораторних досліджень, а саме мікроскопії біологічного матеріалу (зіскрібків шкіри, кірочок) на наявність кліщів, личинок, яєць, які поділяються на мортальні (виявлення мертвих паразитів) та вітальні (виявлення живих паразитів). Причому ці методи переважно застосовуються для виявлення більшості акарозів, що спричинені акариформними кліщами в різних видів тварин та людини [15, 16].

Зокрема, науковці доводять, що метод центрифугування-флотації з розчином сахарози є більш ефективним, ніж метод простої мікроскопії зіскобів зі шкіри собак при діагностуванні саркоптозу. Його чутливість сягала 85,6 % [17]. Інші науковці пропонують для ефективної діагностики *Chorioptes bovis* використовувати 10 % розчин КОН, який забезпечує значне просвітлення матеріалу і кліщі стають добре помітними [18]. Такі ж дані отримали автори, які застосовували гідроксид калію для обробки зіскрібків шкіри з метою виявлення кліщів *Demodex*. Цей метод виявився ефективним, економним і практичним [19].

Отже, з метою проведення моніторингових досліджень щодо поширення хоріоптозу великої рогатої худоби необхідно застосовувати ефективні, високочутливі, ергономічні методи лабораторної діагностики. Тому *метою* досліджень було встановити у порівняльному аспекті ефективність наявних вітальних та мортальних методів лабораторної діагностики *Chorioptes bovis*. Для досягнення мети вирішували такі *задачі*: провести порівняльний аналіз ефективності відомих трьох вітальних та трьох мортальних методів лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби; встановити найбільш чутливий метод виявлення нашкірних кліщів виду *Ch. bovis*.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2021 року на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету. Відбір матеріалу від великої рогатої худоби проводили в умовах ТОВ «Комишуватський молочний комплекс» Красноградського району Харківської області.

З метою порівняння ефективності мортальних методів лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби порівнювали такі три способи:

1. Спосіб мацерації зіскрібків: відібраний матеріал поміщають у лабораторну чашку, додають подвійну за об'ємом кількість 10 % розчину КОН, змішують, залишають на 25 хв. для розм'якшування й розчинення кірок і в такому вигляді досліджують під мікроскопом [20].
2. Спосіб компресорного дослідження: відібраний матеріал поміщають на предметне скло, додають 1–2 краплі 10 % розчину КОН, накривають іншим предметним склом і досліджують під мікроскопом [21].
3. Флотаційний спосіб із застосуванням розчину Котельникова-Хренова [19].

Для порівняння ефективності вітальних методів лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби порівнювали такі три способи:

1. Спосіб А. В. Алфімової: відібраний матеріал поміщають у лабораторну чашку, накривають її кришкою, поміщають у термостат на 5–10 хв. за температури 35–40 °С, після чого проводять мікроскопію [20].
2. Спосіб дослідження зіскрібків з додаванням рослинної олії (Євстаф'єва В. О., Галат В. Ф., 2001): відібраний матеріал поміщають у лабораторну чашку і додають подвійну за об'ємом кількість рослинної олії. Кірки ретельно розщеплюють скальпелем і залишають на 10–15 хв., а потім досліджують під мікроскопом [20].
3. Спосіб діагностики зіскрібків з додаванням бішофіту та гліцерину (Євстаф'єва В. О. та ін., 2015): відібраний матеріал поміщають у лабораторну чашку або на предметне скло, додають краплю розведеної суміші – бішофіт та гліцерин у співвідношенні 1 : 1, кірки подрібнюють, залишають на 1–2 хв., після чого проводять мікроскопію [22].

Визначали показники інтенсивності інвазії (ІІ, екз. кліщів). Всього проведено 156 лабораторних досліджень.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft «EXCEL». Розраховували стандартне відхилення (SD) і середнє арифметичне (M). Достовірність відхилень середніх величин визначали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера. Значення $P<0,05$ вважали достовірним.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених акарологічних досліджень встановлено, що найбільш чутливим вітальним методом лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби виявився спосіб із застосуванням бішофіту та гліцерину (табл. 1).

1. Діагностична ефективність вітальних способів діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби, n=26

Спосіб дослідження	Позитивних проб		Виявлено кліщів у пробі		
	екз.	%	min	max	M±SD
1. Дослідження зіскрібків з додаванням бішофіту та гліцерину (Євстаф'єва В. О. та ін., 2015)	26	100	2	27	12,04±7,62
2. Дослідження зіскрібків з додаванням рослинної олії (Євстаф'єва В. О., Галат В. Ф., 2001)	26	100	2	23	11,08±6,66
3. Алфімової А. В.	14	53,85	1	15	4,93±3,95**

Примітки: ** – $P<0,01$ – порівняно з показниками способу дослідження зіскрібків з додаванням бішофіту та гліцерину (Євстаф'єва В. О. та ін., 2015).

Так, застосування способів з використанням бішофіту та гліцерину, а також рослинної олії було дозволяло виявляти 100 % позитивних проб. За використання способу А. В. Алфімової виявлено лише 53,85 % позитивних проб. Водночас за показниками інтенсивності хоріоптозної інвазії спосіб дослідження зіскрібків з додаванням бішофіту та гліцерину (II – 12,04±7,62 екз. кліщів) перевищував ефективність способу із застосуванням рослинної олії на 7,97 % (II – 11,08±6,66 екз. кліщів) та способу А. В. Алфімової – на 59,05 % (P<0,01, II – 4,93±3,95 екз. кліщів).

За результатами проведених акарологічних досліджень встановлено, що найбільш чутливим вітальним методом лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби виявився спосіб мацерації зіскрібків (табл. 2).

2. Діагностична ефективність мортальних способів діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби, n=26

Спосіб дослідження	Позитивних проб		Виявлено кліщів у пробі		
	екз.	%	min	max	M±SD
1. Мацерація зіскрібків	17	65,38	1	16	7,82±4,03
2. Компресорне дослідження	14	53,85	1	9	3,14±2,14***
3. Флотаційне дослідження	12	46,15	1	8	2,58±1,98***

Примітки: *** – P<0,001 – порівняно показниками способу мацерації зіскрібків.

Зокрема, у разі використання способу мацерації зіскрібків було виявлено 65,38 % позитивних проб, у разі використання способу компресорного дослідження – 53,85 %. Спосіб флотації показав найнижчий результат при діагностиці хоріоптозу. За цією методикою було виявлено лише 46,15 % проб. За показниками хоріоптозної інвазії спосіб мацерації зіскрібків (II – 7,82±4,03 екз. кліщів) перевищував ефективність компресорного способу на 59,85 %, P<0,001 (II – 3,14±2,14 екз. кліщів) та флотаційний спосіб – на 67,01 %, P<0,001 (II – 2,58±1,98 екз. кліщів).

При порівнянні найбільш ефективних методів вітальної та мортальної лабораторної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби, а саме: способу мацерації зіскрібків, а також способу дослідження зіскрібків з додаванням бішофіту та гліцерину, встановлено, що останній мав високу діагностичну ефективність порівняно із мортальним способом мацерації зіскрібків (на 35,05 %, P<0,05) (рис.).

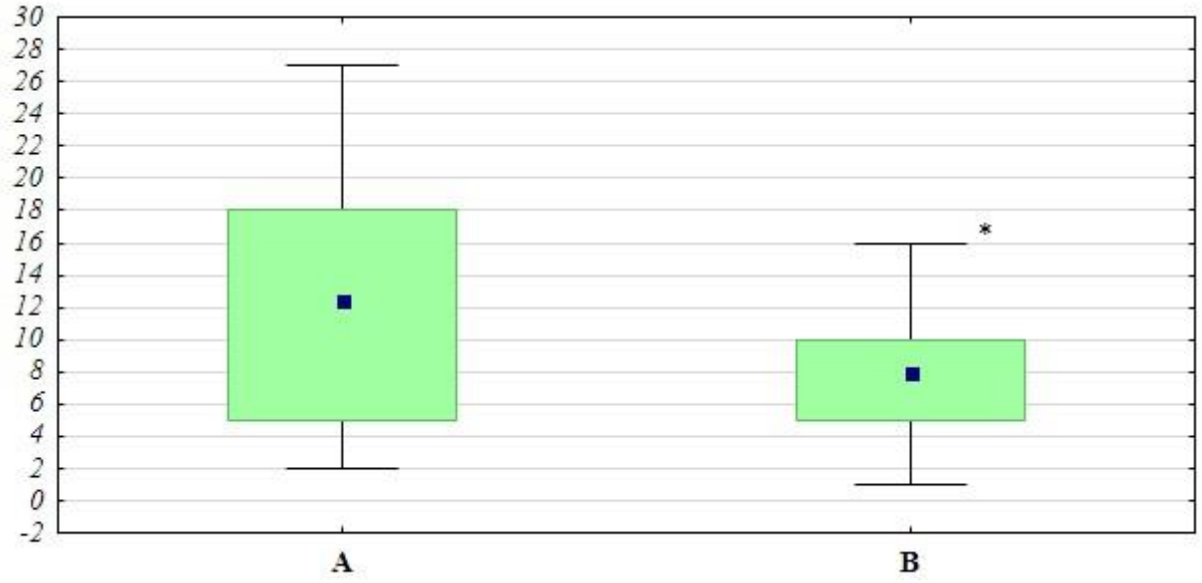


Рис. Діагностична ефективність мортального та вітального способів діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби, n=26: А – спосіб дослідження зіскрібків з додаванням бішофіту та гліцерину; В – спосіб мацерації зіскрібків; * – P<0,05.

Узагальнюючи отримані дані, можна зазначити, що хоріоптоз великої рогатої худоби, – це акарозна інвазія, яка реєструється у тварин багатьох країн світу, особливо у стійловий період упродовж осінньо-зимового сезону. Причому внаслідок паразитування кліщів *Chorioptes bovis* знижується м'ясна та молочна продуктивність у великої рогатої худоби [9, 10, 13]. Тому своєчасне виявлення хвороби потребує застосування високочутливих методів лабораторної діагностики

хоріоптозу і обумовлює актуальність досліджень щодо визначення ефективності наявних вітальних та мортальних методів діагностики цієї інвазії у великої рогатої худоби. Результати проведених досліджень свідчать, що з мортальних методів лабораторної діагностики більш ефективним є дослідження зіскрібків шкіри способом мацерації із застосуванням 10 % розчину КОН. Цей метод перевищував ефективність на 59,85 % компресорний спосіб та на 67,01 % флотаційний спосіб. Таку високу ефективність застосування 10 % розчину КОН для розм'якшення та просвітлення матеріалу підтверджують і результати закордонних авторів [18, 19].

З вітальних методів лабораторної діагностики більш ефективним виявився спосіб дослідження зіскрібків шкіри з додаванням бішофіту та гліцерину. Причому за цим способом було виявлено 100 % позитивних проб. Також цей метод перевищував ефективність на 7,97 % способу із застосуванням рослинної олії та на 59,05 % способу А. В. Алфімової. Таке порівняння сучасних та загальноприйнятих вітальних методів при лабораторній діагностиці хоріоптозу великої рогатої худоби ми провели вперше.

Отримані дані дозволяють рекомендувати вітальний спосіб із застосуванням бішофіту та гліцерину для ефективної діагностики хоріоптозу великої рогатої худоби.

Висновки

Доведено високу діагностичну ефективність та чутливість вітального способу виявлення кліщів *Chorioptes bovis* у великої рогатої худоби із використанням бішофіту та гліцерину як просвітлювача матеріалу. Його чутливість становила 100 %. Показники інтенсивності хоріоптозної інвазії у разі використання цього способу є вищими на 7,97 % та 59,05 % ($P<0,01$) порівняно зі способами дослідження зіскрібків шкіри за умови використання рослинної олії та способу А. В. Алфімової. Найбільш чутливим мортальним методом при діагностиці хоріоптозу виявися спосіб мацерації. Його чутливість становила 65,38 %, а показники інтенсивності хоріоптозної інвазії є вищими на 59,85 % ($P<0,001$) та 67,01 % ($P<0,001$) порівняно з компресорним та флотаційним способами.

Перспективи подальших досліджень. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні терапевтичної ефективності сучасних інсектоакарицидних препаратів за наявності хоріоптозу у великої рогатої худоби та удосконалення способу виготовлення мікропрепаратів із кліщів *Chorioptes bovis* для підвищення ефективності проведення їх ідентифікації.

References

1. Pérez de León, A. A., Mitchell, R. D., & Watson, D. W. (2020). Ectoparasites of Cattle. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 36(1), 173–185. doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.004

2. Heath, A. (2002). Ectoparasites of livestock and companion animals in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 50(sup3), 48–48. doi: 10.1080/00480169.2002.36266

3. Tamerat, N., Korso, L., Mengistu, S., Muktar, Y., & Keffale, M. (2016). Prevalence and identification of ectoparasites fauna in small ruminants in and around Adami Tulu, East Shawa zone of Oromia, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (11), 203.

4. Stendel, W. (1988). Synthetic pyrethroids to control ectoparasites of cattle. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft fur Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 6 (4-6), 425–431.

5. Nematollahi, A., Moghaddam, G. A., Golezardy, H. (2007). An outbreak of Chorioptes bovis mange on a dairy farm in Tabriz, Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 8 (4), 351–354.

6. Vieira, M. I. B., Bordin, T., Agnol, B. D., Zanchin, F., Motta, A. C. D., & Noro, M. (2014). Re-emergence of Chorioptes bovis (Acari: Psoroptidae) in cattle in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23 (4), 530–533. doi: 10.1590/s1984-29612014090

7. Yeruham, I., Hadani, A., & Rosen, S. (1985). Psoroptic ear mange (Psoroptes cuniculi, Delafond, 1859) in domestic and wild ruminants in Israel. *Veterinary Parasitology*, 17 (4), 349–353. doi: 10.1016/0304-4017(85)90026-3

8. Rehbein, S., Winter, R., Visser, M., Maciel, A. E., & Marley, S. E. (2005). Chorioptic mange in dairy cattle: treatment with eprinomectin pour-on. *Parasitology Research*, 98 (1), 21–25. doi: 10.1007/s00436-005-0005-y

9. Nong, X., Li, S.-H., Wang, J.-H., Xie, Y., Chen, F.-Z., Liu, T.-F., He, R., Gu, X.-B., Peng, X.-R., &Yang, G.-Y. (2014). Acaricidal activity of petroleum ether extracts from Eupatorium adenophorum against the ectoparasitic cattle mite, Chorioptes texanus. *Parasitology Research*, 113 (3), 1201–1207. doi: 10.1007/s00436-014-3758-3

10. Villarroel, A., & Halliburton, M. K. (2013). Control of extensive chorioptic mange natural infection in lactating dairy cattle without milk withdrawal. *The Veterinary Journal*, 197 (2), 233–237. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.01.003

11. Marcondes, C. B., & Dantas-Torres, F. (2016). Diseases Caused by Acari (Ticks and Mites). *Arthropod Borne Diseases*, 537–548. doi: 10.1007/978-3-319-13884-8_34

12. Shibata, A., Yachimori, S., Morita, T., Kanda, E., Ike, K., & Imai, S. (2003). Chorioptic mange in a wild Japanese serow. *Journal Of Wildlife Diseases*, 39 (2), 437–440. doi: 10.7589/0090-3558-39.2.437

13. Yeruham, I., Rosen, S., & Hadani, A. (1999). Chorioptic mange (Acarina: Psoroptidae) in domestic and wild ruminants in Israel. *Experimental & applied acarology*, 23(11), 861–869. doi: 10.1023/a:1006217016688

14. Beck, W., Pfister, K., & Weiland, G. (2005). Epidemiological investigations of bovine Chorioptes mange in Germany. *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 118 (3-4), 128–133.

15. Bochkov, A. V., Klimov, P. B., Hestvik, G., & Saveljev, A. P. (2014). Integrated Bayesian species delimitation and morphological diagnostics of chorioptic mange mites (Acariformes: Psoroptidae: Chorioptes). *Parasitology Research*, 113(7), 2603–2627. doi: 10.1007/s00436-014-3914-9

16. Kandi V. (2017). Laboratory diagnosis of scabies using a simple saline mount: a clinical microbiologist's report. *Cureus*, 9 (3), e1102. doi: 10.7759/cureus.1102

17. Alvares, F., Meireles, V., da Silva, J. T., Ferreira, L. C., Rodrigues, J. A., Bezerra, R. A., Lima, B. A., Feitosa, T. F., & Vilela, V. (2021). Laboratory diagnosis of mange-causing mites in dogs using a modified centrifugation-flotation technique in sucrose solution. *Experimental & Applied Acarology*, 85 (1), 41–48. doi: 10.1007/s10493-021-00659-7

17. Hilton, D. F. J. (1970). A technique for collecting ectoparasites from small birds and mammals. *Canadian Journal of Zoology*, 48 (6), 1445–1446. doi: 10.1139/z70-246

19. Bunyaratavej, S., Rujitharanawong, C., Kasemsarn, P., Boonchai, W., Muanprasert, C., Matthapan, L., & Leeyaphan, C. (2016). Skin scrapings versus standardized skin surface biopsy to detect Demodex mites in patients with facial erythema of uncertain cause - a comparative study. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and leprology*, 82 (5), 519–522. doi: 10.4103/0378-6323.174423

20. Yevstafieva, V. O., Havryk, K. A., & Havryk, B. A. (2015). *Rekomendatsii shchodo diahnostyky ta zakhodiv borotby z akarozamy sobak*. Poltava [In Ukrainian].

21. Yuskiv, I. D. (1998). *Akarolohichni doslidzhennia tvaryn ta akarytsydy*. Lviv: Kameniar [In Ukrainian].

22. Yevstafieva, V. O., & Havryk, K. A. (2014). Udoskonalennia metodiv zazhyttievoi diahnostyky sarkoptozu, otodektozu ta demodekozu sobak. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 62–64. doi: 10.31210/visnyk2014.04.11 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 18.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Коваленко С. О. Порівняльна ефективність мортальних та вітальних методів лабораторної діагностики хоріоптозу у великої рогатої худоби. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 221–226.

© Коваленко Станіслав Олегович, 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 636.8.09:616.62-603.7-08 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.30**

ANALYSIS OF THERAPEUTIC TREATMENT EFFECTIVENESS OF CAT URINARY BLADDER STONE DISEASE

D. D. Burtseva ORCID 0000-0002-0118-6113
T. P. Lokes-Krupka* ORCID 0000-0002-6302-9615
S. O. Kravchenko ORCID 0000-0002-7420-9320
A. N. Khomenko

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: terra_vet@ukr.net

How to Cite

Burtseva, D. D., Lokes-Krupka, T. P., Kravchenko, S. O., & Khomenko, A. N. (2021). Analysis of therapeutic treatment effectiveness of cat urinary bladder stone disease. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 227–232. doi: 10.31210/visnyk2021.04.30

The paper analyzes the statistical data on the incidence of cat urolithiasis. The study was conducted during the period of 2020–2021. The objects of clinical and laboratory studies were 40 domestic cats of different age groups, sexes and breeds, which during a comprehensive study had a pronounced clinic of urolithiasis. Analyzing the spreading of urolithiasis among cats, we took into account gender, age, breed, type of feeding, seasonality, the type of stones, their localization in the urinary tract, recurrence and causes of the disease. According to our research, urolithiasis was registered most often in uncastrated cats aged from 4 to 6 years, less frequently in cats under one year of age and over 10. When diagnosing urolithiasis, we were guided by the results of clinical and laboratory studies. From clinical indicators, we took into account the general condition, behavior, body temperature, pulse, respiratory rate, condition of the mucous membranes, the results of the kidneys and bladder palpation; the symptoms noticed by the owners were also considered. The information on the initial manifestations of the disease, the duration and urination disorders were important. Through the collection of anamnesis, we obtained the information about the conditions of keeping, the diet structure and feed quality. The main diagnostic criteria were clinical manifestations – dysuria, colic, weakness, forced posture; urine laboratory indicators – proteinuria, hemoglobinuria, excessive amounts of oxalates, erythrocytes and leukocytes in the sediment, as well as the epithelium of the urinary bladder. Urolith of increased echogenicity and sand in the urinary bladder were detected by ultrasonography. The treatment of domestic cats' urolithiasis includes a complex set of treatment and prevention procedures. The conservative treatment, depending on the disease stage and symptoms, takes a long time; it is conducted before surgery and after it. We have developed a scheme for the treatment of domestic cats suffering from urinary bladder stone disease. It included: Katazal, NoSpa, Dexafort, Meloxicam, Etamzilate and Sinulox. The treatment effectiveness is indicated by the improvement of the animals' clinical condition and the normalization of urine indicators.

Key words: *small domestic animals, pharmacological correction, urological studies.*

ТЕРАПЕВТИЧНЕ ЛІКУВАННЯ КОТІВ ЗА СЕЧОКАМ'ЯНОЇ ХВОРОБИ

Д. Д. Бурцева, Т. П. Локес-Крупка, С. О. Кравченко, А. Н. Хоменко
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У роботі проаналізовано статистичні дані по захворюванню котів на уролітіаз. Дослідження було проведено у період 2020–2021 років. Об'єктами клінічного і лабораторного дослідження

послужили 40 свійських котів різних вікових груп, статі та порід, які під час комплексного дослідження мали яскраво виражену клініку уролітіазу. Аналізуючи поширення уролітіазу серед котів, ми враховували стать, вік, породу, тип годівлі, сезонність, вид конкрементів, їх локалізацію в сечовивідних шляхах, рецидивність та причини захворювання. За нашими дослідженнями найчастіше сечокам'яну хворобу реєстрували у некастрованих котів віком від 4 до 6 років, рідше віком до одного року та понад 10 років. При постановці діагнозу на сечокам'яну хворобу ми керувалися результатами клінічного, лабораторного та інструментальних досліджень. З клінічних показників враховували загальний стан, поведінку, температуру тіла, пульс, частоту дихання, стан слизових оболонок, результати пальпації нирок і сечового міхура, приймалися до відома помічені власниками симптоми. Важливе значення мали відомості про початкові прояви захворювання, тривалість і розлади сечовиділення. За допомогою збору анамнеза, ми отримали відомості про умови утримання, структуру раціону і якість кормів. Основними діагностичними критеріями були клінічні прояви – дизурія, кольки, слабкість, вимушена поза; лабораторні показники сечі – протеїнурія, гемоглобінурія, надмірна кількість в осаді оксалатів, еритроцитів та лейкоцитів, а також епітелію сечового міхура. Ультрасонографічно виявляли уроліт підвищеної ехогенності та пісок у сечовому міхурі. Лікування сечокам'яної хвороби у свійських котів включає складний комплекс лікувальних і профілактичних процедур. Консервативне лікування, у залежності від стадії і симптомів захворювання, займає тривалий час, його проводять до оперативного втручання і в післяопераційний період. Нами складена схема лікування свійських котів за сечокам'яної хвороби. Вона включала: Катазал, НоШпа, Дексафорт, Мелоксикам, Етамзілат та Синулокс. На її ефективність вказує покращення клінічного стану тварин та нормалізація показників сечі.

Ключові слова: *дрібні свійські тварини, фармакокорекція, уролітіаз, урологічні дослідження.*

Вступ

Сечокам'яна хвороба – *urolithiasis* – це поліетіологічне захворювання, що характеризується присутністю і впливом уроконкрементів або великої кількості кристалів на сечовивідні шляхи. Кристали або уроліти, подразнюючи слизову оболонку сечових шляхів, провокують розлади сечовипускання, нерідко викликаючи закупорку уретри. Дане захворювання в літературних джерелах зустрічається під різними назвами, включаючи: уретрит, камені в сечі, камені сечового міхура або сечокам'яна хвороба [1, 2].

Причини розвитку сечокам'яної хвороби у свійських котів можуть бути обумовлені генетичною схильністю, стресом, малорухливим способом життя, який сприяє ожирінню, анатомічними особливостями (в тому числі й за наявності вроджених аномалій у розвитку органів сечостатевої системи), вірусними та інфекційними захворюваннями [3]. Сеча котів досить концентрована, і за несприятливих факторів зазначений аспект також сприяє розвитку сечокам'яної хвороби [4].

Серед хвороб свійських котів незаразної етіології патологія сечовидільної системи займає провідне місце. Одне з найпоширеніших захворювань, на яке страждають близько 12 % представників сімейства котячих є саме сечокам'яна хвороба [5].

Метою наших досліджень було визначити ефективність фармакокореції за лікування свійських котів хворих на сечокам'яну хворобу.

Основним *завданням* було розробити ефективну схему лікування свійських котів за уролітіазу, направлену на корекцію патологічного стану без оперативних втручань.

Матеріали і методи досліджень

Нами був проведений статистичний аналіз захворюваності свійських котів на сечокам'яну хворобу протягом січня-вересня 2021 року в умовах ветеринарної клініки «Велес» міста Миколаєва. За дослідний період нами було досліджено 40 котів, різних порід, статей та віку, підозрюваних у захворюванні на сечокам'яну хворобу. Дослідження проводили за наступним планом: збір анамнезу, клінічні дослідження, ультрасонографічні дослідження, лабораторні дослідження сечі.

Ультрасоногарфічні дослідження проводили за допомогою апарату GE Logiq E9 BT11 CW/4D. Тварин фіксували у лежачому дорсо-вентральному положенні. Шерсть у ділянці контакту з датчиком інтенсивно змочували розчином 70 % спирту та наносили спеціальний гель на водній основі. Під час ультрасонографії для проведення диференціації досліджували: сечовий міхур, нирки, печінку, підшлункову залозу, шлунок та кишківник.

Урологічні дослідження проводили за допомогою мікроскопії та експрес-тесту для визначення в пробах білка (URS-10T). Мікроскопічно досліджували органічний та неорганічний осад сечі.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за стандартним набором Статистика Exel.

Результати досліджень та їх обговорення

Провівши аналіз амбулаторних журналів клініки ветеринарної медицини за дослідний період, нами була встановлена певна вікова та статева залежності розвитку сечокам'яної хвороби.

Дані щодо статевої залежності свійських котів до розвитку сечокам'яної хвороби наведені на рис. 1.

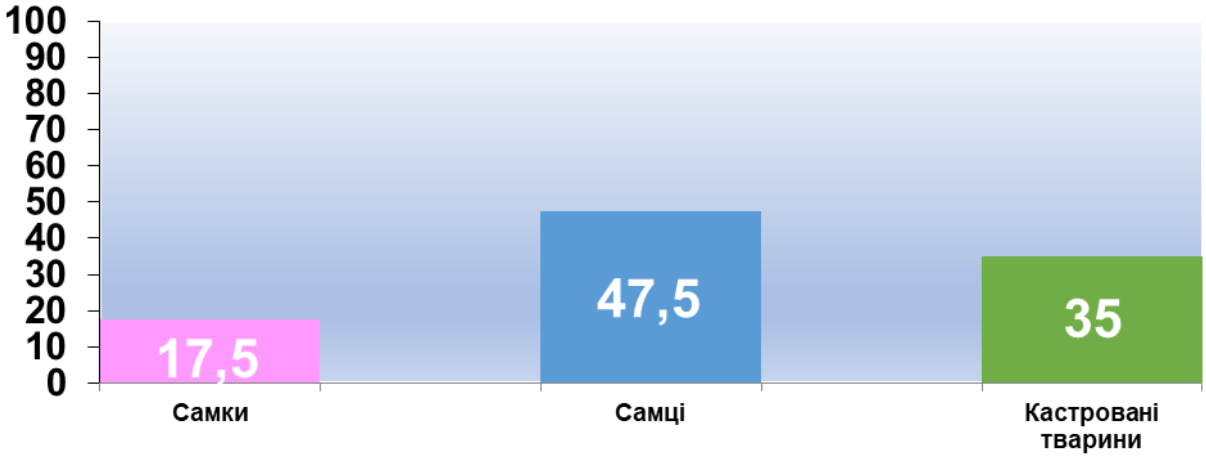


Рис. 1. Діаграма статевої схильності котів до сечокам'яної хвороби, n=40, %

З діаграми видно, що патологія частіше виявляли у некастрованих самців – 47,5 %, потім йдуть кастровані самці – 35 %, а самки складали всього 17,5 %. Превалювання самців над самками можна пояснити анатомічними особливостями будови уретрального каналу котів і впливом на організм статевих гормонів.

Аналіз вікової динаміки проявів сечокам'яної хвороби показав, що дана патологія спостерігається у всіх вікових груп котів (рис. 2).

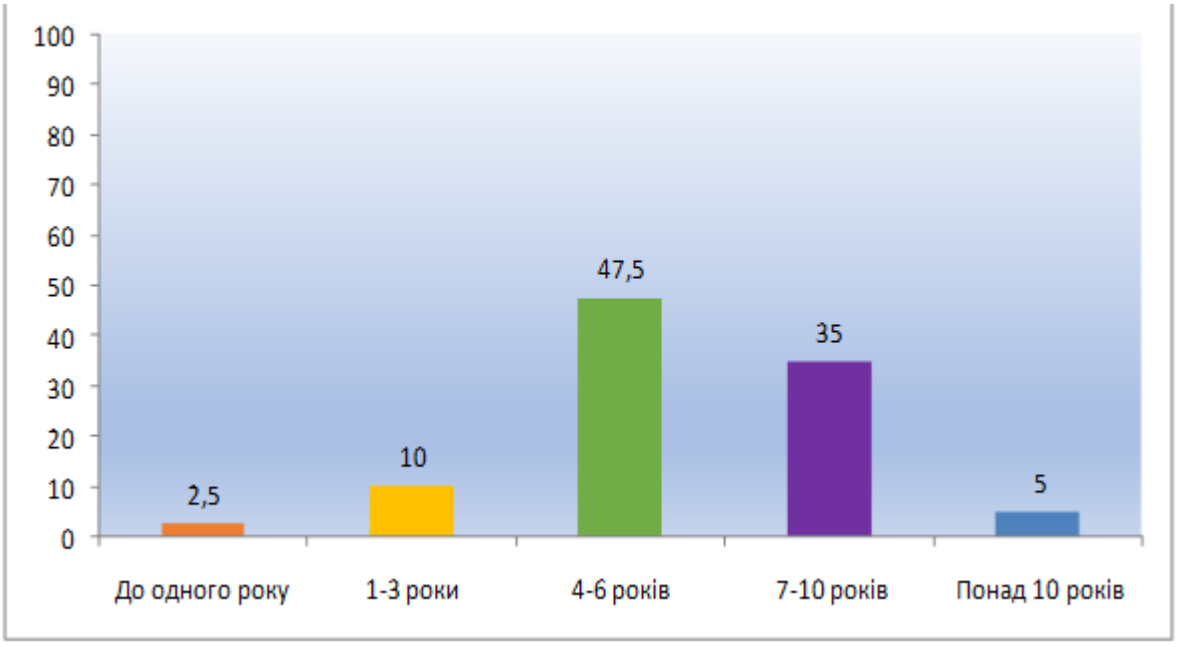


Рис. 2. Діаграма вікової схильності котів до сечокам'яної хвороби, n=40, %

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що на сечокам'яну хворобу страждають свійські коти як в ранньому віці – до одного року, так і в більш зрілому – понад 10 років. Діаграма демонструє вікові періоди, в які відзначається найбільша кількість випадків сечокам'яної хвороби – це тварини у віці від 4-х до 6 років, зі збільшенням частоти випадків у віці 4-х років. Дані періоди життя відповідають часу найвищої статевої активності. У тварин старше 10 років захворювання реєстрували у вигляді поодиноких випадків.

Лікування свійських котів розробляли індивідуально, зважаючи на раціон, вік, стать та породу. За найбільш тяжких проявів хвороби проводили оперативне лікування, у інших випадках – консервативне.

Симптоматична терапія спрямована в першу чергу на зняття спазму гладкої мускулатури і больових відчуттів, пов'язаних із нею. Часто з цією метою ми використовували препарати НоШпа 1/6 таблетки/2 кг, Мелоксикам 0,02 мг/кг, Дексафорт 0,5 мл/кг маси тіла тварини. Тривалість застосування яких залежала від періодичності сечових кольок, їх клінічного прояву. Зазвичай, введення анальгетиків та спазмолітиків обмежувалося 2–3 днями. Препарати вводилися до моменту зникнення симптомів тільки за наявності яскравих клінічних проявів (стійка больова реакція з боку сечового міхура і нирок, вимушена поза, странгурія, дизурія). Результати лабораторних досліджень сечі хворих котів на початку лікування висвітлено в таблиці 1.

1. Результати урологічних досліджень свійських котів за уроциститу, M±m

Показники	Контрольна група (n=5)	Самки (n=7)	Самці (n=19)	Кастровані тварини (n=14)
Кислотність, pH	6,3±0,07	7,5±0,31	7,9±0,18	8,0±0,24
Загальний білок, г/л	0,2±0,012	5,2±0,28***	5,8±0,13***	4,7±0,23***
Глюкоза, ммоль/л	0,1±0,048	0,4±0,02*	0,8±0,012**	0,7±0,021**
Кетонові тіла, ммоль/л	0±0,0	0,2±0,04*	2,0±0,03***	1,0±0,02***
Відносна щільність, г/см.куб.	1,01±0,048	1,03±0,031	1,05±0,02	1,048±0,0245
Еритроцити, в п.з.	6,3±0,56	28,0±2,15***	89,4±5,46***	56,7±4,75***
Лейкоцити, в п.з.	3,7±0,34	21,1±3,42***	48,7±4,21***	50,3±5,34***
Епітелій, в п.з.	4,1±0,28	10,2±1,11***	18,2±2,45***	16,2±2,08***
Оксалати, в п.з.	0,7±0,004	9,3±1,24***	12,7±1,14***	13,1±2,11***

Примітки: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 порівняно з показниками контрольної групи.

Оскільки у всіх тварин під час обстеження було виявлено гематурію, нами застосовувався гемостатичний препарат Етамзілат внутрішньом'язово один раз на день протягом 5 днів по 0,1 мл/кг живої маси, який активує утворення захисних мукополісахаридів і тромбопластину.

Також, ми застосовували «Катазал», вводили підшкірно 1 раз у день з розрахунком 0,1 мл/кг маси тіла протягом 5 днів. Препарат нормалізує метаболічні і регенеративні процеси, має тонізуючі властивості, підвищує резистентність організму до несприятливих факторів зовнішнього середовища.

За даними таблиці 1 видно, що у кішок в сечі кількість лейкоцитів в середньому дорівнює 2 в полі зору (незначна лейкоцитурія); у котів 5 в полі зору (помірна лейкоцитурія); у кастрованих тварин вони покривають все поле зору та інколи тяжко піддаються підрахунку, що свідчить про піурію. Про розвиток патологічного процесу в сечовивідних шляхах і нирках може свідчити присутність в сечовому осаді більше 5 лейкоцитів в полі зору. Однак, причиною надмірної кількості лейкоцитів в сечі можуть бути гнійні процеси в суміжних з сечовивідної системою тканинах і органах.

Після 7 діб лікування нами додатково було проведено повторні лабораторні аналізи сечі котів всіх дослідних груп (табл. 2).

2. Результати урологічних досліджень свійських котів за уроциститу після лікування, M±m

Показники	Контрольна група (n=5)	Самки (n=7)	Самці (n=19)	Кастровані тварини (n=14)
Кислотність, pH	6,3±0,43	7,0±0,37	7,3±0,29	7,2±0,31
Загальний білок, г/л	0,1±0,02	0,2±0,04***	0,5±0,02***	0,4±0,03***
Глюкоза, ммоль/л	0±0,0	0,3±0,02	0,2±0,01**	0,4±0,02*
Кетонові тіла, ммоль/л	0±0,0	0,1±0,008	0,5±0,011**	0,3±0,015*
Відносна щільність, г/см.куб.	1,01±0,035	1,02±0,131	1,02±0,027	1,03±0,048
Еритроцити, в полі зору	5,7±0,028	2,0±0,11***	6,0±0,33***	8,0±0,46***
Лейкоцити, в полі зору	3,4±0,057	2,0±0,53***	5,0±0,27***	4,0±0,45***
Епітелій, в полі зору	3,8±0,045	1,3±0,027***	2,0±0,028***	2,0±0,033***
Оксалати, в п.з.	1,1 ±0,005	2,0±0,42**	3,0±0,097***	5,0±0,11***

Примітки: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 порівняно з показниками на початку лікування.

Загалом, коти, які поступали до клініки ветеринарної медицини, мали такі клінічні прояви сечокам'яної хвороби як: поліурія, дизурія, олігурія або анурія, блювання, в'ялість, дегідратація, біль в ділянці нирок та незначна гематурія.

Аналізуючи дані таблиці 3, можна зробити висновки про значне покращення загального стану тварин після надання їм комплексної ветеринарної допомоги.

3. Клінічні ознаки котів дослідної групи за тиждень лікування, n=40

Клінічні ознаки	На початку лікування		На 7-й день лікування	
	тварин	%	тварин	%
Дизурія / странгурія / полакурія	36	90,0	26	65,0
Блювання	20	50,0	0	-
Нудота	28	70,0	2	5,0
Слабкість / млявість / апатія	37	92,5	4	10,0
Болючість ділянки сечового міхура / нирок	32	80,0	7	17,5
Зневоднення	16	40,0	2	5,0
Судоми / тремтіння	8	20,0	0	-
Тривале залежування	10	25,0	0	-
Вимушена поза	38	95,0	0	-
Гематурія	30	75,0	3	7,5

За повторного дослідження помітно покращилися основні показники сечі у більшості тварин, а саме: зміна кольору (від патологічного червоного до природнього жовтого), прозорості (сеча стала більш прозорою), також у більшості випадків була відсутня гематурія, протеїнурія та лейкоцитурія, що є наслідком відновлення функції нирок і цілісності слизових оболонок, які вистилають сечовивідні шляхи. Нормалізація цих показників свідчить про ліквідацію запального процесу та поступове одужання тварини.

Висновки

За нашими дослідженнями найчастіше сечокам'яну хворобу реєстрували у некастрованих котів віком від 4 до 6 років, рідше віком до одного року та понад 10 років. Основними діагностичними критеріями були клінічні прояви - дизурія, кольки, слабкість, вимушена поза; лабораторні показники сечі – протеїнурія, гемоглобінурія, надмірна кількість в осаді оксалатів, еритроцитів та лейкоцитів, а також епітелію сечового міхура. Ультрасонографічно виявляли уроліт підвищеної ехогенності та пісок у сечовому міхурі. Лікування свійських котів за сечокам'яної хвороби включає комплекс лікувальних процедур. Для усунення симптомів застосовують консервативні і оперативні методи лікування. Нами складена схема лікування свійських котів за сечокам'яної хвороби. Вона включала: Катазал, НоШпа, Дексафорт, Мелоксикам, Етамзілат та Синулокс.

References

1. Bartges, J. W., & Callens, A. J. (2015). Urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45 (4), 747–768. doi: 10.1016/j.cvsm.2015.03.001

2 Lokes-Krupka, T. P. (2019). Complications at obesity of small domestic animals. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 20 (2), 458–463.

3. Font-Llitjós, M., Jiménez-Vidal, M., Bisceglia, L., Di Perna, M., de Sanctis, L., Rousaud, F., Zelante, L., Palacín, M., & Nunes, V. (2005). New insights into cystinuria: 40 new mutations, genotype-phenotype correlation, and digenic inheritance causing partial phenotype. *Journal of Medical Genetics*, 42, 58–68. doi: 10.1136/jmg.2004.022244

4. Mizukami, K., Raj, K., Osborne, C., & Giger, U. (2016). Cystinuria Associated with Different SLC7A9 Gene Variants in the Cat. *PLOS ONE*, 11 (7), e0159247. doi: 10.1371/journal.pone.0159247

5. Kondrahin, I. P., & Lokes, P. I. Urolithiasis at dogs and cats. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 93–97.

6. Kartashov, M. I., Tymoshenko, O. P., & Morozenko, D. V. (2009). *Doslidzhennya sechi sobak i kotiv*. Kharkiv: Kharkivs′ka derzhavna zooveterynarna akademiya [In Ukrainian].

7. Cannizzo, S. A., Stinner, M., & Kennedy-Stoskopf, S. (2017). Prevalence of cystinuria in servals (Leptailurus serval) in the United States. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine: Official Publication of the American Association of Zoo Veterinarians*, 48 (4), 1102–1107. doi: 10.1638/2016-0177.1

8. Lulich, J. P., Berent, A. C., Adams, L. G., Westropp, J. L., Bartges, J. W., & Osborne, C. A. (2016). ACVIM small animal consensus recommendations on the treatment and prevention of uroliths in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30 (5), 1564–1574. doi: 10.1111/jvim.14559

9. Albasan, H., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Ulrich, L. K., & Koehler, L. A. (2012). Effects of storage in formalin on composition of canine and feline uroliths. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 241 (12), 1613–1616. doi: 10.2460/javma.241.12.1613

10. Houston, D. M., & Moore, A. E. (2009). Canine and feline urolithiasis: examination of over 50 000 urolith submissions to the Canadian veterinary urolith centre from 1998 to 2008. *The Canadian Veterinary Journal = La Revue Veterinaire Canadienne*, 50 (12), 1263–1268.

11. Kovaříková, S., Maršálek, P., & Vrbová, K. (2021). Cystinuria in Dogs and Cats: What Do We Know after Almost 200 Years?. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11 (8), 2437. doi: 10.3390/ani11082437

12. Chillarón, J., Font-Llitjós, M., Fort, J., Zorzano, A., Goldfarb, D. S., Nunes, V., & Palacín, M. (2010). Pathophysiology and treatment of cystinuria. *Nature Reviews. Nephrology*, 6 (7), 424–434. doi: 10.1038/nrneph.2010.69

13. Giger, U., Brons, A., Mizukami, K., Slutsky, J., Raj, K., Fitzgerald, C .A., Strickland, S., Sewell, A. C., & Henthorn, P. S. (2015). Update on Fanconi syndrome and cystinuria. *Proceedings of the World Small Animal Veterinary Association Congress*.(15–18 May 2015). Bangkok, Thailand.

14. Bartges, J. W., Kirk, C., & Lane, I. F. (2004). Update: Management of calcium oxalate uroliths in dogs and cats. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 34 (4), 969–987. doi: 10.1016/j.cvsm.2004.03.011

15. Krombach, P., Wendt-Nordahl, G., & Knoll, T. (2011). Cystinuria and cystine stones. In: Rao, P. N., Preminger, G. M., & Kavanagh, J. P., (eds.). *Urinary Tract Stone Disease*. (pp. 207–215). London, UK: Springer.

16. Kopecny, L., Palm, C. A., Segev, G., & Westropp, J. L. (2021). Urolithiasis in dogs: Evaluation of trends in urolith composition and risk factors (2006-2018). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (3), 1406–1415. doi: 10.1111/jvim.16114

17. Queau, Y. (2019). Nutritional Management of Urolithiasis. *The Veterinary clinics of North America. Small Animal Practice*, 49 (2), 175–186. doi: 10.1016/j.cvsm.2018.10.004

18. Hunprasit, V., Pusoonthornthum, P., Koehler, L., & Lulich, J. P. (2019). Epidemiologic evaluation of feline urolithiasis in Thailand from 2010 to 2017. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 49 (1), 101–105.

19. Houston, D. M., Vanstone, N. P., Moore, A. E., Weese, H. E., & Weese, J. S. (2016). Evaluation of 21 426 feline bladder urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Centre (1998-2014). *The Canadian Veterinary Journal = La Revue Veterinaire Canadienne*, 57 (2), 196–201.

20. Weese, J. S., Blondeau, J., Boothe, D., Guardabassi, L. G., Gumley, N., Papich, M., Jessen, L. R., Lappin, M., Rankin, S., Westropp, J. L., & Sykes, J. (2019). International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID) guidelines for the diagnosis and management of bacterial urinary tract infections in dogs and cats. *Veterinary Journal (London, England: 1997)*, 247, 8–25. doi: 10.1016/j.tvjl.2019.02.008

21. Clarke, D. L. (2018). Feline ureteral obstructions Part 1: medical management. *The Journal of Small Animal Practice*, 59 (6), 324–333. doi: 10.1111/jsap.12844

Стаття надійшла до редакції: 20.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Бурцева Д. Д., Локес-Крупка Т. П., Кравченко С. О., Хоменко А. Н. Терапевтичне лікування котів за сечокам'яної хвороби. *Вісник ПДАА.* 2021. № 4. С. 227–232

© Бурцева Дар'я Дмитрівна, Локес-Крупка Терезія Петрівна, Кравченко Сергій Олександрович, Хоменко Анастасія Миколаївна, 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 636.8.09:616.8-009.26:615326-026.741(477.53) | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.31**

HAEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICES OF BLOOD IN CATS WITH FELINE PANLEUKOPENIA WHEN USING POLTAVA BISCHOFITE SOLUTION

O. B. Kyrychko[1*] ORCID 0000-0002-0769-0804
B. P. Kyrychko[1] ORCID 0000-0003-1463-5501
L. M. Sherstiuk[1] ORCID 0000-0003-0229-464X
A. M. Panova[2]

[1] Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] Veterinary clinic MAXVET, Heroes ATO Str., 71A, Poltava, 36000, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: kyrychko.elena@ukr.net

How to Cite

Kyrychko, O. B., Kyrychko, B. P., Sherstiuk, L. M., & Panova, A. M. (2021). Haematological and biochemical indices of blood in cats with feline panleukopenia when using Poltava bischofite solution. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 233–238. doi: 10.31210/visnyk2021.04.31

The haematological and biochemical indices of blood in cats with feline panleukopenia, age peculiarities of susceptibility to the disease and seasonality, schemes of physiological status restoration have been studied in the paper. The natural ecologically clean remedy i.e. Poltava bischofite solution (PBS) has been used for cats for the first time. The treatment of the control group animals included standard therapeutic pattern; the standard pattern for the cats of the 1st experimental group has been improved with antibacterial, vitamin and immunostimulating drugs, and the standard pattern of the 2nd experimental group has additionally included 2 % PBS at a dose of 1 ml/kg orally per 5 days. Before treatment and after recovery the animal's blood was drawn for hematological and biochemical analysis. Diagnostic studies of sick animals revealed the decrease of leukocytes, stab and segmented neutrophils, the increase of lymphocytes as well as ESR, the decrease in alkaline phosphatase, and the increase in ALT and AST. After recovery the number of leukocytes in the blood significantly ($p<0.05$) increased among all animal groups: control group – by 13.1 %, the 1st experimental group – by 54.4 %, the 2nd experimental group with the use of PBS – by 67.8 %. The percentage of stab neutrophils increases in cats of the control group by 3.75 times ($p<0.001$); 1st experimental group – 3.1 times ($p<0,001$); 2nd experimental group – 5.0 times ($p<0.001$), which is significantly higher ($p<0.01$) than in the control group by 66.7 %. The percentage of segmental neutrophils increases in control animals by 1.07 times; 1st experimental group – 1.38 times; 2nd experimental group – significantly ($p<0.05$) 1.51 times. The increase in the number of neutrophilic forms of granulocytes is compensated by a decrease in agranulocytes - lymphocytes and monocytes. In recovered animals of all groups there is a decrease in ESR. In cats of the 2nd experimental group with the use of PBS the number of erythrocytes increased by 32.2 %, which is 24.2 % higher than the control group, hemoglobin level by 19.3 %, which is higher than the control group by 17.3 %. Studies of blood biochemical parameters have shown that in animals of all groups after recovery total protein, alkaline phosphatase, ALT, AST, amylase, creatinine, urea and glucose are within normal limits. The liver intoxication indices were the lowest in the 2nd experimental group with the use of PBS while they were the highest of the control group. The proposed treatment methods of cats with feline panleukopenia have shown high efficiency, which was confirmed by hematological and biochemical studies of the physiological state of the organism. The best result has been shown by the treatment pattern with PBS.

Key words: *haematological and biochemical indices of blood, cats, panleukopenia, treatment, Poltava bischofite solution.*

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ХВОРИХ НА ПАНЛЕЙКОПЕНІЮ КОТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РОЗЧИНУ ПОЛТАВСЬКОГО БІШОФІТУ

***О. Б. Киричко*[1], *Б. П. Киричко*[1], *Л. М. Щерстюк*[1], *А. М. Панова*[2]**

[1] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
[2] Ветеринарна кініка MAXVET, м. Полтава, Україна

У роботі було вивчено гематологічні та біохімічні показники крові хворих на панлейкопенію котів, вікові особливості сприйнятливості до захворювання та сезонність, схеми відновлення фізіологічного статусу. Вперше котам був застосований природний екологічно чистий засіб розчин полтавського бішофіту (РПБ). Для лікування тваринам контрольної групи застосовували стандартну терапевтичну схему, котам дослідної групи 1 у стандартній схемі були удосконалені антибактеріальний, вітамінний та імуностимулюючий препарати, у дослідній групі 2 – до стандартної схеми додавали застосування 2 % РПБ у дозі 1 мл/кг всередину протягом 5 діб. До початку лікування та після видужування у тварин відбирали кров для проведення гематологічних та біохімічних досліджень. У хворих тварин спостерігали зниження кількості лейкоцитів, паличкоядерних та сегментноядерних нейтрофілів, підвищення кількості лімфоцитів, ШОЕ, зниження лужної фосфатази, підвищення АЛТ та АСТ. Після одужання у крові тварин всіх груп достовірно ($p<0,05$) зросла кількість лейкоцитів: контрольної групи – на 13,1 %, дослідної групи 1 – на 54,4 %, дослідної групи 2 з застосуванням РПБ – на 67,8 %. Відсоткова частка паличкоядерних нейтрофілів зростає у котів контрольної групи в 3,75 рази ($p<0,001$); дослідної групи 1 – в 3,1 рази ($p<0,001$); дослідної групи 2 – у 5,0 разів ($p<0,001$), що достовірно вище ($p<0,01$) за показник у контрольній групі на 66,7 %. Відсоткова частка сегментноядерних нейтрофілів зростає у контрольних тварин в 1,07 рази; дослідної групи 1 – в 1,38 рази; дослідної групи 2 – достовірно ($p<0,05$) в 1,51 рази. Спостерігається зниження ШОЕ. У котів при застосуванні РПБ підвищуються кількість еритроцитів та гемоглобіну. У тварин всіх груп, після одужання загальний білок, лужна фосфатаза, АЛТ, АСТ, амілаза, креатинін, сечовина та глюкоза знаходяться у межах норми. Найменшими показники інтоксикації печінки спостерігали при застосуванні РПБ. Запропоновані методи лікування котів за панлейкопенії дали високу ефективність лікування, що підтверджувалось гематологічними та біохімічними дослідженнями фізіологічного стану організму. Найкращий результат проявила схема лікування з використанням РПБ.

Ключові слова: *гематологічні та біохімічні показники крові, коти, панлейкопенія, лікування, розчин полтавського бішофіту.*

Вступ

Одне з перших місць серед інфекційних хвороб котів займає панлейкопенія (чума котів). Частіше вражаються молоді, рідше дорослі тварини. Масові захворювання тварин спостерігають, в основному, влітку і осені. Таку динаміку пов'язують з втратою у цей період колострального імунітету новим поколінням кошенят [5, 6, 14, 16]. Захворювання перебігає спорадично або у вигляді ензоотій. За данними багатьох авторів, смертність за гострого перебігу складає 25–75 %, а в кошенят – до 90 % [3–8, 10–16, 19–23].

Незважаючи на те, що панлейкопенія є дуже поширеної та небезпечною хворобою у котів, вона залишається відносно недослідженою [10, 11, 20–22]. Існує велика кількість публікацій, присвячених даній хворобі, але вони містять принципові розбіжності в описі як клінічної картини, так і патоморфології, деякі ланки патогенезу даної хвороби взагалі не висвітлені [8, 13, 19, 20]. Особливого значення набуває вивчення фізіологічних показників організму котів у період захворювання та після одужання.

На даний час розроблена специфічна профілактика панлейкопенії котів, але їх поголів'я повністю не щеплюється, у зв'язку з чим хвороба досить часто реєструється у багатьох країнах, в тому числі на території України [10–12, 15, 19–23].

Тому вивчення фізіологічного стану хворих на панлейкопенію котів, розробка найбільш прийнятних та ефективних методів лікування є актуальним питанням ветеринарної медицини.

Зважаючи на це, *метою* наших досліджень стало вивчення гематологічні та біохімічні показники крові хворих на панлейкопенію котів та розробка схеми відновлення їх фізіологічного статусу із застосуванням розчину полтавського бішофіту. Серед *завдань* досліджень: вивчення вікових особливостей сприйнятливості до захворювання, сезонність, визначення гематологічних та

біохімічних показників крові хворих на панлейкопенію котів розробка схеми лікування хворих на панлейкопенію котів, у тому числі із застосуванням РПБ та визначення їх ефективності.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися в період 2018–2019 років на базі ветеринарної клініки ПОДЛВМ Полтавської області м. Полтава.

Початком досліджень було вивчення ситуації щодо захворюваності, вікової та сезонної динаміки за панлейкопенії котів. Статистичну обробку даних здійснювали шляхом вивчення ветеринарної звітності та журналів обліку клініки ветеринарної медицини.

Для проведення досліджень за принципом аналогів було сформовано 3 групи тварин. У них відбирали кров для визначення гематологічних та біохімічних показників. Було розроблено схеми лікування тварин із комплексним підходом, який засновується на застосуванні дієто- та антибіотикотерапії, регідратації організму, стимуляції імунітету. Вперше котам був застосований природний екологічно чистий засіб розчин полтавського бішофіту (РПБ). Відомо, що він активує фактори неспецифічної та специфічної стійкості організму. Зокрема викликає стимуляцію гемопоезу, опсоно-фагоцитарної реакції нейтрофілів, підвищує кількість і активність Т- і В-лімфоцитів у периферійній крові та бактерицидної, лізоцимної і комплементарної активності сироватки крові, рівень альбумінів і γ-глобулінів в ній [2, 9, 18].

Тваринам контрольної групи (n=8) застосовували стандартну терапевтичну схему (енроксил, декса-кел, вітазал, максидін, анальгін, метаклопромід, ентеросгель, інфузійна терапія, дуфалайт), котам дослідної групи 1 (n=11) у стандартній схемі були удосконалені антибактеріальний (амоксицилін), вітамінний (аміновіт) та імуностимулюючий (імунофан) препарати. Всі препарати використовувалися згідно з інструкцією про застосування. У дослідній групі 2 (n=4) – до стандартної схеми додавали 2 % РПБ у дозі 1 мл/кг всередину протягом 5 діб.

До початку лікування та після одужання у тварин відбирали кров для проведення гематологічних та біохімічних досліджень. А саме визначали кількість лейкоцитів, еритроцитів, тромбоцитів, лейкограму, гематокрит, ШОЕ, рівень гемоглобіну, лужної фосфатази, АСТ, АЛТ, амілази, креатиніну, сечовини та глюкози загально прийнятими методиками [1, 12].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами моніторингу даних клініки захворювання займає друге місце серед інфекційних хвороб тварин. Найчастіше панлейкопенія реєструється серед котів у віці від шести місяців до одного року – 34 % випадків та віком від двох до п’яти років – 25 %. Рідше хворіли тварини віком від 2 до 6 місяців – 19,5 %. Ми спостерігали сезонність перебігу панлейкопенії котів. Частіше дане захворювання реєструвалося у весняно-літньо-осінній період, але пік припадає на літо.

Результати дослідження гематологічних показників хворих на пандейкопенію тварин наведені у таблиці 1.

1. Гематологічні показники хворих на пандейкопенію тварин, M±m

Показники	Дослідна група 1	Дослідна група 2	Контрольна група
Лейкоцити, Г/л	3,84±0,55	3,65±0,52	4,42±0,43
Еритроцити, Т/л	7,04±0,94	6,45±0,78	6,72±0,84
Гемоглобін, г/л	84,9±18,1	82,3±10,5	83,7±9,89
Гематокрит, %	44,5±5,50	43,1±5,23	41,3±4,79
Тромбоцити, Г/л	292,8±33,4	289,7±31,4	283,6±23,1
ШОЕ мм/год.	6,3±0,8	6,3±0,8	6,5±0,5
Лейкограма, %:			
Базофіли	0	0	0
Еозинофіли	7,9±0,5	7,3±0,5	9,8±0,6
Нейтрофіли			
Мієлоцити	0	0	0
Юні	0,8±0,1	0,4±0,1	0,6±0,1
Паличкоядерні	1,8±0,3	1,0±0,2	0,8±0,1
Сегментоядерні	34,4±4,22	33,7±4,1	34±3,9
Лімфоцити	52,2±5,4	52,3±5,6	52,3±5,6
Моноцити	5,0±0,2	4,8±0,2	3,6±0,2

При дослідженні крові хворих на панлейкопенію котів встановлено, що у тварин всіх груп спостерігається різке зниження загальної кількості лейкоцитів. Тобто спостерігається лейкопенія, що є характерною ознакою панлейкопенії котів. Знижуються відсоткові частки паличкоядерних і сегментоядерних нейтрофілів. Відсоткова частка лімфоцитів у крові хворих тварин підвищена, що пов'язано з компенсаторною реакцію організму та підтверджує вірусну етіологію захворювання.

Поряд з цим спостерігається пригнічення кровотворення, що проявляється у хворих тварин всіх груп зниженням кількості еритроцитів та рівнем гемоглобіну. Підвищується ШОЕ, що показує наявність запального процесу в організмі.

Результати дослідження біохімічних показників хворих на пандейкопенію тварин наведені у таблиці 2.

2. Біохімічні показники крові хворих на пандейкопенію тварин, M±m

Показники	Дослідна група 1	Дослідна група 2	Контрольна група
Загальний білок, г/л	74.96±4,16	72,67±1,65	76,56±4,30
Лужна фосфатаза, Од.	27,29±7,12	23,78±3,79	24,33±7,62
АЛТ, Од.	84, 68±8,97	73,30±6,74	89,29±13,09
АСТ, Од.	41,09±5,89	24,50±8,43	50,65±17,15
Амілаза, Од.	1432,47±143,45	1870±470,28	2067,14±192,82
Креатинін, мкмоль/л	79,22±11,05	106,33±22,18	130,39±7,47
Сечовина, ммоль/л	6,71±0,47	6,96±0,76	7,39±1,06
Глюкоза, ммоль/л	4,51±0,55	5,13±1,04	5,67±0,59

У хворих тварин всіх груп спостерігали зниження лужної фосфатази, підвищення АЛТ та АСТ, що вказує на наявність інтоксикації в організмі, навантаження на печінку та серцеву недостатність.

Отже, результати наших досліджень збігаються з даними літератури щодо підтвердження високої діагностичної цінності гематологічного дослідження при панлейкопенії котів [1, 6, 15, 17].

При застосуванні трьох схем лікування отримані наступні результати. Ефективність лікування тварин, яким застосовували стандартну терапевтичну схему, склала 75%, термін одужання – 6,5±0,35 доби; за вдосконаленої схеми – 90,9 %, час одужання – 8,4±0,21 доби; за стандартної терапевтичної схеми із додаванням РПБ – 100 %, у найкоротший термін – 5,0±0,28 діб.

Ефективність лікування підтверджувалось гематологічними та біохімічними дослідженнями фізіологічного стану організму.

Так у тварин всіх груп відновлювалась кількість лейкоцитів. У котів дослідної групи 1 достовірно зростає з 3,84±0,55 Г/л до 5,93±0,63 Г/л на 54,4 % ($p<0,05$). Різниця з кількістю показника тварин контрольної групи склала 18,6 %. У тварин дослідної групи 2 з 3,65±0,52 Г/л до 6,12±0,78 Г/л на 67,8 %, різниця достовірна ($p<0,05$). Різниця з кількістю показника тварин контрольної групи склала 22,4 %. Кількість лейкоцитів у крові тварин контрольної групи достовірно ($p<0,05$) зросло з 4,42±0,43 Г/л до 5,0±0,67 Г/л на 13,1 %.

Відсоткова частка паличкоядерних нейтрофілів зростає у котів контрольної групи з 0,8±0,1 % до 3,0±0,4 % в 3,75 рази. Різниця достовірна ($p<0,001$). У тварин дослідної групи 1 – з 1,8±0,3 % до 5,6±0,6 % в 3,1 рази ($p<0,001$). У котів дослідної групи 2 – з 1,0±0,2 % до 5,0±0,5 % в 5,0 разів ($p<0,001$), що вище за показник у контрольній групі в 1,67 рази ($p<0,01$).

Відсоткова частка сегментноядерних нейтрофілів зростає у контрольних тварин з 34±3,9% до 36,3±3,9% в 1,07 рази. У котів дослідної групи 1 – з 34,4±4,22% до 47,4±5,4% в 1,38 рази, що склало різницю з контрольною групою на 30,6% (в 1,31 рази). У тварин дослідної групи 2 – з 33,7±4,1% до 50,8±5,9% в 1,51 рази достовірно ($p<0,05$), що перевищувало даний показник у контрольній групі на 39,9% (в 1,39 рази) та дослідної групи 1 – на 7,17% (в 1, 07 рази).

Підвищення кількості нейтрофільних форм гранулоцитів компенсується зниженням агранулоцитів – лімфоцитів та моноцитів. Так відсоткова частка лімфоцитів зменшується у контрольних тварин з 52,3±5,6 % до 48,3±5,4 % в 1,08 рази. У котів дослідної групи 1 – з 52,2±5,4 % до 40,4±4,9 % у 1,29 разів, у тварин дослідної групи 2 – з 52,3±5,6 % до 39,6±4,7 % в 1,32 рази.

У тварин всіх груп спостерігається зниження показника ШОЕ. Так у контрольній групі з 6,5±0,5 мм/год. до 4,2±0,41 на 35,4 %. У дослідній групі 1 з 6,3±0,8 мм/год. до 4,5±0,43 мм/год. на 28,6 % та у котів дослідної групи 2 з 6,3±0,8 мм/год. до 3,9±0,73 мм/год. на 38,1 %, що перевищує рівень зниження ШОЕ у тварин контрольної та дослідної групи 1 на 7,1 % та 13,3 % відповідно.

Відновлення організму після хвороби та його фізіологічний статус показують і інші гематологічні та біохімічні показники крові. Так, у порівнянні з попереднім відбором крові кількість еритроцитів у тварин контрольної групи та дослідної групи 1 залишаються майже незмінні. У котів дослідної групи 2 з застосуванням РПБ кількість еритроцитів підвищується з 6,45±0,78 Т/л до 8,53±1,34 Т/л на 32,2 %, що на 24,2 % вища за показник контрольної групи.

У тварин дослідної групи 2 також зростає рівень гемоглобіну з 82,3±10,5 г/л до 98,2±17,5 г/л на 19,3 %, що вище рівня показника контрольної групи на 17,3 % та дослідної групи 1 на 5,6 %. У котів дослідної групи 1 рівень гемоглобіну зростає з 84,9±18,1 г/л до 93,1±13,8 г/л на 9,7 %, що вище показника тварин контрольної групи на 9,4 %, але він нижчий ніж у тварин дослідної групи 2 на 5,6 %.

Дослідження біохімічних показників крові показали, що у тварин всіх груп, після одужання загальний білок, лужна фосфатаза, АЛТ, АСТ, амілаза, креатинін, сечовина та глюкоза знаходяться у межах норми. У тому числі ті показники, що мали відхилення. Так показник лужної фосфатази у хворих тварин був зниженим і знаходився на рівні від 23,78±3,79 Од. до 27,29±7,12 Од. після одужання він досягає фізіологічної норми і знаходиться у межах від 44,95±6,29 Од. до 46.13±3,57 Од.

АЛТ та АСТ, що були підвищені у хворих тварин і знаходились на рівні від 84, 68±8,97 Од. до 89,29±13,09 Од. та від 41,09±5,89 Од. до 50,65±17,15 Од. відповідно, після одужання знижуються і знаходяться у межах норми на рівні від 52,00±13,11 Од. до 67,80±15,11 Од. та 19,85±1,97 Од. 26,78±11,32 Од. відповідно. Найменшими показники інтоксикації спостерігали у дослідній групі 2 при застосуванні РПБ, а найбільші у контрольній групі.

Висновки

Таким чином, панлейкопеня котів має широке розповсюдження, особливо у літній період, найбільш сприйнятливі до неї тварини шести місяців до одного року. У хворих тварин реєструється зниження загальної кількості лейкоцитів, паличкоядерних та сегментноядерних нейтрофілів, підвищення лімфоцитів, ШОЕ, зниження лужної фосфатази, підвищення АЛТ та АСТ. Запропоновані схеми лікування дали високу ефективність, яка підтверджувалось гематологічними та біохімічними дослідженнями фізіологічного стану організму. Найкращий результат проявила схема лікування з використанням РПБ (достовірно збільшується загальна кількість лейкоцитів, еритроцитів та гемоглобіну, зменшується ШОЕ, АСТ та АЛТ).

References

1. Bazhibina, E. B., & Korobov, A. V. (2005). Metodologicheskie osnovy ocenki kliniko-morfologicheskih pokazatelej krovi domashnih zhivotnyh. Moskva: Akvarium-Print [In Russian].

2. Berdnyk, V. P., Aranchii, S. V., Kyrychko, B. P., Berdnyk, I. Iu., Kyrychko, O. B., Titarenko, O. V., Kit, A. A., Rakovska, Yu. O., & Pasynoha, O. O. (2012). *Metodychni rekomendatsii shchodo zastosuvannia poltavskoho bishofitu u veterynarnyi medytsyni ta tvarynnytstvi*. Poltava [In Ukrainian].

3. Bessarabov, B. F., Vashutin, A. A., & Voronin, E. S. (2007) *Infektsiini khvoroby tvaryn*. Moskva: Kolos [In Ukrainian].

4. Bordiuhova, S. S. (2011). Dysbakteriozy u kotiv: diahnostyka ta rozrobka zasobu dlia likuvannia. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [In Ukrainian].

5. Borysevych, V. B., Halat, V. F., Kalynovskyi, H. M., Lytvyn, V. P., & Mazurkevych, A. I. (1996). *Khvoroby sobak i kishok*. Kyiv: Urozhais [In Ukrainian].

6. Halatiuk, O. Ie., Peredera, O. O., Lavrinenko, I. V., & Zhernosik, I. A. (2016). *Infektsiini khvoroby kotiv*. Zhytomyr: Polissia [In Ukrainian].

7. Halatiuk, O. Ye., & Radzykhovenyi, M. A. (2013). *Orhanizatsiia profilaktychnykh ta ozdorovchykh zakhodiv pry infektsiinykh khvorobakh tvaryn*. Zhytomyr: Ruta [In Ukrainian].

8. Ivanov, N. P., Turgenbaev, K. A., & Kozhaev, A. N. (2012). *Infekcionnye bolezni zhivotnyh. Tom 1: Obshaya epizootologiya*. Almaty: Kazahskij nacionalnyj agrarnyj universitet [In Russian].

9. 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*. Poltava [In Ukrainian].

10. Komarova G.V. (2005). *Bolezni koshek*. Moskva: AST-Stalker [In Russian].

11. Kone, M. S., Korchan, L. M., Petrenko, A. A., & Opryshko, A. L. (2014). Epizootic date of panleukopenia in cats and comparative evaluation of treatment schemes in LLC "Biocentr" Poltava city. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 55–57. doi: 10.31210/visnyk2014.01.14

12. Levchenko, V. I., Sokoliuk, V. M., & Bezukh, V. M. (2002). *Doslidzhennia krovi tvaryn ta klinichna interpretatsiia otrymanykh rezultativ*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

13. Lysova, V., & Esipenko, A. (2015). Pathoanatomical changes in cats at panleucopenia. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 17 (1), 79-83.

14. Sidorchuk, A. A., Voronin, E. S., & Glushkov, A. A. (2004). *Obshaya epizootologiya*. Moskva: Kolos [In Russian].

15. Starchenkov, S. V. (1999). *Bolezni melkix zhivotnyx: diagnostika, lechenie, profilaktika*. Sankt-Peterburg: Lan [In Russian].

16. Sulimov, A. A. (2004). *Virusnye bolezni koshe*k. Moskva: Kolos [In Russian].

17. Sulimov, A. A., Selivanov, A. V., & Gelman, B. G. (1997). Diagnostika i profilaktika panlejkopenii koshek. *Veterinariya*, 2, 59–61. [In Russian].

18. Titarenko, O. V. (2005) Poshyrennia, biolohichni vlastyvosti zbudnyka ta udoskonalennia profilaktyky salmonelozu svynei. *Extended abstract of candidate's thesis*. Poltava [In Ukrainian].

19. Battilani, M., Balboni, A., Ustulin, M., Giunti, M., Scagliarini, A., & Prosperi, S. (2011). Genetic complexity and multiple infections with more Parvovirus species in naturally infected cats. *Veterinary Research*, 42 (1), 43. doi: 10.1186/1297-9716-42-43

20. Sykes, J. E. (2014). Feline Panleukopenia Virus Infection and Other Viral Enteritides. *Canine and Feline Infectious Diseases*, 187–194. doi: 10.1016/b978-1-4377-0795-3.00019-3

21. Kruse, B. D., Unterer, S., Horlacher, K., Sauter-Louis, C., & Hartmann, K. (2010). Prognostic factors in cats with feline panleukopenia. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24 (6), 1271–1276. doi: 10.1111/j.1939-1676.2010.0604.x

22. Neuerer, F. F., Horlacher, K., Truyen, U., & Hartmann, K. (2008). Comparison of different in-house test systems to detect parvovirus in faeces of cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 10 (3), 247–251. doi: 10.1016/j.jfms.2007.12.001

23. Truyen, U., Addie, D., Belák, S., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Frymus, T., Gruffydd-Jones, T., Hartmann, K., Hosie, M. J., Lloret, A., Lutz, H., Marsilio, F., Pennisi, M. G., Radford, A. D., Thiry, E., & Horzinek, M. C. (2009). Feline panleukopenia. ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11 (7), 538–546. doi: 10.1016/j.jfms.2009.05.002

Стаття надійшла до редакції: 23.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Киричко О. Б., Киричко Б. П., Шерстюк Л. М., Панова А. М. Гематологічні та біохімічні показники крові хворих на панлейкопенію котів при застосуванні розчину полтавського бішофіту. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 233–238

© Киричко Олена Борисівна, Киричко Борис Павлович, Шерстюк Любов Миколаївна, Панова Анна Миколаївна, 2021

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

review article | UDC 615:849-008.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.32**

THE IMPACT OF CHRONICALLY LOW-DOSE IONIZING IRRADIATION ON THE IMMUNE SYSTEM, MECHANISMS OF NEUROENDOCRINE REGULATION AND CERTAIN BIOCHEMICAL INDICATORS IN ANIMALS UNDER THE CONDITIONS OF RADIATION CONTAMINATED AREAS OF UKRAINE

A. Kurman[1]* ORCID 0000-0002-7188-2659
L. Karisheva[1]* ORCID 0000-0002-0124-4774
O. Shcherbyna[3] ORCID 0000-0003-0310-9338
I. Chyzhevskyi[2]

[1] Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine
[2] State Specialized Enterprise "Ecocentre", 6, Shkilna Str, Chornobyl, Kiyv region, 07270, Ukraine
[3] Kherson State Agrarian and Economic University, 23, Stritenska Str., Kherson, 73006, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: andriy.kurman@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kurman, A., Karisheva, L., Shcherbyna, O., & Chyzhevskyi, I. (2021). The impact of chronically low-dose ionizing irradiation on the immune system, mechanisms of neuroendocrine regulation and certain biochemical indicators in animals under the conditions of radiation contaminated areas of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 239–248. doi: 10.31210/visnyk2021.04.32

The agrarian sector of Ukraine`s economy is quite confidently coming to the fore in the structure of the country`s export industries. If the economical and medical-biological situation of the society stabilize, undoubtedly, the agricultural production will be the moving force of Ukraine`s development. However, large areas of farm lands in some regions of Ukraine have significant residual radioactive pollution as a result of Chernobyl accident isotopes. The initial post-accident severity of the problem has largely been removed owing to the natural breakdown of active isotope nuclei. This made it important to redirect the efforts of radiobiologists from studying the patterns of disorders and pathologies under high radiation exposure with further development of methods and measures to combat destructive processes, to research and explain the organism response to harmful long-term low-intensity radiation effects on animals and humans. The scientific community has already created sufficiently extensive network of research centers solving low-dose radiation issues. They also have specialized information resources, such as the International Journal of Low Radiation. However, radiobiologists from Ukraine are not able to actively cooperate within this system due to insufficient state funding of research activities. Unfortunately, foreign scientists are not particularly interested in studying such objects as farm animals. Therefore, at present, the general array of experimental and monitoring results does not provide a sufficiently complete picture of the changes in the homeostasis of irradiated individuals. Generally, the available data show that under these circumstances, the occurring damages are related to the direct energy uptake in critical targets and indirect upsetting due to certain changes in physical, chemical and biochemical processes at the molecular-cellular level. In particular, there is an increase of lipid peroxidation and reduction of endogenous multicomponent antioxidant system activity. It has been found that during prolonged radiation exposure in small doses, the processes of hormonal homeostasis imbalance take place, which are associated with the imbalance in non-specific mechanisms of neuroendocrine adaptation process regulation. The main role in their implementation belongs to neurotransmitters, which, in addition to controlling the processes of excitation and inhibition of nerve cells, also control various mechanisms of the body, including the neuroendocrine system. These neurotransmitters are involved in regulating the secretion of hypothalamic factors and pituitary hormones. The studies of the

functional state of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical system with prolonged low dose radiation exposure have allowed to reveal its sensitivity to internal irradiation in small doses. Under the influence of long-term low-intensity irradiation factor in animals there are not only certain hormonal balance changes but there are also alterations in the immune system functioning. The formation of pathological changes in the concentration and distribution of biochemical compounds and metabolic processes also take place together with immunity reduction. Quantitative assessment of the biological effects of low-dose chronic irradiation of higher organisms remains one of the most controversial and unexplained problems in agricultural radiobiology.

Key words: *ionizing radiation, incorporated radionuclides, low-dose irradiation, farm animals, hormonal homeostasis, immunological changes, neurotransmitters, γ-aminobutyric acid, hormesis. α- and β-globulins, γ-globulin.*

ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО НИЗЬКОДОЗОВОГО ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ІМУННУ СИСТЕМУ, МЕХАНІЗМИ НЕЙРОЕНДОКРИННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ І ОКРЕМІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТВАРИН В УМОВАХ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНИХ УГІДЬ УКРАЇНИ

***А. Ф. Курман*[1], *Л. П. Каришева*[1], *О. В. Щербина*[3], *І. В. Чижевський*[2]**

[1] Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
[2] Державне спеціалізоване підприємство «Екоцентр», м. Чорнобиль, Україна
[3] Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон, Україна

Аграрний сектор економіки України все більш упевнено виходить на перші позиції в структурі експортних галузей держави. А за умови стабілізації економічного та медико-біологічного стану суспільства, аграрне виробництво, безумовно, стане рушієм розвитку України. Проте значні площі сільськогосподарських угідь в окремих областях України мають суттєве залишкове радіоактивне забруднення ізотопами Чорнобильського аварійного викиду. Початкова післяаварійна гострота проблеми в значній мірі наразі вже знята завдяки процесам природного розпаду ядер активних ізотопів. Це зробило актуальним перенаправлення зусиль дослідників-радіобіологів від вивчення закономірностей розвитку порушень та патологій при дії високих радіаційних навантажень з подальшою розробкою методів і заходів протидії деструктивним процесам, на спрямування їх уваги до дослідження і розшифровки особливостей реагування організму тварин і людей на шкідливі наслідки пролонгованих, довготривалих опромінень низької інтенсивності. Науковий загал вже створив доволі широку мережу дослідницьких осередків по вирішенню питань, пов'язаних із low-dose radiation, які мають і спеціалізовані інформаційні ресурси, як наприклад International Journal of Low Radiation. Проте активно співпрацювати в цій системі українські радіобіологи не в змозі, через недостатнє державне фінансування науково-дослідної діяльності. Нажаль закордонні вчені не виявляють особливої зацікавленості саме в дослідженнях такого об'єкту, як сільськогосподарські тварини. Тому на даний час загальний масив отриманих експериментальних та моніторингових результатів не дає достатньо повної картини змін гомеостазу опромінених особин. Загалом наявні дані свідчать про те, що за цих умов виникають ушкодження, пов'язані як із безпосереднім поглинанням енергії у критичних мішенях, так і з опосередкованими порушеннями, зумовленими певними змінами фізико-хімічних та біохімічних процесів на молекулярно-клітинному рівні. Зокрема, спостерігається посилення процесів перекисного окиснення ліпідів і зниження активності ендогенної багатокомпонентної антиоксидантної системи. З'ясовано, що при тривалому радіаційному впливі в малих дозах, відбуваються процеси розбалансування гормонального гомеостазу, які пов'язані з дисбалансом неспецифічних механізмів нейроендокринної регуляції адаптаційних процесів. Головна роль у їх реалізації належить нейромедіаторам, які, крім процесів гальмування і збудження нервових клітин, також контролюють різноманітні механізми функціонування організму, зокрема нейроендокринної системи, беруть участь у регуляції секреції гіпоталамічних факторів і тропних гормонів гіпофіза. Дослідження функціонального стану гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної системи за тривалої дії радіації у низьких дозах дозволили виявити її чутливість до внутрішнього опромінення у малих дозах. Під впливом довготривалого малоінтенсивного радіаційного фактору в організмі тварин виникають не тільки певні зміни у гормональному балансі, а й у функціонуванні імунної системи, формуванні патологічних змін концентрації і розподілу біохімічних сполук, перебігу метаболічних процесів та зниженні імунітету. Кількісне оцінювання біологічних ефектів за

низькодозового хронічного опромінення вищих організмів залишається однією з дискусійних і достеменно не з'ясованих проблем у сільськогосподарській радіобіології.

Ключові слова: *іонізуюче випромінення, інкорпоровані радіонукліди, низькодозове опромінення, сільськогоспродарські тварини, гормональний гомеостаз, імунологічні зміни, нейромедіатори, γ-аміномасляна кислота, гормезис, α- і β-глобуліни, γ-глобулін*

Вже більше 35 років відділяють сьогодення від найбільшої ядерної техногенної катастрофи на Землі. За результатами руйнування, через газохімічний вибух, четвертого реактора Чорнобильської атомної електростанції і пожежі активної зони з вигоранням і викидом радіоактивних ізотопів в атмосферу, значні площі сільськогосподарських угідь України виявилися забрудненими різним за щільністю та видами випромінення радіонуклідами. З плином часу, рівень випромінення від локальних і глобальних радіоактивних опадів, локалізованих як на ґрунті цих областей, так і в елементах біологічного трофічного ланцюга, в значній мірі знизився завдяки розпаду коротко- та середньоіснуючих ізотопів. Проте, за прогнозами провідних фахівців ядерної фізики, радіології та дозиметрії, біологічні та господарські наслідки аварії будуть відчуватися впродовж тривалого терміну близько 500 років [1].

Якщо на початкових етапах після аварії доволі істотний рівень опромінення призводив до помітних клініко-біохімічних змін в організмі тварин з окремими симптомами променевих уражень, то в подальшому реєстрація і інтерпретація отриманих даних обумовлювалися не лише специфікою паралельної дії інкорпорованих радіонуклідів та зовнішніх джерел випромінення, а й недостатньою вивченістю розвитку цих процесів за низьких рівнів іонізуючої радіації. Суттєве значення мала також відсутність єдиного критерію щодо діапазону малих доз, який, за даними різних авторів, коливається від 0,003 до 1 Гр і вище. Останнім часом у дослідників склалася відносно усталена думка, що верхня межа діапазону малих доз становить 0,2 Гр, а нижня межа великих доз – 1,0 Гр. Дози у проміжку 0,2–1,0 Гр часто називають проміжними або середніми, хоча таку точку зору поділяють далеко не всі радіобіологи [2–7].

Згодом було виявлено також біологічні ефекти іонізуючого випромінення субмалих доз, які характеризуються бімодальною залежністю [8]. Слід зазначити, що саме ці результати певною мірою пояснюють як гормезисні, так і ушкоджуючі ефекти радіації у діапазоні малих та субмалих доз [9].

Нині в районах, що віднесені до першої, другої і третьої зони за щільністю забруднення основні осциляції обмінних біохімічних процесів та морфо-функціональні зміни в організмі тварин відбуваються саме завдяки дії малих і субмалих поглинених доз іонізуючого випромінювання.

Тому все більшої ваги та актуальності набуває пошук відповідей на питання впливу саме малих доз іонізуючого випромінювання та рівнів інкорпорації радіонуклідів на стан і структуру захворюваності систем живого організму тобто в умовах хронічного опромінювання. Встановлено, що в першу чергу, дія цих факторів позначається на стані імунної та антиоксидантної систем провокуючи розвиток патології нирок [10].

Після доволі гострих дискусій науковців радіобіологія малих доз набула самостійного статусу [5] і продовжує розвиватися. Було окреслено ряд наукових питань [6, 11–14], відповіді на які дедалі частіше отримуються в результаті як експериментальних, так і клінічних досліджень. До таких питань можна віднести:

- нерівномірність залежності доза-ефект у діапазоні малих доз;
- підвищення (на одиницю поглинутої дози) ефективності опромінення зі зменшенням потужності дози;
- тропність інкорпорованих радіонуклідів, що зумовлює їх накопичення й формування поглинутої дози у певних органах;
- невизначеність меж стійкості біологічних систем за тривалої дії випромінення у малих дозах;
- індукцію нестабільності геному;
- синергічність та антагоністичність ефектів за сумісного впливу радіаційного та нерадіаційних факторів;
- адаптивну відповідь та її роль тощо.

Весь масив накопичених даних щодо механізму пролонгованої дії іонізуючого випромінювання у низьких дозах свідчить про те, що за цих умов виникають ушкодження, пов'язані як із безпосереднім поглинанням енергії у критичних мішенях, так і з опосередкованими порушеннями, зумовленими певними змінами фізико-хімічних та біохімічних процесів на молекулярно-клітинному рівні [5, 6, 11, 15].

Ці зміни призводять до посилення процесів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) і зниження активності ендогенної багатокомпонентної антиоксидантної системи (АО системи), інтенсифікації тканинного дихання та модифікації проникності плазматичних мембран (підвищення або зниження), порушення гормональної рівноваги [5, 8, 11–13, 16–18].

Тобто, в першу чергу, і найчастіше, порушується баланс імунної та нейроендокринної систем.

У координації пристосувальних реакцій, що виникають, домінуюча роль на рівні організму належить нейроендокринній системі, яка за допомоги гормонів здійснює зв'язок між клітинними мембранами і центральними механізмами регуляції адаптації [19–23]. Біологічна відповідь організму на радіаційний вплив не є суто специфічною. Аналогічні процеси спостерігаються також за дії стрес-факторів іншої природи.

Останнім часом з'явилися докази того, що у тварин за тривалої дії інкорпорованих радіонуклідів, на відміну від зовнішнього опромінення, зміни в концентраціях гормонів (кортикостерону та адреналіну) відрізняються від тих, які є характерними для стану класичного стресу [19, 22].

Слід зазначити, що отримати достатній статистичний матеріал, для формулювання достовірних висновків з даної проблематики, шляхом дослідження значного поголів'я сільськогосподарських тварин вкрай складно. Саме тому використання модельних лабораторних експериментальних тварин дає можливість відтворити реальні ситуації з варіативними рівнями зовнішнього радіаційного навантаження і різними сукупностями інкорпорованих радіонуклідів, як внутрішньої складової загального суміщеного опромінення. І отримані результати експериментів вважається коректним екстраполювати на великі тварини, з відповідними коефіцієнтами узгодження.

Окрім цього, значна частина науково-дослідних спостережень щодо проблем суміщеного впливу зовнішніх і внутрішніх джерел опромінення в низьких дозах було проведено радіобіологами – медиками в умовах людського соціуму. Враховуючи те, що окремі види сільськогосподарських тварин, такі, як свині, фізіологічно дуже схожі з функціонуванням організму людей, виявилося можливим, з урахуванням певних коефіцієнтів, екстраполювати отримані медиками дані на таких тварин.

Загальновизнаним фактом є те, що ендокринній системі, поряд із нервовою, належить чільна роль в адаптації організму до змін у навколишньому середовищі, зокрема й до дії радіаційних факторів.

Ранні дослідження в галузі радіаційної ендокринології розвивалися за двома напрямками: по-перше, вивчали характер реакцій ендокринних органів па опромінення і, по-друге, оцінювали роль окремих залоз внутрішньої секреції у патогенезі променевого синдрому. На цьому етапі було зроблено важливий висновок про те, що патогенетичне значення мають переважно ті ендокринні механізми, які задіяні у функціонуванні радіочутливих тканин, посилюючи їх ураження під дією іонізуючого випромінення, або сприяючи процесам відновлення. Дисгормональні порушення не виявляють прямої дозової залежності і мають низький рівень порогової дози (0,01–0,1 Гр). Вважають, що зміни в ендокринному статусі за умов дії малих доз іонізуючого випромінення виникають унаслідок непрямих опосередкованих механізмів, причому пусковим є пошкодження функції та структури надниркових, статевих і щитоподібної залоз [24].

У процесі вивчення ієрархічності радіочутливості різних ланок нейроендокринної системи встановлено, що перше місце тут посідають гіпоталамічні та екстрагіпоталамічні нейротрансмітери; друге – гіпоталамічні гормони, а далі – механізми секреції гормонів гіпофіза [25].

Порушення обміну медіаторів - це рання реакція на опромінення. Вони виникають унаслідок збудження периферичних і центральних відділів нервової системи, яка, за даними літератури [26], є дуже чутливою до дії іонізуючого випромінення. При цьому виявлено, що найбільшу чутливість до малих доз радіації виявляють нейрони, зокрема нейрональні мембрани [27, 28].

Слід зазначити, що у вивченні спрямованості радіобіологічних ефектів на стан ЦНС найбільш перспективним напрямком на цей час визнають нейрохімічні дослідження.

Відомо, що нервові клітини відносять до повільно проліферуючих тканин, для яких закономірним є поступове накопичення і довготривалість радіаційних порушень за умов хронічного опромінювання [29].

Тому зміни нейрональних механізмів можна спостерігати за порівняно низьких величин поглинутих доз – від 30 до 100 мГр [30, 31]. Згідно з результатами досліджень, в яких було проведено комплексне вивчення впливу внутрішнього опромінення щурів від радіоцезію протягом 9 місяців, вже за поглиненої дози 3 мГр у головному мозку спостерігалася низка структурно-метаболічних змін, які вказують на радіаційні ушкодження клітин; ступінь цих змін був неоднаковим у різних відділах головного мозку. Встановлено також, що до дії інкорпорованих радіонуклідів найбільшу чутливість проявляють такі структури клітини, як мітохондрії та синаптичні утворення нейронів [32].

Численні дослідження довели, що при тривалому радіаційному впливі в малих дозах, відбуваються процеси розбалансування гормонального гомеостазу, пов'язані з дисбалансом неспецифічних механізмів нейроендокринної регуляції адаптаційних процесів [32–34]. Головна роль у їх реалізації належить нейромедіаторам [35, 36], які, крім процесів гальмування і збудження нервових клітин, також контролюють різноманітні механізми функціонування організму, зокрема, нейроендокринної системи, беруть участь у регуляції секреції гіпоталамічних факторів і тропних гормонів гіпофіза [37].

Баланс вмісту нейромедіаторів у різних структурах є одним із важливих факторів забезпечення функціональної активності та інтегральної діяльності мозку в цілому. Доведено, що виникнення дисбалансу між системою основного гальмівного медіатора мозку – γ-аміномасляної кислоти та іншими системами нейромедіаторів може спричинити неврологічні розлади внаслідок змін мембранного транспорту в нервових клітинах, їхньої макромолекулярної взаємодії, регуляції активності синапсів тощо. Як відомо, γ-аміномасляна кислота бере участь у центральній регуляції багатьох фізіологічних функцій організму – терморегуляції, діяльності серцево-судинної, дихальної, вестибулярної, сенсорної систем, ряду нейроендокринних і медіаторних взаємодій, рефлекторної діяльності й вищих інтегративних функцій мозку. Визначено також важливу роль γ-аміномасляної кислоти у здійсненні екстрапірамідних функцій мозку, стресових реакцій, у механізмах аналгезії, контролю приймання їжі, звикання до різноманітних хімічних речовин, адаптації до гіпоксії, тощо [38].

Зміни активності ГАМК-ергічної системи мозку описано за дії зовнішнього опромінення у значних дозах [38, 39]. Деякі дослідники виявили активацію ГАМК-ергічної та опіоїдної систем мозку водночас зі зниженням рівня норадреналіну в мозку за опромінювання у дозовому інтервалі від 0,13 до 1,15 Гр. На думку авторів, ці зміни можуть бути хімічною основою формування дезадантаційного синдрому [35, 36].

Останнім часом стали відомі поодинокі дані щодо характеру радіаційно індукованих змін ГАМК-ергічної системи у структурах мозку експериментальних тварин у випадках тривалого надходження РН або одночасного внутрішнього та зовнішнього опромінення у малих дозах. Так, встановлено, що впродовж першого місяця в разі хронічного аліментарного надходження ^{137}Cs до організму щурів у кількості 600 Бк на добу та формування ПД 3 мГр вміст γ-аміномасляна кислотá у корі головного мозку зменшувався на тлі стабільної концентрації катехоламінів. У гіпоталамусі опромінених тварин зміни співвідношення медіаторів були протилежними.

У регуляції діяльності нейрофізіологічних процесів, а також багатьох найважливіших систем організму, велике значення має аденозин, який виконує у нервовій системі функції нейромедіатора і нейромодулятора [40]. З'ясовано, що аденозин пригнічує спонтанну і викликану електричною стимуляцією активність нервових клітин, змінює у мозку синтез циклічних аденозин- і гуанозинмонофосфату (цАМФ та цГМФ), гальмує виділення нервовими клітинами ряду нейротрансмітерів, бере участь у міжклітинних взаємодіях, служить універсальним регулятором, який здійснює, подібно до циклічних нуклеотидів і Ca^{2+}, контроль над функцією клітин не тільки нервової, ендокринної, а й багатьох інших систем [40].

Аденозинергічну систему розглядають як одну з внутрішньоклітинних стрес-лімітуючих [42]. Проте, в літературі не висвітлено характеру післярадіаційних зрушень обміну аденозину в мозку. Водночас дані щодо спрямованості виявлених радіаційно зумовлених змін активності ферменту синтезу аденозину 5'-нуклеотидази в інших тканинах [41, 42] дозволили авторам запропонувати використовувати визначення активності цього ферменту в мембранах як критерію чутливості органа до впливу радіації [43]. За думкою інших дослідників, 5'-нуклеотидазну активність можна вважати природним зондом, що характеризує структурні зміни мембранного матрикса від опромінювання [44].

Серед найважливіших у механізмі впливу радіації на організм сільськогосподарських тварин є реакції двох стрес-реалізуючих систем - гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної та симпато-адреналової. Променевий синдром протягом тривалого часу розвивається на тлі значного підвищення кількості катехоламінів і глюкокортикоїдів в організмі, причому викид катехоламіна у гуморальні середовища здійснюється в ранньому періоді після дії іонізуючого випромінення, а мобілізація глюко-кортикоїдів набуває розвитку повільніше, але значно довше [45]. За даними деяких дослідників, дія радіації у великих дозах пов'язана з прямим ефектом іонізуючих випромінювань на надниркові залози, а в малих - із порушеннями центральних регуляторних механізмів. Окрім того, кортикостероїди - кортизол і кортизон - мають чітко виражений вплив як на активно проліферуючі тканини (найбільш радіочутливі), так і на тканини з низьким рівнем проліферації [46].

У клінічних дослідженнях було встановлено, що активізація гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної системи за тотального опромінювання людини в низьких і високих дозах спостерігалася лише в другому випадку, причому підвищення секреції кортикотропін-рилізинг фактора, адренокортико-тропного гормону і кортизолу в крові співвідносять із зростанням рівня деяких цитокінів і простагландинів, які можуть бути посередниками впливу радіаційного випромінення на систему гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози [47]; через кілька років після такого впливу відзначалося зниження продукції адренокортикотропного гормону у гіпофізі [48].

Автори розглядають такі гормональні зміни, як свідчення компенсаторної напруги однієї з основних адаптаційних систем організму, спрямованої на безперервну й тривалу мобілізацію для компенсації потреби периферичних органів і тканин у глюкокортикоїдах, що призводить із часом до витрат резервів організму. Слід наголосити, що поглинута доза в проведених дослідженнях складали декілька грей, тому ці результати важко інтерпретувати в аспекті впливу іонізуючого випромінення у малих дозах.

Дослідження функціонального стану гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної системи за тривалої дії радіації у низьких дозах дозволили виявити її чутливість до внутрішнього опромінення у малих дозах [32]. Так, підвищення рівня адренокортико-тропного гормону і кортизолу встановлено у ліквідаторів аварії на ЧАЕС, які отримали дози від кількох до 25 бер, при цьому відповідь центральної та периферичної ланок гіпоталамо-гіпофізарно-адренокортикальної системи кількісно різнилася: рівень адренокортико-тропного гормону зростав у 3,6–6, а кортизолу – в 1,6–1,8 раза. Перебування в таких умовах понад два роки призводило до гіпореактивної відповіді надниркових залоз на введення екзогенного адренокортикотропного гормону на тлі нормальних значень концентрації кортизолу в крові, що свідчило про обмеження адаптаційних можливостей і зниження резистентності організму до стресорних факторів [34]. Є повідомлення про порушення балансу гормонів гіпофіза та ендокринних залоз, яке зафіксовано в організмі евакуйованих із зони аварії: за нормального вмісту кортизолу, тиреоїдних гормонів, фолікулостимулюючого гормону і адренокортикотропного гормону мало місце підвищення концентрації лютеїнізуючого гормону, пролактину і прогестерону [49].

В експериментальних дослідженнях динаміку реакції кори надниркових залоз у тварин на тривале зовнішнє опромінювання в невеликих дозах було охарактеризовано як багатофазну [35], що підтверджено гістологічними та морфологічними змінами [50]. У дослідах на норках, що утримувалися тривалий час (3 роки) у забрудненій зоні, встановлено, що підвищення накопиченої дози протягом усього періоду спостережень супроводжувалося зміною ультраструктури кортикотропних клітин в аденогіпофізі та адренокортикоцитів - у корі надниркових залоз. Морфологічні дані у тварин, які перебували 2–3 роки в цих умовах, свідчили про помірне зниження секреції адренокортикотропного гормону та виражене гальмування стероїдогенезу, що підтверджувалося спаданням концентрації кортизолу в крові [51]. Тоді як в особин, що опромінювалися менший строк (1–1,5 роки), спостерігали чітке зростання рівня цього гормону в крові та відповідні ультраструктурні зміни в клітинах.

Деякі автори висловлюють думку, що за тривалого надходження радіоцезію до організму щурів (поглинена доза на тіло за 18 міс. не перевищувала 30 мГр) морфофункціональні зміни в надниркових залозах можуть бути наслідком як пошкодження мембран та мікросудин, так і порушення регуляції їхньої функції з боку гіпоталамуса й гіпофіза [32].

Під впливом довготривалого мало інтенсивного радіаційного фактору в організмі тварин виникають не тільки певні зміни гормонального балансу, а й у функціонуванні імунної системи, формуванні патологічних змін концентрації і розподілу біохімічних сполук, перебігу метаболічних процесів та зниження імунітету [52]. Якщо підсумувати результати досліджень низки вчених за останні десятиріччя щодо фізіологічного стану організму, то спостерігаються наступні патології системи крові в результаті хронічної дії малих доз радіації: збільшення хромосомних пошкоджень у клітинах крові (лімфоцитах), підвищення аутоімунних реакцій, підвищення вмісту вільних радикалів (продуктів недоокислення органічних молекул), якісні відхилення у клітинах крові, порушення ліпідно-вуглеводного обміну. Якщо картина гострого та підгострого протікання променевої хвороби в людини та тварин вивчена досить детально, то наслідки пролонгованого внутрішнього опромінення знаходяться на стадії вивчення. Немає чіткого розмежування, які сумарні дози і в які інтервали часу слід вважати стимулюючими основні види обміну, а які носять депресивний характер.

Результати досліджень Джона Гофмана свідчать про відсутність безпечної дози опромінення. Навіть при малих дозах іонізуючого випромінення є ризик виникнення тяжких захворювань пропорційно дозі опромінення. Для територій впливу малих доз радіації на протязі тривалого часу існують інформативні показники підвищення захворюваності на онкопатологію (щитоподібної залози, лімфатичної та кровотворної систем), вроджені аномалії, хромосомні аберації, хвороби порушення обміну речовин та ендокринної системи [53].

Експериментальні дані свідчать, що пролонгована дія низьких доз випромінення на велику рогату худобу здатна викликати депресію кровотворення, частіше у виді пригнічення окремих ростків гемопоезу [54].

Збільшення лімфоїдних клітин в крові (лімфоцитоз) вказує на зниження ферментативних і окислювальних властивостей ретикулоендотеліальних клітин. Дослідженнями встановлено зниження відносної кількості Т-лімфоцитів, що свідчить про більш низьку активність клітинних факторів імунного захисту організму. Визначення білка і білкових фракцій в сироватці крові показали, що вміст загального білка коливався в межах фізіологічної норми. При цьому, середнє значення альбумінів досягало 40 %. Серед глобулінів найнижчим був відсоток γ-фракції. Низький процентний вміст γ-глобулінової фракції сироватки крові телят свідчить про понижений рівень гуморальних факторів імунітету за рахунок підвищеного вмісту α- і β-глобулінів.

Іонізуюче випромінювання діє на всі функціональні процеси в організмі, викликаючи у відповідь різні реакції, які будуть залежати від багатьох факторів [55]. У тварин, які довготривалий час знаходились на забрудненій радіонуклідами території, відмічали зниження вмісту гемоглобіну, збільшення еозинофільних клітин і лімфоцитів, наявність змін в ядрах лімфоцитів [56].

Окремі автори вказують, що телята, які народились від корів, що знаходяться на забруднених територіях, частіше народжувались з меншою вагою тіла. Пізніше у цих тварин частіше реєстрували функціональні розлади та патологічні процеси систем дихання, харчетравлення, імунітету і гемопоезу [54]. З іншого боку існують дані про встановлений ефект гермезису по відношенню до тварин.

Висновки

Проблеми впливу іонізуючого випромінювання на обмінні процеси, генетичний, нейрогуморальний, імунний статуси сільськогосподарських тварин в забруднених радіоактивними ізотопами сільськогосподарських угіддях окремих областей України будуть актуальними ще протягом десятиріч. Хоча на сучасному етапі реєструється значне зниження потужності іонізаційних полів завдяки процесам розпаду основних біологічно значимих небезпечних радіонуклідів – ^{137}Cs ^{90}Sr, які і становлять основну складову Чорнобильських забруднень. І, якщо механізми такого впливу і шляхи розвитку відповідних порушень та патологій при дії високих радіаційних навантажень в основному вже досить детально висвітлені численними дослідженнями українських і закордонних радіобіологів, то питання розуміння особливостей варіювання гормональних, генетичних, іммунологічних параметрів організму сільськогосподарських тварин, та і взагалі представників біоти, при експозиції протягом довгого часу низькодозовими променевими полями, ще не має цілісної і загальноприйнятої картини. Кількісне оцінювання біологічних ефектів за низькодозового хронічного опромінення вищих організмів залишається однією з дискусійних і достеменно не з'ясованих проблем у сільськогосподарській радіобіології та наразі знаходиться на стадії вивчення. На певному низькому рівні отримані дози опромінення мають стимулюючий характер, і на даний момент немає чіткого, загально визнаного, розмежування, які сумарні дози і в які інтервали часу слід вважати стимулюючими основні види обміну, а які вже носять депресивний, пригнічуючий характер.

Перспективи подальших досліджень полягають в опрацюванні більш широкого кола джерел спеціальної інформації та продовженні відповідних досліджень в напрямі low-dose radiation впливу за умови стабілізації економічного та військово-політичного стану нашої держави і більш тісній колаборації із європейськими та американськими науково-дослідними осередками радіобіологів.

References

1. Lihtarev, I. A., & Kogan, L. N. (1999). Dozy vnutrennego oblucheniya naselennya ot potrebleniya produktov pitannya, zagryaznennyh radionuklidami. In: V. G. Bebeshko & A. N. Kovalenko (reds.). *Medicinskie posledstviya Chernobylskoj katastrofy. Kn. 1. Epidemiologiya medicinskih posledstvij avarii na ChAES*. (S. 16–21). Kiev: Medekol MNIC BIO-EKOS [In Russian].

2. Dedov, I. I. Marova, E. N., & Rozhinskaya, L. Ya. (1995). Endokrinnye aspekty zdorovya uchastnikov likvidacii posledstvij avarii na ChAES. *Sbornik dokladov mezhdunarodnogo konsul'tativa soveshchaniya*. Moskva [In Russian].

3. Koterov, A. N. (2001). Raschet na osnove linejnoj ekstrapolyacii urovnej malyh doz radiacii, posle vozdejstviya kotoryh izmenenie biologicheskih pokazatelej ne vyhodit za predely pokazatelej normy. *Tezisy dokladov 4 sezda po radiacionnym issledovaniem*. Moskva [In Russian].

4. Matveev, L. V., & Rudik, A. P. (1990). *Pochti vse o yadernom reaktore*. Moskva: Energoatomizdat [In Russian].

5. Rudnev, M. I. (1999). Koncepciya mekhanizma biologicheskogo dejstviya malyh urovnej radiacii. In: V. G. Bebeshko & A. N. Kovalenko (reds.). *Medicinskie posledstviya Chernobylskoj katastrofy. Kn. 3. Radiobiologicheskie aspekty Chernobylskoj katastrofy*. (S. 5–9). Kiev: Medekol MNIC BIO-EKOS [In Russian].

6. Serkiz, Ya. I., Pinchuk, V. K., & Pinchuk, L. V. (1992). *Radiobiologicheskie aspekty avarii na Chernobylskoj AES*. Kyev: Naukova dumka [In Russian].

7. Sessiya (42) nauchnogo komiteta po dejstviyu atomnoj radiacii (NKDAR) OON (1994). *Medicinskaya Radiologiya i Radiacionnaya Bezopasnost*, 1, 58–62. [In Russian].

8. Burlakova, E. B. (1994). Effekt sverhmalyh doz. *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk*, 5, 425–431. [In Russian].

9. Ruda, V. P., & Kuzin, A. I. (1991). Yavlenie gormezisa – diametralno protivopolozhnogo otveta organizma na bolshie i malye dozy oblucheniya. *Radiobiologiya*, 31, 345–347. [In Russian].

10. Olejnik, S. A., Baraboj, V. A., & Hmelevskij, Yu. V. (1994). Kompensaciya antioksidantnoj nedostatochnosti kak faktor profilaktiki posledstvij dlitelnogo nizkointensivnogo oblucheniya. Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoj konferencii: *«Chernobyl i zdorove naseleniya»*, Kiev [In Russian].

11. Grodzinskij, D. M. (Red.). (1996). *Chernobyl: desyat let spustya. Medicinskie posledstviya radiacionnyh katastrof*. Kiev [In Russian].

12. Geras'kin, S. A. (2001). Zakonomernosti formirovaniya inducirovannyh nizkointensivnym oblucheniem zffektov u rastenij. *Tezisy dokladov 4 sezda po radiacionnym issledovaniem*. Moskva [In Russian].

13. Druzhina, M. O., Burlaka, A. Ya., & Moisieieva, Ya. Ya. (2001). Biohimichni porushennya ta yih korekciya v organizmi ssavciv, yaki zhivut u Chornobilskij zoni vidchuzhennya. In: V. G. Baryahtara (red.). *Chornobil. Zona vidchuzhennya: 36. naukovih prac NANU* (S. 521–525). Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].

14. Sidorchik, Ye. P., & Burlaka, A. P. (2001). Biofizichni harakteristiki poshkodzhennya klitin vnutrishnih organiv i krovi za umov ionizuvalnoï radiaciï vnaslidok avariï na ChAES. *Chornobil. Zona vidchuzhennya: 36. naukovih prac NANU* (S. 539–541). Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].

15. Burlakova, E. B., Goloshchapov, A. N., Zhizhina, G. P., & Konradov, A. A. (1999). Novie aspekti zakonomernostej dejstviya nizkointensivnogo oblucheniya v malyih dozah. *Radiologiya Radioekologiya*, 39 (1), 26–34. [In Russian].

16. Baraboj, V. A. (1995). Izmenenie biofizicheskih i biohimicheskih pokazatelej zhiznenno vazhnyh sistem organizma. In: V. G. Baryahtara (red.). *Chernobylskaya katastrofa.* Kyiv: Naukova dumka [In Russian].

17. Baraboj, V. A., Olijnik, S. A., & Hmelevskij, Yu. V. (1994). Prooksidantna lanka okislyuvalnogo gomeostazu za malih doz ionizuyuchoyi radiaciyi ta nizkoyi intensivnosti. *Ukrainskyi Biokhimichnyi Zhurnal*, 66 (5), 3–16. [In Ukrainian]

18. Palivoda, B. I., Konev, V. V., & Popov, G. A. (1990). Biofizicheskie aspekti porazhenij biomembran. Moskva: Energoatomizdat [In Russian].

19. Gorban, E. M. (1996). Endokrinna sistema v umovah diï nizkih doz ionizuyuchogo viprominennya. *Ukrainskyi Radiolohichnyi Zhurnal*, IV (1), 96–103. [In Ukrainian]

20. Dedov, V. I. (1992). Sovremennye problemy ocenki biologicheskogo dejstviya malyh doz ioniziruyushchej radiacii: reakcii i sostoyanie nejroendokrinnoj sistemy. *Problemy Radiatsiinoi Medytsyny*, 4, 140–143. [In Russian].

21. Tronko, N. D., Cheban, A. K., Olejnik, V. A., & Epshtejn, E. V. (1995). Klinicheskie aspekty Chernobnl'skoj katastrofy: endokrinnaya sistema. In: V. G. Baryahtara (red.). *Chernobylskaya katastrofa* (S. 454–456). Kyiv: Naukova dumka [In Russian].

22. Derevyanko, L. P., Rudnev, M. I., & Chebotarov, E. Yu. (2001). Stan endokrinnoyi sistemi za umov hronichnoyi diyi malih doz ionizuvalnogo viprominyuvannya ta koriguvannya viyavlenih porushen. *Chornobil. Zona vidchuzhennya: 36. naukovih prac NANU* (S. 449–470). Kyiv: Naukova dumka [In Ukrainian].

23. Porohnyak-Ganovskaya, L. A., Derevyanko, L. P., & Gorchakova, L. A. (1999). Vliyanie ioniziruyushchego izlucheniya na morfofunkcionalnoe sostoyanie endokrinnoj sistemy. In: V. G. Bebeshko & A. N. Kovalenko (reds.). *Medicinskie posledstviya Chernobylskoj katastrofy. Kn. 3. Radiobiologicheskie aspekty Chernobylskoj katastrofy*. (S. 34–53). Kiev: Medekol MNIC BIO-EKOS [In Russian]

24. Zhuravlev, V. F. (1990). Toksikologiya radioaktivnyh veshchestv. Moskva: Energoatomizdat [In Russian].

25. Jorgensen, E. V., Schwartz, I. D., Hvizdala, E., Barbosa, J., Phuphanich, S., Shulman, D. I., Root, A. W., Estrada, J., Hu, C. S., & Bercu, B. B. (1993). Neurotransmitter control of growth hormone secretion in children after cranial radiation therapy. *The Journal of Pediatric Endocrinology*, 6 (2), 131–142.

26. Nyagu, A. I., & Loganovskij, K. N. (1998). Nejropsihiatricheskie zffekti ioniziruyuicih izluchenij. Kyiv: NCRM AMNU [In Russian].

27. Rudnev, M. I. (1993). Radiochuvstvitelnost k dejstviyu nizkih urovnej radiacii. Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoj konferencii: *«Chernobyl i zdorove naseleniya»* [In Russian].

28. Ushakov, I. B., & Karpov, V. N. (1997). Mozg i radiaciya. Moskva [In Russian].

29. Nosov, A. T., Sutkovoj, D. A., Barabon, V. A., & Shamaev, M. I. (1994). Vliyanie malyh doz dlitel'nogo vnutrennego radiacionnogo vozdejstviya na ul'trastrukturu i intensivnost' perekisnogo okislennya lipidov v golovnom mozgu i krovi krys. *Radiologiya Radioekologiya*,34 (4-5), 631–638. [In Russian].

30. Ermakova, O. V. (1994). Kompensatornaya ginerplaziya kory nadpochechnikov u polevok iz rajonov radioaktivnogo zagryazneniya. *Chernobyl'-94. Itogi 8 let rabot po likvidacii posledstvij avarii na ChAZS*. Sbornik dokladov 4 mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii. Zelenij Mys [In Russian].

31. Wu, D. C., & Gong, Y. F. (1994). Current studies on biological effects of low level internal irradiation. *Chinese Medical Journal*, 107 (8), 610–614.

32. Hronichnij vpliv malih doz oprominennya na nervovu sistemu. In: Zozulia, Yu. P. (red.). (1998). *Eksperimental'ni doslidzhennya ta klinichni sposterezhennya.* Kyiv: Chornobil'interinform [In Ukrainian]

33. Lyasko, L. I., Sushkevich, G. N., & Cyb, A. F. (1994). Dinamika soderzhaniya gormonov gipofiza, nejropeptidov i nejromediatorov u likvidatorov posledstvij Chernobyl'skoj katastrofy. Popytka korrekcii hlorelloj E-25. *Medicinskaya Radiologiya i Radiacionnaya Bezopasnost*, 39 (4), 22–25. [In Russian].

34. Podpalov, V. Ya. (1994). Razvitie dezadaptacionnogo sindroma u naselennya, prozhivayushchego na zagryaznennyh radionuklidami territoriyah. *Zdravoohranenie Belarusi*, 5, 36–29. [In Russian].

35. Zajcev, V. A., Balakleevskij, V. G., & Petrenko, S. V. (1992). O funkcional'nom sostoyanii gipofizarno-kortikoadrenalovoj sistemy adaptacii detej Belarusi, zhivushchih v usloviyah dejstviya malyh doz radiacii posle avarii na ChAES. *Radiologiya,* 4, 483–487. [In Russian].

36. Mitryaeva, N. A., Iiihanova, M. A., & Gubskij, V. I. (1993). Nejromediatornye processi v strukturah golovnogo mozga posle vozdejstviya malyh doz ioniziruyushchej radiacii. *Tezisy dokladov radiobiologicheskogo sezda*. Kiev, 20-25 sentyabrya 1993. Pushchino: NC RAN. [In Russian].

37. Tuomisto, J., & Männistö, P. (1985). Neurotransmitter regulation of anterior pituitary hormones. *Pharmacological Reviews*, 37 (3), 249–332.

38. Raevskij, K. S., & Georgiev, V. P. (1986). Mediatornye amiiokislot'g. nejrofarmakologicheskie i nejrohimicheskie aspekty. Moskva: Medicina [In Russian].

39. Rozanov, V. A. (1989). Metabolicheskaya rol' GAMK-shunta v central'noj nervnoj sisteme pri zketremal'nnh sostoyaniyah. *Uspekhi Sovremennoj Biologii*, 107 (3), 375–390. [In Russian].

40. Eliseev, V. V., & Poltavchenko, E. M. (19910. Rol adenozina v regulyacii fiziologicheskih funkcij orgapizma. Moskva: Nauka [In Russian].

41. Bozhok, O. V., Glebova, L. N., Prokopenko, V. P., & Bezdrobnsh, Yu. V. (1993). Sravnenie vliyaniya bolshih i malyh doz ioniziruyushchego i neioniziruyushchego izlucheniya na aktivnost 5-nukleotidazy plazmaticheskih membran pecheni krys. *Tezisy dokladov radiobiologicheskogo sezda*. Kiev, 20-25 sentyabrya 1993. Pushchino: NC RAN. [In Russian].

42. Meerson, F. Z. (1984). Patogenez i preduprezhdenie stressornyh i ishemicheskih povrezhdenij serdca. Moskva: Medicina [In Russian].

43. Egutkin, G. E. (1993). Vliyanie odnokratnogo i hronicheskogo gamma-oblucheniya (1,0 Gr) na svojstva 5-nukleotidazy i strukturnoe sostoyanie plazmaticheskih membran zhirovoj tkani krys. *Tezisy dokladov radiobiologicheskogo sezda*. Kiev, 20-25 sentyabrya 1993. Pushchino: NC RAN [In Russian].

44. Derevyanko, L. P., Kovalenko, V. V., & Glebova, L. N. (1993). Vliyanie kombinirovannogo dejstviya gamma-izlucheniya na 5-nukleotidaznuyu aktivnost endokrinnyh organov *Tezisy dokladov radiobiologicheskogo sezda*. Kiev, 20-25 sentyabrya 1993. Pushchino: NC RAN [In Russian].

45. Dudina, T. V. (1984). Uroven kortikosterona na rannih i otdalennyh srokah pri vozdejstvii razlichnyh po fizicheskoj prirodo ioniziruyushchih izluchenij v malyh dozah. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kiev [In Russian].

46. Baraboj, V. A. (1995). Izmenenie biofizicheskih i biohimicheskih pokazatelej zhiznenno vazhnyh sistem organizma. In: Bar'yahtara, V. G. (red.) (1995). *Chernobyl'skaya katastrofa*. (263–267). Kiev: Naukova dumka [In Russian].

47. Kovalenko, A. N. (1995). Nestohasticheskie zffekty oblucheniya. In: Bar'yahtara, V. G. (red.) (1995). *Chernobyl'skaya katastrofa*. (434–436). Kiev: Naukova dumka [In Russian].

48. Girinsky, T. A., Pallardy, M., Comoy, E., Benassi, T., Roger, R., Ganem, G., Cosset, J. M., Socié, G., & Magdelenat, H. (1994). Peripheral blood corticotropin-releasing factor, adrenocorticotropic hormone and cytokine (interleukin beta, interleukin 6, tumor necrosis factor alpha) levels after high- and low-dose total-body irradiation in humans. *Radiation Research*, 139 (3), 360–363.

49. Kovalenko, A. N. (1995). Sostoyanie gormonal'nyh funkcij u rabotnikov lesnyh hozyajstv, prozhivayushchih v rajonah zhestkogo kontrolya. In: Bar'yahtara, V. G. (red.) (1995). *Chernobyl'skaya katastrofa*. (108). Kiev: Naukova dumka [In Russian].

50. Majdainik, V. G., Kuhta, N. N., & Solochik, N. V. (1993). Stan endokrinnoi sistemi u ditej z vegetativnimi disfunkciyami, evakujovanih iz zoni avarii na ChAES. *Chernobyl' i zdorov'e lyudej*. Tezisy nauchno-prakticheskoj konferencii. Kyev [In Ukrainian]

51. Moroz, B. B., & Kendish, I. N. (1975). *Radiobiologicheskij effekt i endokrinnye faktory*. Moskva: Atomizdat [In Russian].

52. Nikitenko, A. M., Kozak, M. V., Malina, V. V., & Tkachenko, T. P. (2001). *Ionizuyuchi viprominyuvannya ta korekciya prirodnoi rezistentnosti molodnyaka velikoi rogatoi hudoby*. Lviv: LA Piramida. [In Ukrainian]

53. Gofman, D. (1994). *Chernobyl'skaya avariya. Radiacionnye posledstviya dlya nastoyashchih i budushchih pokolenij*. Minsk: Vyshejshaya shkola. [In Russian].

54. Kushnir, S. L. (2000). Vpliv dovgotrivaloyi diyi malih doz niz'koyi intensivnosti radiaciyi na organizm velikoyi rogatoyi hudoby. *Suchasni problemi ekologiyi ta gigieni virobnictva produkciyi tvarinnictva*, 8 (1), 40–43. [In Ukrainian].

55. Bej, O. N., & Tolbatova, S. V. (2001). Suchasni problemi skotarstva ta shlyahi ïh virishennya v umovah radioaktivnogo zabrudnennya. *Visnik derzhavnoi ahroekolohichnoi akademii ukrainy*, 1, 54–56. [In Ukrainian]

56. Nalovina, O. E., Ostapchenko, L. I., & Dolishnyak, O. I. (1997). Radiochutlivist krovotvornoyi ta imunnoï sistem. *Ukrayins'kyy radiolohichnyy zhurnal*, V (3), 308–312. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 25.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Курман А. Ф., Каришева Л. П., Щербина О. В., Чижевський І. В. Вплив хронічного низькодозового іонізуючого опромінення на імунну систему, механізми нейроендокринної регуляції і окремі біохімічні показники тварин в умовах радіаційно забруднених угідь України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 239–248

© Курман Андрій Федорович, Каришева Людмила Павлівна, Щербина Олена Вікторівна, Чижевський Ігор Вікторович, 2021

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Technical sciences

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

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

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

original article | UDC 631.3 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.33**

EXPERIMENTAL RESEARCH RESULTS OF ENERGY-SAVING OPERATING MODE OF MECHANIZATION IMPLEMENT FOR BREAKING TREE BRANCHES

S. V. Lyashenko* ORCID 0000-0002-3227-3738
Y. V. Yatsenko
A. I. Lazorenko

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
* *Corresponding author*
E-mail: Lyashenko15@ukr.net

How to Cite

Lyashenko, S. V., Yatsenko, Y .V., & Lazorenko, A. I. (2021). Experimental research results of energy-saving operating mode of mechanization implement for breaking tree branches. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 249–258. doi: 10.31210/visnyk2021.04.33

Firewood raw material potential of Poltava region has been sharply decreasing during the recent years, and the search for alternatives induces house-owners to use wood waste. Waste-free technologies are much in demand. In this connection, the problem of utilizing fruit tree branches cut in orchards of personal peasants' farms has to be solved. The use of broken tree branches on private peasant farmsteads as crisis sustainable fuel material is an alternative source for heating premises. Therefore, the problem of developing the technology and mechanization implements for breaking tree branches to be used as fuel material is topical at present. As tree branch raw material leads to upsetting the position of cutting balance during loading into the crusher intake bin, it is necessary to study the operating mode parameters with this material more attentively. At such technological process of breaking, changing the angle between the axis of tree branch delivery and disk rotation axis results in cutting branches with increased energy consumption. To eliminate this drawback, it is necessary to use the loading tray containing the device, which limits the elevation angle of tree branches to the disk rotation axis. Thus, the experimental studies of energy-saving operating modes of mechanization implements for crushing tree branches is an important scientifically applied task of the present day in the field of technologies and means of agricultural production mechanization. The purpose of the work was to substantiate energy-saving operating mode of mechanization implement for breaking tree branches with the aim of making fuel material for personal peasant farmstead. The main tasks of this work were to choose the optimal operating modes and construction parameters for tree branch crusher. As a result of the conducted work, it has been found that the area of the crusher rational values, namely the angle of cutting tree branches at delivery is within 30,000′…41,025′, and the distance of knife lug from the disk plane is in the range of 0.005m…0.011m. Moreover, electric engine power consumption of domestic crusher will make W=1.29…1.83 kW//h, which is the optimal value.

Key words: *energy-saving operating mode, means of mechanization, technology, tree branch crusher, fuel material.*

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ЗАСОБУ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГІЛОК ДЕРЕВ

С. В. Ляшенко, Ю. В. Яценко, А. І. Лазоренко
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Сировинний потенціал дров Полтавщини за останні роки стрімко зменшується, а пошук альтернатив приводить до освоєння відходів дерев а саме використання гілок тому, подрібнений матеріал відноситься до кризо стійкого паливного матеріалу особливо для особистих селянських

господарств. Саме тому актуального значення набуває питання розробки технології та засобів механізації для подрібнення гілок дерев на паливний матеріал. Оскільки гілкова сировина під час завантаження в приймальний бункер подрібнювача призводить до порушення положення балансу різання, необхідно більш досконало дослідити режимні параметри роботи з таким матеріалом. При такому технологічному процесі подрібнення, зміна кута між віссю подачі гілок дерев і віссю обертання диска призводить до рубання гілок з підвищеними енергозатратами. Це негативне явище призводить до швидкого затуплення різальних ножів подрібнювача і, як наслідок, підвищення споживання електроенергії. Для усунення цього недоліку слід використовувати завантажувальні лотки, які в своїй конструкції містять пристрої, що обмежують кут нахилу гілок дерев до вісі обертання диска. Отже, експериментальні дослідження енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев є важливим науково-прикладним завданням сьогодення в галузі технологій та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. Метою роботи є обґрунтування енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев з метою виготовлення паливного матеріалу, в умовах особистого селянського господарства. Основними завданнями цієї роботи є вибір оптимального режиму роботи та конструктивних параметрів для подрібнювача гілок дерев. Для удосконалення математичної моделі були використані методи фізичного і математичного моделювання реального подрібнювача, та методи математичної статистики при опрацюванні та аналізі експериментальних даних. У результаті проведеної роботи було з'ясовано, що область раціональних значень подрібнювача, а саме кута різання гілок дерев при подачі знаходиться в межах 30000´…41025´ а відстань виступу ножів від площини диска в діапазоні 0,005м…0,011 м. При цьому споживання електроенергії електродвигуна побутового подрібнювача становитиме W=1,29…1,83 кВт/год, що є оптимальним значенням.

Ключові слова: *енергозберігаючий режим роботи, засіб механізації, технологія, подрібнювач гілок деревини, паливний матеріал.*

Вступ

Збільшення вартості природного газу в Україні, та на Полтавщині зокрема, за останні роки змусили власників особистих селянських господарств приймати зважені рішення в бік пошуку альтернативних джерел опалення приміщень. Тверде біопаливо відіграє істотну роль в енергозабезпеченні промислово розвинених країн: у США його частка становить близько 4 %, у Данії – 6 %, у Канаді – 7 %, в Австрії – 14 %, у Швеції – 16 % від загального споживання первинних енергоресурсів [1, 2]. В Україні проблема екологічної безпеки з кожним роком стає все більш актуальною, а безвідходні технології користуються попитом. До таких, зокрема, і належить проблема утилізації гілок плодових дерев зрізаних в садах особистих селянських господарств. Під час догляду за кроною плодових дерев з однієї сотки ущільнених садів щорічно зрізується від 0,25 до 0,65 тон деревини в залежності від віку дерев, виду підщепи, сорту, породи, схеми посадки, типу обрізки. Трудомісткість операцій по обрізці, збиранню та утилізації гілок складає близько 220 люд.-год/га за рік. Якщо обрізування гілок в особистому селянському господарстві виконують за звичай в ручну, то подальша утилізації їх зводиться до формування куп з подальшим їх спалюванням. Тому подрібнені гілки дерев відносяться до кризо стійкого паливного матеріалу, що постійно поновлюється.

Ефективність переробки гілок дерев в енергетичну продукцію досягається лише за раціональних параметрів технологічних процесів і засобів механізації, які її виконують. Науковці (Karwandy J., Campbell K., Yasenetskyi V., Krajnc M., Wegener J.) [3–7], що проводили дослідження технологічних процесів подрібнення відходів деревини, використовували, як правило машини для подрібнення промислового виробництва.

Метою роботи є провести експериментальні дослідження енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев, в умовах особистого селянського господарства.

Основними *завданнями* цієї роботи є вибір оптимального енергозберігаючого режиму роботи та раціональних конструктивних параметрів для засобу механізації, що використовується в технологічному процесі подрібнення гілок дерев, а також проаналізувати вплив кута різання гілок дерев при подачі та величину виступів ножів на споживання електроенергії електродвигуна побутового подрібнювача.

Матеріали і методи досліджень

Аналіз конструкцій засобів механізації для подрібнення гілок дерев показав, що існує три види різальної системи, яка є однією з найважливіших вузлів подрібнювача: дискова різальна система – із лезами загартованої сталі, які обертаючись подрібнюють гілки діаметром до 4 см. [8] (рис. 1).

Рис. 1. Дискова різальна система подрібнювача

Гвинтова різальна система – з гвинтовим різальним механізмом, який подрібнює гілки діаметром до 5 см, (рис. 2) [8].

Зазвичай корпус подрібнювача гілок зроблений розбірним, щоб полегшити доступ до ножової системі, яка вимагає періодичного обслуговування і загострення. Різальну систему можна з легкістю розібрати в домашніх умовах.

Рис. 2. Гвинтова різальна система подрібнювача

Фрезерна різальна система – з фрезерним барабаном, якими обладнані більш дорогі моделі подрібнювачів. Подрібнюють гілки діаметром до 6 см, працюють практично безшумно (рис. 3) [8].

Рис. 3. Фрезерна різальна система подрібнювача

Лезо дискової різальної системи, яке встановлено на дисковому ножі, закріплено двома гвинтами – при необхідності його можна зняти і підгострити. Робити це при необхідно періодично або в разі погіршення роботи подрібнювача після утворення сколів на ножах, які негативно впливають на якість різання [8]. Приймальний лоток подрібнювача призначений для завантаження матеріалу, який необхідно подрібнювати. Щоб матеріал було легше завантажувати, деякі моделі подрібнювачів роблять з похилою приймальною камерою. Вивантаження подрібненого матеріалу здійснюється через вихідний отвір. Деякі подрібнювачі обладнані контейнером для подрібненого матеріалу: Wolf-Garden SDL2500 EVO; Sadko GS 2800; AL-KO LH 2800 Easy Crush.

Колеса потрібні для зручності транспортування подрібнювача по ділянці. Подрібнювачі гілок бувають як з електричним, так і з бензиновим двигуном. Електричні мають потужність двигуна від 1,6 до 3 кВт і вони можуть подрібнювати гілки, діаметр яких не перевищує 5 см [8].

Відмінні риси електричних подрібнювачів: невеликий шум при роботі; відносно невелика ціна; простота обслуговування; потужні двигуни.

Аматорський клас подрібнювачів – до нього відносяться машини з потужністю двигуна не більше 2 кВт з ножовим різальним механізмом із загартованої сталі.Вага – 12…20 кг. Застосовуються вони, як правило, в невеликих селянських господарствах і молодих садах, де дерева і чагарники ще не дуже високі. Вони здатні подрібнювати грубу траву, гнилу деревину, тонкі сучки, але не справляються з гілками, діаметр яких перевищує 3 см. До даної серії відноситься подрібнювач гілок Gardena GH2500, (рис. 4) [8].

Рис. 4. Подрібнювач гілок Gardena GH2000 (аматорський клас)

До переваг даного класу подрібнювачів можна віднести: компактність конструкції; невелика вага; економічність; немає необхідності заправляти бензином. Але разом з тим вище згаданий клас подрібнювачів має і недоліки: необхідність приєднання до електромережі з використанням довгих кабелів живлення; обмежений діаметр завантажувальних гілок до 3 см.; не велика продуктивність.

Середній клас подрібнювачів – укомплектований двигунами, потужність яких становить від 2 до 2,5 кВт. Система ножів: сталевий валик зі спіральним різальним механізмом, а вага більше, ніж аматорського класу подрібнювачів, в межах 30 кг. Дані подрібнювачі добре справляються з подрібненням трави та гілок. Застосовуються як в невеликих, так і у великих за площею садках з дорослими деревами. Усі подрібнювачі даного класу обладнані функцією само затягування матеріалу і подрібнюють гілки діаметром до 3,5 см. Всі моделі обладнані спеціальними колесами для легкого пересування. До середнього класу відноситься подрібнювач гілок фірми Bosch модель AXT 25 NC [8] (рис. 5). До переваг даного класу подрібнювачів можна віднести: компактність конструкції; економічність; підвищену продуктивність; немає необхідності заправляти бензином.

Рис. 5. Подрібнювач гілок Bosch AXT 25 NC (середній клас)

Але разом з тим вище згаданий клас подрібнювачів має і недоліки: пластиковий корпус машини; необхідність приєднання до електромережі з використанням довгих кабелів живлення; обмежений діаметр завантажувальних гілок до 4 см. [8].

Професійний клас подрібнювачів гілок – представлений Українським виробником фірми ARPAL м. Вінниця, модель МБ-40БД, який обладнаний бензиновими двигунами Weima (Вейма) WM170F-2 потужністю 7 к.с. і має робочий об'єм 212.00 куб. см., розхід пального складає всього 400 г/год бензину А-92 (рис. 6) [9]. Продуктивність даного тріскоріза МБ-40БД складає максимально 1.5 куб. м., готової продукції за годину роботи.

Рис. 6. Подрібнювач гілок МБ-40БД, (професійний клас)

Тріскоріз МБ-40БД барабанного типу рубає гілки, лозу та інші деревні відходи на технологічну тріску розміром 4...40 мм. Максимальний діаметр гілок 40 мм в залежності від породи та вологості дерева. Готова тріска подається через вихідний розтруб під тиском. Тріскоріз обладнано колесами для зручності пересування обладнання по території. Основне застосування вони знайшли у великих присадибних господарствах і великих плодових садках з дорослими деревами. А також можуть використовуватися комунальними службами, яким доводиться проводити роботи з обрізки дерев в місті, по видаленню наслідків ураганів [9].

Перевагами конструкції є мобільність, використання власного двигуна. Основною відмінністю тріскоріза МБ-40БД є принцип його дії, робочим органом є барабан на якому розташовано 2 ножі на всю довжину барабана, барабан обертається зі швидкістю близько 3600 об/хв. Завдяки чому створюється необхідний тиск повітря для того щоб подати тріску по розтрубу вивантаження. До недоліків слід віднести високу вартість подрібнювача. Діаметр матеріалу, що завантажується у приймальний лоток не повинен перевищувати 40 мм. [9]

Отже, проаналізувавши конструктивні особливості трьох машин різного класу можна зробити висновок: конструкція подрібнювача гілок в умовах особистого селянського господарства повинна поєднувати у собі дисково-ножовий робочий орган, та мати привід від електродвигуна потужністю від 2 до 3 кВт.

Врахувавши усі переваги та усунувши недоліки проаналізованих конструкцій вище згаданих засобів механізації науковцями кафедри «Технології та засоби механізації аграрного виробництва» інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету був спроектований та запатентований малогабаритному подрібнювачі гілок деревини (рис. 7) [10–13].

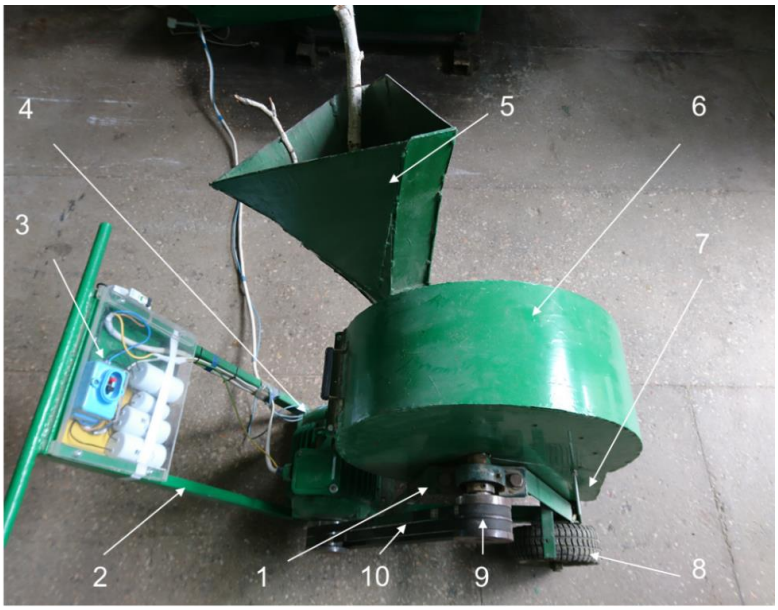
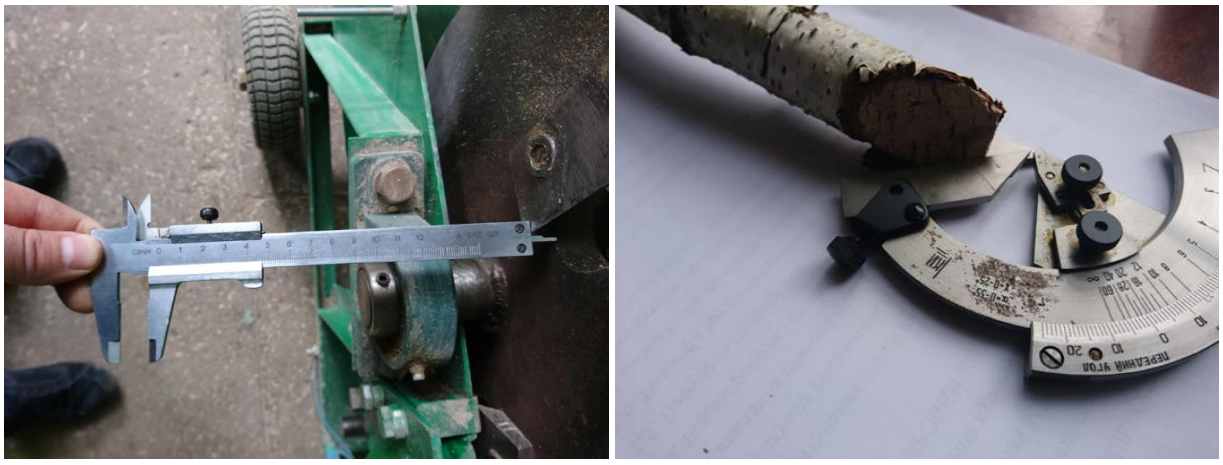


Рис. 7. Загальний вигляд розробленого подрібнювача гілок дерев

Позначення: 1 – опорна стійка; 2 – ручка переміщення подрібнювача; 3 – пульт керування; 4 – електродвигун; 5 – завантажувальний лоток; 6 – подрібнювальний барабан; 7 – вивантажувальний отвір; 8 – гумові колеса; 9 – ведений шків; 10 – клинопасова передача.

З аналізу теоретичних досліджень встановлено, що важливими факторами впливу на процес подрібнення гілок дерев, а саме на розмір подрібненого матеріалу є кут різання α гілок дерев і величина виступу ножів h, (рис. 8) [14].



а ***б***

Рис. 8. Фото визначення оптимальних значень параметрів впливу: а) вимірювання величини виступу ножів; б) вимірювання кута різання гілок деревини

В результаті досліджень пошуку значень оптимальних параметрів (кута різання гілок дерев при подачі та відстань виступу ножів від площини диска) та їх вплив на споживання електроенергії електродвигуна подрібнювача, та опрацювавши експериментальні дані (табл. 1.), було отримано рівняння регресії.

1. Статистичні показники споживання електроенергії

Умови експерименту				Результати експерименту				Результати розрахунків		
	$j=0$	$j=1$	$j=2$							
i	X_0	X_1	X_2	y'_{ei}	y''_{ei}	y'''_{ei}	y_{ei}	y'_{pi}	$y_{ei}-y'_{pi}$	$\Delta\%$
1	+1	-1	-1	1,29	1,32	1,28	1,30	1,29	0,01	0,77
2	+1	0	-1	1,36	1,38	1,40	1,38	1,39	0,01	0,72
3	+1	+1	-1	1,66	1,62	1,67	1,65	1,63	0,02	1,21
4	+1	-1	0	1,42	1,44	1,40	1,42	1,42	0	0
5	+1	0	0	1,60	1,60	1,57	1,59	1,62	0,03	1,85
6	+1	+1	0	1,97	1,94	1,94	1,95	1,94	0,01	0,51
7	+1	-1	+1	2,10	1,89	2,01	2,00	1,99	0,01	0,50
8	+1	0	+1	2,20	2,21	2,22	2,21	2,18	0,03	1,36
9	+1	+1	+1	3,01	3,00	2,99	3,00	3,02	0,02	0,67

Для визначення споживання електроенергії малогабаритним подрібнювачем гілок рівняння в кодованій формі матиме вигляд:

$$y = 1{,}5467 + 0{,}3138 \cdot X_1 + 0{,}4800 \cdot X_2 + 0{,}1600 \cdot X_1^2 + 0{,}1625 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0{,}2700 \cdot X_2^2, \quad (1)$$

де X_1 – параметр кута різання (кут подачі гілок у завантажувальний лоток) в кодованій формі, $X_1 = \dfrac{\alpha - 45}{15}$;

X_2 – параметр величини виступу ножів в кодованій формі, $X_2 = \dfrac{h - 0{,}015}{0{,}01}$.

Отримані рівняння досліджувались за допомогою програмного пакету Statistika [15]. Графічна інтерпретація та рівні регресії залежності споживання електроенергії подрібнювача гілок від кута різання та значення виступу ножів представлені на рис. 9 та рис. 10.

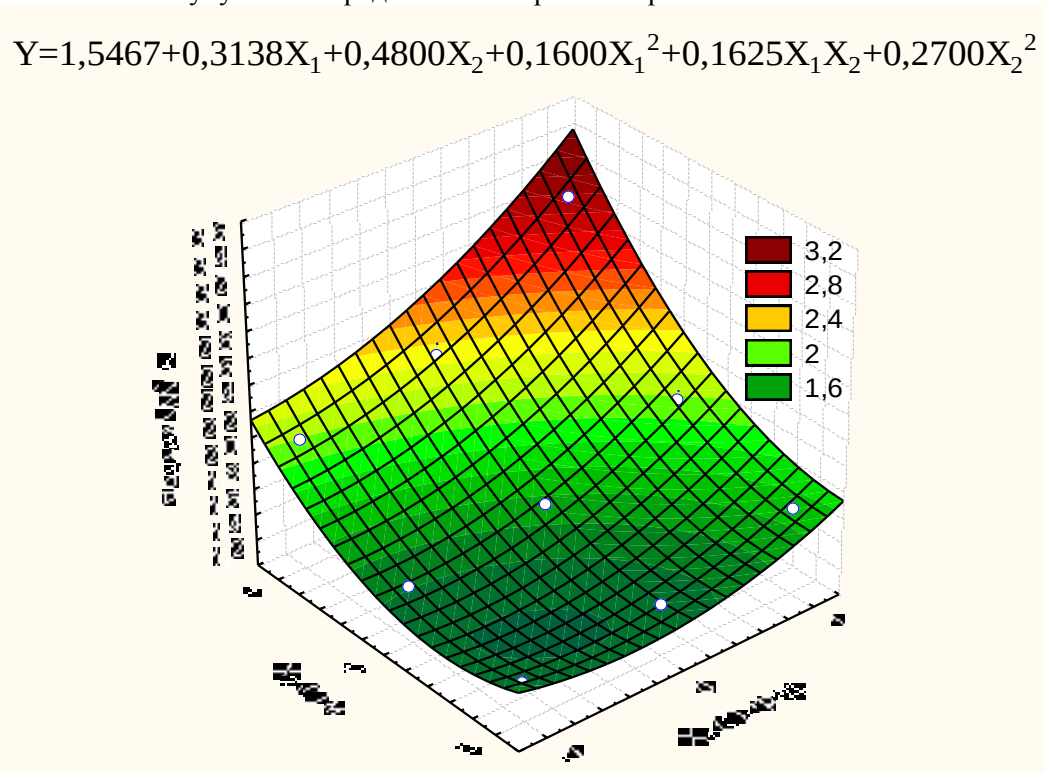


Рис. 9. Графічна інтерпретація залежності споживання електроенергії подрібнювача гілок $Y(W)$ ***від кута різання*** $X_1(a)$ ***та величини виступу ножів*** $X_2(h)$.

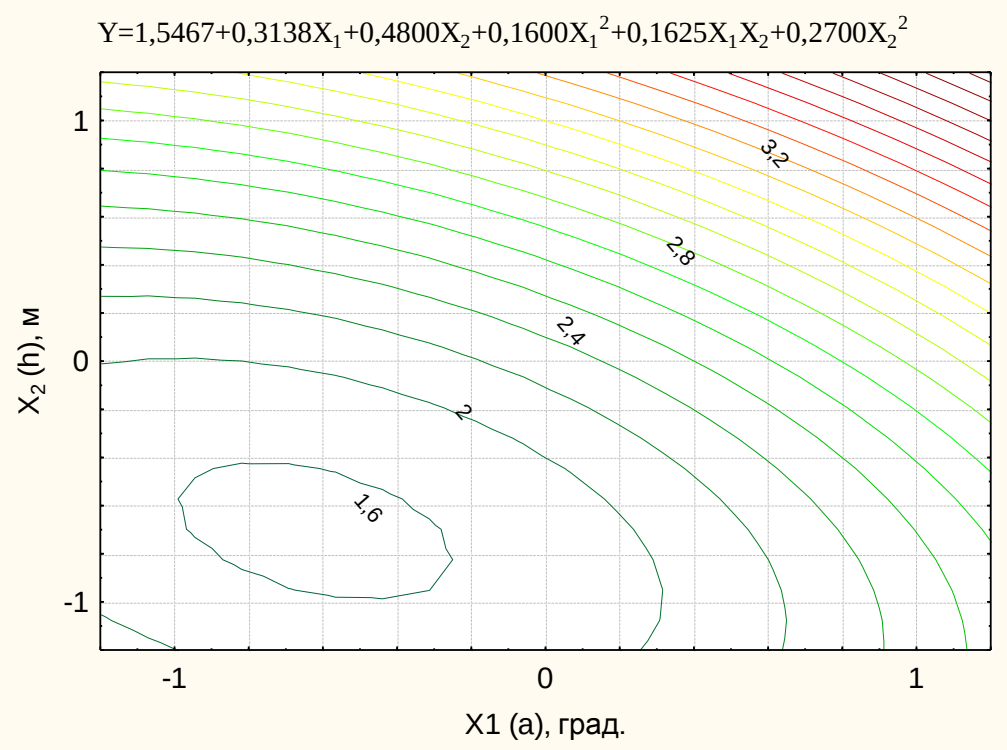


Рис. 10. Рівні регресії споживання електроенергії подрібнювача гілок

Як видно із рис. 10, кут різання (параметр α) має значний вплив на споживання електроенергії електродвигуном малогабаритного подрібнювача гілок. Із збільшенням кута різання енергоспоживання процесу подрібнення збільшується. Із збільшенням величини виступу ножів (параметр h) на дискові подрібнювача, споживання електроенергії теж збільшується.

Враховуючи методику експериментальних досліджень та отримані результати випробувань слід зазначити, що на зміну енергетичних показників машини під час подрібнення гілок дерев впливає їх вологість. Дослідження з подрібнення гілок дерев на паливний матеріал проводили з використанням гілок різної вологості в межах від 100 % (свіжоспиляна деревина) до 12 % (суха деревина) [16].

Після переходу від кодованих позначень параметрів до натуральних, отримали:

$$W = 0{,}3138 \cdot \alpha - 0{,}6167 \cdot h + 0{,}0244\alpha \cdot h + 0{,}1600 \cdot \alpha^2 + 0{,}2700 \cdot h^2 - 283{,}35, \qquad (2)$$

де α – кут різання (кут подачі гілок у завантажувальний лоток), $\alpha = 15 \cdot X_1 + 45$;

h – величини виступу ножів, $h = 0{,}01 \cdot X_2 + 0{,}015$.

Отримані рівняння досліджувались за допомогою програмного пакету Mathcad.

В результаті опрацювання графіків отримали, що при $\alpha = 30^0 00' ... 41^0 25'$, і $h = 0{,}005 ... 0{,}011 м$, енергоспоживання електродвигуна малогабаритного подрібнювача гілок дерев буде оптимальним та становитиме $W = 1{,}29 ... 1{,}83 кВт/год$.

Результати досліджень та їх обговорення

Якість роботи більшості засобів механізації безпосередньо залежить від налаштування оптимальних режимів їх роботи. На основі аналізу існуючих засобів механізації для енергозберігаючої технології подрібнення гілок дерев в умовах особистих селянських домогосподарств, параметром оптимізації обрано мінімальне споживання електродвигуном електроенергії. Одним із перспективних напрямків вирішення поставленої задачі є проведення експериментальних досліджень визначення енергозберігаючого режиму роботи подрібнювача та встановлення їх впливу на енергоспоживання в процесі подрібнення.

Для реалізації новітніх технологій енергоощадного подрібнення гілок дерев розробляються та впроваджуються засоби механізації нового покоління, що відрізняються від традиційних особливими конструкційними елементами, та можливістю, за рахунок налаштувань конструктивних параметрів, мінімізації енергоспоживання в процесі подрібнення гілок дерев [17].

Науковими дослідженнями доведено, що застосування регулювань величини виступу ножів в конструкції подрібнювача, дозволяє виконувати відрізання гілок дерев різної товщини на частинки однакового розміру по довжині, без збільшення енергоспоживання. А оптимальне встановлення кута різання (кут нахилу завантажувального лотка), оскільки гілкова сировина під час завантаження в приймальний лоток подрібнювача призводить до порушення положення балансу різання, в поєднанні з ефектом само затягування гілок, дозволяє зменшити трудозатрати. Усі вище перераховані удосконалення розробленого подрібнювача, підвищують його надійність в роботі та економічність, особливо це важливо в умовах особистого селянського господарства.

За даними [18], до засобів механізації для подрібнення гілок дерев невеликої потужності, що випускаються промисловістю України, можна віднести машини з приводом від 5 кВт. Аналіз проведених досліджень показав, що для особистих селянських господарств необхідно запропонувати подрібнювач з приводом потужністю до 5 кВт. (оптимальне співвідношення ціни та якості).

Найбільш перспективними засобами механізації для подрібнення гілок вважаються подрібнювачі з джерелом живлення двигуна від мережі 220 В. Відповідні переваги таких подрібнювачів полягають у тому, що вони найбільш оптимально пристосовані до умов особистого селянського господарства, малогабаритні, мобільні, доступні за ціною [19, 20].

Висновки

Порівняльний багатокритеріальний аналіз існуючих технологій подрібнення гілок плодових дерев, зрізаних під час догляду за їх кроною, свідчить про доцільність застосування технологічного процесу подрібнення гілок з подальшим їх використанням в якості паливного матеріалу. На основі проведених теоретичних досліджень, встановлено закономірність впливу на зниження енергоспоживання подрібнення гілок кута різання та величини виступу ножів від площини диску. На підставі експериментальних досліджень отримано рівняння регресії для одноротороного мобільного подрібнювача гілок, яке враховує залежності значення споживання електродвигуном електроенергії на сам процес подрібнення гілок від величини кута різання та значення виступу ножів за площину диска. Впровадження технології утилізації зрізаних гілок з використанням розробленого подрібнювача гілок дерев, дасть змогу зменшити витрати праці в 1,4 рази, отримати більше паливного матеріалу в 2,6 рази та знизити приведені експлуатаційні витрати в 1,9 рази порівняно з існуючою технологією, яка передбачає спалювання гілок деревини. Запропонована технологія утилізації зрізаних гілок, дозволить виключити забруднення навколишнього середовища і додатково використати подрібнену деревину як органічне добриво або мульчу. Встановлено, що середня довжина частинки подрібнених гілок дерев, що задовольняє технічні вимоги роботи котлів, в загальній вазі подрібненого матеріалу становить близько 87 % розміром по довжині від 3,15 мм до 67,5 мм. Отже, подрібнений матеріал можна віднести за стандартом класифікації до класу P100CEN/TS 14961:2005. Використання оптимальних значень параметрів налаштування машини для подрібнення призведе до сортування гілок за їх діаметром. Такі дослідження будуть перспективними тому, що зростає попит на універсальні машини з можливістю їх налаштування під окремі види гілкової сировини для подрібнення, а їх експлуатація вимагає теоретичного підґрунтя.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на те, що удосконалення подрібнювачів не припиняється в жодному разі, теоретичні дослідження їх енергозберігаючих режимів роботи будуть мати продовження. Засоби механізації для подрібнення стають все складнішими, у своїй роботі вони поєднують все більше операцій (різання, подрібнення, просіювання і т д.), тому вивчення їх можливостей до застосування в різних сферах господарювання і в домогосподарствах зокрема є складною практичною задачею, яка потребує нестандартних підходів і оригінальних рішень.

References

1. Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: a global review of solid waste management*. Washington: World Bank.

2. Hamelinck, C. N., Suurs, R. A. A., & Faaij, A. P. C. (2005). International bioenergy transport costs and energy balance. *Biomass and Bioenergy*, 29 (2), 114–134. doi: 10.1016/j.biombioe.2005.04.002

3. Karwandy, J. (2007). Pellet production from sawmill residue: a Saskatchewan perspective. *Forest Development Fund Project 2006-29*. Retrived from: https://inis.iaea.org/search/searchsinglerecord.aspx?recordsFor=SingleRecord&RN=39034546

4. Campbell, K. (2007). A Feasibility Study Guide for an Agricultural Biomass Pellet Company. Retrived from: http://www.canadiancleanpowercoalition.com/files/6212/8330/1259/BM12%20-%202007-11%20Feasibility%20Pelleting.pdf

5. Yasenetskyi, V. (2017). Equipment for chopping of groundwood pulp. *Proposal*, 2, 178–180.

6. Krajnc, M., & Dolšak, B. (2014). The influence of drum chipper configuration on the quality of wood chips. *Biomass and Bioenergy*, 64, 133–139. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.03.011

7. Wegener, J. K., Frerichs, L., Kemper, S., & Sümening, F. (2015). Wood chippi ng with conical helical blades – Practical experiments concerning the impact of the infeed angle on the power requirement of a helical chipper. *Biomass and Bioenergy*, 80, 173–178. doi: 10.1016/j.biombioe.2015.04.037

8. TOP 15: reitynh luchshykh yzmelchytelei vetok. *Internet- mahazyn s torhom*. Retrived from: https://storgom.ua/novosti/top-15-luchshih-izmelchitelej-vetok.html [In Russian].

9. Shcheporiz MB-40BD. *"Arpal"*. Retrived from: https://arpal.ua/ua/mb-40bd/p237

10. Liashenko, S. V. (2017). Investigation of the formation of the harvest and the quality of fruit of grapes with different methods of pruning the vine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 6–10. doi: 10.31210/visnyk2017.03.01

11. Liashenko, S., Sakalo, V., Minkova, O., & Kalinichenko, A. (2019). Justification of Construction Parameters of the Screen in the Small-Sized Household Biomass Chopper. *2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*. doi:10.1109/mees.2019.8896664

12. Liashenko, S. V., Sakalo, V. M., Kalinichenko, A. V., Zaporozhets, Yu. V., & Ivanov, O. M. (2019). *Patent Ukrainy № 135923*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti – Ukrpatent [In Ukrainian].

13. Skyba, V. H., & Skyba, V. V. (2018). *Patent Ukrainy № 125969*. Kyiv: Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti – Ukrpatent [In Ukrainian].

14. Glebov, I. T. (1975). *Rezanie drevesiny: uchebnoe posobie*. Ekaterinburg: Uralskij gosudarstvennyj. Lesotehnicheskij universitet [In Russian].

15. *Prikladnaya statistika. Pravila proverki soglasiya opitnogo raspredeleniya s teoreticheskim GOST-P. 606-74. Vveden 01.03.2080.* (1980). Moskva: Izdatelstvo standartov [In Russian].

16. Facello, A., Cavallo, E., Magagnotti, N., Paletto, G., & Spinelli, R. (2013). The effect of chipper cut length on wood fuel processing performance. *Fuel Processing Technology*, 116, 228–233. doi: 10.1016/j.fuproc.2013.07.002

17. Reznik, N. E. (1975). *Teoriya rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushih preparatov*. Moskva: Mashinostroenie [In Russian].

18. Pichler, P., Springer, S., & Leitner, M. (2018). Evaluation of wood cutting forces in dry and wet conditions by small-scale chipping tests applying different analysis methods. *Wood Material Science & Engineering*, 14 (3), 185–190. doi: 10.1080/17480272.2018.1458749

19. Spinelli, R., Magagnotti, N., Paletto, G., & Preti, C. (2011). Determining the impact of some wood characteristics on the performance of a mobile chipper. *Silva Fennica*, 45 (1), 85–95. doi: 10.14214/sf.33.

20. Yasenetskyi, V. (2017). Obladnannia dlia podribnennia derevnoi masy. *Propozytsiia*, 2, 178–180. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 15.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко С. В., Яценко Ю. В., Лазоренко А. І. Результати експериментальних досліджень енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 249–258.

© Ляшенко Сергій Васильович, Яценко Юрій Васильович, Лазоренко Андрій Ігорович, 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 631.171 | **doi: 10.31210/visnyk2021.04.34**

STUDY OF THE PROCESS OF CRUSHING STEM WEIGHT

O. V. Saichuk[1] ORCID 0000-0001-5118-838X
V. K. Avetisyan[1] ORCID 0000-0002-7013-2880
N. M. Kolpachenko[1] ORCID 0000-0001-8294-5785
V. L. Manilo[1] ORCID 0000-0003-1279-0903
O. I. Bilovod[2*] ORCID 0000-0003-3470-0091
V. V. Dudnyk[2] ORCID 0000-0002-6553-2951

[1] Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, 44, Alchevskih str., Kharkiv, 61002, Ukraine
[2] Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorodi str., Poltava, 36003, Ukraine
**Corresponding author*
E-mail: oleksandra.bilovod@pdaa.edu.ua

How to Cite

Saichuk, O. V., Avetisyan, V. K., Kolpachenko, N. M., Manilo, V. L., Bilovod, O. I., & Dudnyk, V. V. (2021). Study of the process of crushing stem weight. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 259–267. doi: 10.31210/visnyk2021.04.34

The article substantiates and reveals the solution of the problem of preserving the sharpness of the cutting edges of knives during the grinding of the stem mass of cereals. It was found that taking into account the ratio obtained in the work, it is possible to perform numerical calculations of the effect of compression layer thickness on the thickness of the cutting edge of the knife, if you set a certain value h and known properties of the material to be cut (τ, σ). An expression is obtained that allows to analyze the dependence of the blade sharpness, taking into account the design features of real knives (radius of curvature). These calculations depend on the height of the compression layer (for h=const) and the height of the source layer (for h_{st}=const), or on both parameters of the height of the layer with a known relationship between them. The study found that the formula derived by V. P. Goryachkin, for reasons of minimum energy consumption for cutting, although it does not take into account the geometry of the cutting edge, still allows you to determine the optimal angle of sharpening knife, if you set its thickness and width of the cutting edge. Graphs for calculations of the optimal thickness of the cutting edge under the condition of n-fold compression of the layer at the time of cutting are proposed. The dependences for calculating the influence of the thickness of the crushed stem mass on the thickness of the cutting edge of the knife, as well as a reasonable angle of sharpening of the knife, which provides a minimum cutting force. The proposed calculations and recommendations on the selected research topic should be used when using existing structures and designing new elements of combine harvesters for crushing the stem mass of cereals. The results of the study should be implemented in the educational process in the preparation of graduates of specialties 208 Agricultural Engineering and 133 Industrial Engineering.

Key words: *cutting, stem mass, compression ratio, cutting edge thickness, sharpening angle.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЮВАННЯ СТЕБЛОВОЇ МАСИ

О. В. Сайчук[1], ***В. К. Аветісян***[1], ***Н. М. Колпаченко***[1], ***В. Л. Маніло***[1], ***О. І. Біловод***[2], ***В. В. Дудник***[2]
[1] Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків, Україна
[2] Полтавський державний аграрний університет, м Полтава, Україна

У статті обґрунтовано та розкрито вирішення проблеми збереження гостроти ріжучих крайок ножів під час подрібнювання стеблової маси зернових культур. З'ясовано, що з урахуванням

отриманого в роботі співвідношення, можна провести чисельні розрахунки впливу товщини шару стиснення на товщину ріжучої крайки ножа, якщо задати певну величину h і відомі властивості матеріалу, який ріжуть (τ, σ). Отримано вираз, що дозволяє проаналізувати залежність гостроти леза, з урахуванням конструктивних особливостей реальних ножів (радіуса заокруглення). Дані розрахунки залежать, як від висоти шару стиснення (при h=const), так і від висоти вихідного шару (при $h_{ст} = const$), або від обох параметрів висоти шару при відомій залежності між ними. В дослідженні з'ясовано що, формула виведена В. П. Горячкіним, з міркувань мінімальних витрат енергії на різання, хоча й не враховує геометрію ріжучої крайки, все-таки дозволяє визначити оптимальний кут заточення ножа, якщо задати його товщину й ширину ріжучої крайки. Запропоновано графіки для розрахунків оптимальної товщини ріжучої крайки за умови n-кратного стиснення шару в момент розрізання. Отримані залежності для розрахунку впливу товщини подрібнюваної стеблової маси на товщину ріжучої крайки ножа, а також обґрунтований кут заточування ножа, який забезпечує мінімальне зусилля різання. Пропоновані розрахунки та рекомендації з обраної тематики дослідження доцільно застосовувати при використанні існуючих конструкцій та проектуванні нових елементів зернозбиральних комбайнів для подрібнення стеблової маси зернових культур. Результати проведеного дослідження доцільно впроваджувати в навчальний процес при підготовці здобувачів вищої освіти спеціальностей 208 Агроінженерія та 133 Галузеве машинобудування.

Ключові слова: *різання, стеблова маса, коефіцієнт стиснення, товщина ріжучої крайки, кут заточення.*

Вступ

Основною функцією багатьох робочих органів сільськогосподарських машин є подрібнювання різного біологічного матеріалу або ґрунту (розбивання, роздавлювання, розривання, зрізання тощо). При цьому якість подрібнювання залежить від стабільності форми, розмірів і стану робочої поверхні цієї деталі в процесі експлуатації. Не є тут виключенням і ножі подрібнювача–розкидувача соломи (ПРС) зернозбирального комбайна (ЗК). Причому, найпоширенішим, практично найбільш важливим та важко розв'язним є завдання збереження гостроти ріжучих крайок ножів [1–4], тому що затуплення лез і/або згладжування вістря, в остаточному підсумку, викликає підвищення енерговитрат на подрібнювання [5].

Дане явище пояснюється фізико–механічними властивостями та формою поперечного перерізу матеріалу, що подрібнюється [6–10]. Отже для забезпечення ефективності та зниження енерговитрат на різання необхідно пов'язувати, як конструктивні параметри подрібнювача [11–12] так і фізико–механічні та структурні властивості матеріалу сировини [13–14].

В дослідженні [1, 15] виявлені причини, зони та характер змін стану ножів у вузлі соломорізки при їх виготовленні та експлуатації, але не згадується вплив кута заточки леза, на якість різання.

Автор [16], пропонує збільшити робочий ресурс леза без перезаточування армуванням його сормайтом (наплавленням), що підвищить термін служби, але даний процес є економічно не вигідним.

Метою цієї роботи є обґрунтування та вирішення проблеми збереження гостроти ріжучих крайок ножів під час подрібнювання стеблової маси зернових сільськогосподарських культур.

Матеріали та методи досліджень

Аналіз публікацій процесу подрібнювання стеблової маси дає змогу визначити наступні напрямки дослідження:

- отримати залежності для розрахунку впливу товщини подрібнюваної стеблової маси на товщину ріжучої крайки ножа;
- обґрунтувати кут заточування ножа, який забезпечить мінімальне зусилля різання.

Методи досліджень спираються на методологічні основи розрахунків експериментальних даних, а також сстатистичну обробку отриманих даних за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з технічними вимогами, ресурс оригінальних ножів ПРС становить 60–80 га/ніж (фірми MWS), залежно від марки і завантаження ЗК, типу культури, що вбирається, вологості купи та ін.

Відомо, що подрібнювання стеблової маси в більшості випадків здійснюється різанням [6, 17–18]. Згідно з теорією В. П. Горячкина [19], повна робота $A_{повн}$, затрачувана на різання, є результатом витрат енергії на стиск продукту лезом ножа $A_{ст}$ і на корисну роботу $A_к$:

$$A_{повн} = A_{ст} + A_к, \quad (1)$$

де $A_{ст}$ – енергія, витрачена на стиск продукту лезом ножа, Дж;

$A_к$ – енергія, витрачена на корисну роботу, Дж.

Якщо прийняти лезо ножа прямокутної форми, то згідно з рис. 1 рівності, що становлять (1), при різанні шару матеріалу, можуть бути представлені в такий спосіб.

Робота на стиск визначається по формулі:

$$A_{ст} = l\delta\sigma h_{ст}, \quad (2)$$

де l – довжина шару матеріалу уздовж леза ножа, м;

δ – задана товщина ріжучої крайки ножа, м;

σ – допустиме напруження на стиск, Па;

$h_{ст}$ – висота шару стиснення, м.

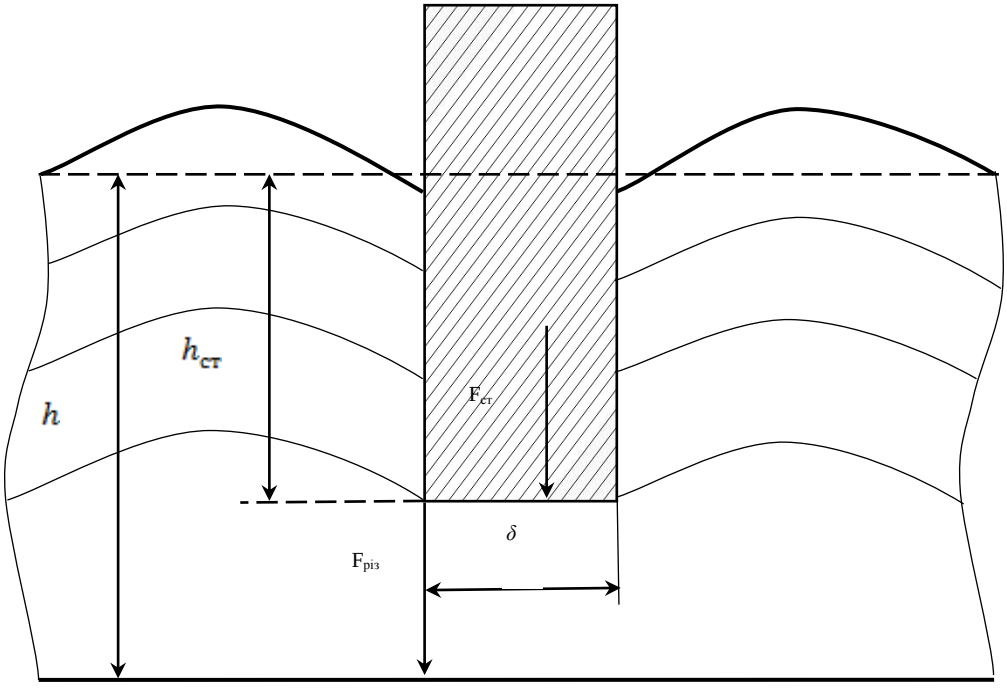


Рис. 1. Розрахункова схема процесу різання:

h – початкова висота шару, м; $h_{ст}$ – висота шару стиснення, м; δ – товщина леза ножа, м; l – довжина шару матеріалу уздовж леза ножа, м; $F_{різ}$ – нормально спрямована сила різання, Н

Корисна робота на різання може бути визначена:

$$\tau A_п = l(h - h_{ст})\tau(h - h_{ст}), \quad (3)$$

де τ – допустиме напруження на зріз, Па;

h – початкова висота шару, м.

Тоді повна робота, з урахуванням рівнянь (2), (3) буде рівна:

$$A_{повн} = l\delta\sigma h_{ст} + (h - h_{ст})^2\tau, \quad (4)$$

Будемо вважати, що оптимальні умови різання формуються при прагненні до мінімуму повної роботи, витраченої на різання. Тоді, беручи до уваги, що витрати енергії при різанні шару реального

матеріалу (що стискається) будуть залежати від ступеня стиснення матеріалу, яку будемо характеризувати висотою стисненого шару – $h_{ст}$, то теоретичний мінімум для $A_{повн}$ визначається за похідною цієї величини по $h_{ст}$, (5). За умови, що $h = const$, властивості матеріалу і параметри ножа при різанні також не змінюються, і після відомих перетворень одержимо:

$$\frac{\partial A_{повн}}{\partial h_{ст}}, \tag{5}$$

$$l\delta\sigma - 2l(h - h_{ст})\tau = 0. \tag{6}$$

Перетворюючи далі вираження (6), одержуємо умову вибору оптимальної товщини леза ножа [20].

$$\delta = 2(h - h_{ст})\frac{\tau}{\sigma}, \tag{7}$$

Остаточно, з урахуванням отриманого співвідношення (7), можна провести чисельні розрахунки впливу товщини шару стиснення на товщину ріжучої крайки ножа, якщо задати певну величину h і відомі властивості матеріалу, який ріжуть (τ, σ).

Приймаючи в якості матеріалу, який ріжуть, солому ярової пшениці та враховуючи її властивості (τ=26 МПа; σ=290 МПа), після підстановки в (7) і перетворення одержимо:

$$\delta = \left(2h - \frac{2h \cdot h_{ст}}{h}\right)\frac{\tau}{\sigma},$$

$$\delta = \frac{2h\tau}{\sigma} - \frac{2h\tau h_{ст}}{\sigma h},$$

$$\delta = \frac{2\tau}{\sigma} + \frac{2h\tau}{\sigma},$$

$$\delta = -0{,}17h_{ст} + 0{,}17h. \tag{8}$$

Отримане вираження дозволяє проаналізувати залежність гостроти леза (радіуса заокруглення) як від висоти шару стиснення (при $h = const$), так і від висоти вихідного шару (при $h_{ст} = const$), або від обох параметрів висоти шару при відомій залежності між ними.

Виходячи з конструктивних особливостей ПРС, параметрів ножа, а також розмірів одиничного елементу шару незернової частини купи (одиничне стебло рослини) можна задати граничні обґрунтовані значення висоти вихідного шару: h=2; 25; 100 мм. Тут, значенню h=2 мм відповідає середній діаметр (товщина) одиничного стебла рослини (солома ярової пшениці), значенню h=100 мм – максимальна висота шару незернової частини купи, що надходить із верхнього щитка ПРС (при його роботі в режимі подрібнювання) без перевантаження ротора, а значення h=25 мм прийняте для роботи ПРС із четвертним завантаженням від максимального.

З технологічних міркувань і існуючої конструкції ножа ПРС комбайнів найбільш просто забезпечувати товщину їх леза 100 мкм і більше.

Використання формули (8), отриманої виходячи із закону збереження енергії і за умови мінімальної роботи, затрачуваної на розрізування шару, дає адекватні результати тільки для тонких шарів матеріалу (2 мм і менше), які в реальних ПРС не реалізуються. Очевидно, це зв'язано зі складною будовою реального шару незернової частини купи, що надходить на подрібнювання, одиничний розрізаємий об’єм якого одночасно складається з безлічі одиничних стебел, з різною просторовою орієнтацією, складним характером їх упакування і різною формою порожнеч, заповнених повітрям.

Одним з найбільш важливих факторів, що обумовлюють відносне збільшення роботи попереднього стиснення зі зростанням товщини шару рослинної маси, є збільшення роботи, що витрачається на подолання в шарі внутрішнього тертя. Це добре видно при розгляді схеми процесу ущільнення шару маси з товстостеблової культури (рис. 2).

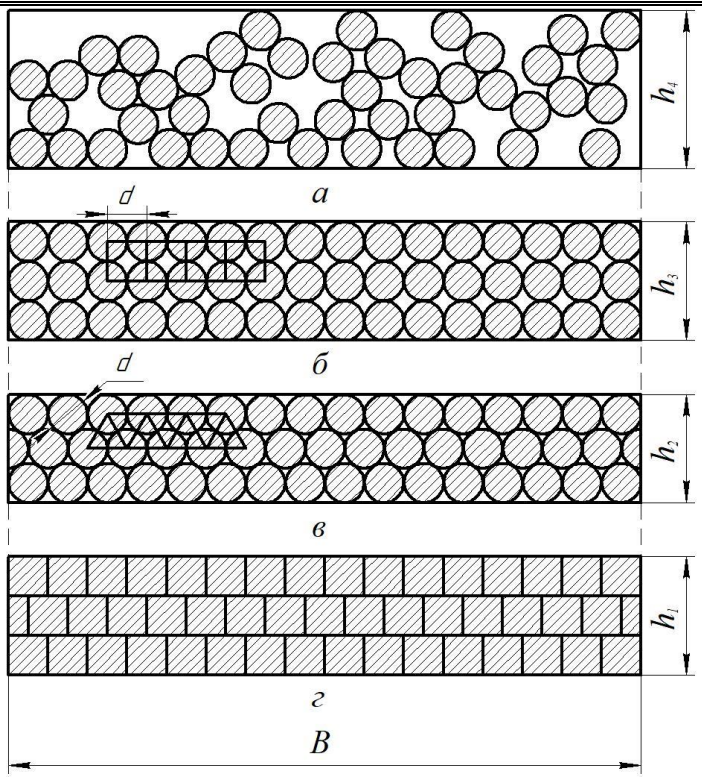


Рис. 2. Схема процесу ущільнення шару рослинної маси, що складається з товстостеблових культур

Розгляд почнемо в напрямку короткої сторони камери *h*. У перший момент ущільнення перетину стебел діаметром *d* розташовані в шарі, обмеженому камерою зі сторонами *B* та h_4, нерівномірно (рис. 2 *а*). У загальному випадку щільність шару ρ може ρ характеризуватися відношенням сумарної площі перетину тканини стебел $F_{ст}$ до площі камери $F_к = Bh$.

За своїм значенням ρ може бути прийнятий за коефіцієнт ущільнення шару.

Процес ущільнення шару і зміна коефіцієнта його ущільнення можна схематично розділити на чотири характерні фази. У фазі *а*, коли в перетині шару є значна незаповнена площа, коефіцієнт ущільнення для стебел з однаковим діаметром *d* можна легко визначити з геометричних співвідношень.

При розташуванні центрів перетинів стебел у вершинах кутів квадратів (фаза *б*) коефіцієнт ущільнення ρ дорівнює відношенню площі перетину стебла $\frac{\pi d^2}{4}$ до площі квадрата зі стороною, рівною діаметру стебла, тобто

$$\rho_1 = \frac{\pi d^2}{4};\ d^2 = \frac{\pi}{4} = 0{,}785. \tag{9}$$

Коли центри перетинів стебел розташовані у вершинах кутів рівносторонніх трикутників (фаза *б*), коефіцієнт ущільнення ρ виразиться як відношення площі перетину стебла, укладеної в трикутнику, до площі трикутника зі стороною рівною діаметру стебла, тобто

$$\rho_2 = \frac{\pi d^2}{8} \approx 0{,}91. \tag{10}$$

У фазі *б* утворення ущільненого шару переважає ущільнення з коефіцієнтом ρ_1 і, у меншій мірі, з коефіцієнтом ρ_2. Тому що в цій стадії все–таки є незаповнені простори, загальний коефіцієнт ущільнення складе ρ=0,6÷0,7.

Фаза *в* ущільнення шару характеризується переважним розміщенням стебел з коефіцієнтом ущільнення ρ_2=0,91, тому загальний коефіцієнт ущільнення шару вже складе ρ=0,7÷0,8.

У всіх трьох розглянутих фазах шар маси ущільнюється головним чином за рахунок заповнення порожнеч у його перетині, тобто за рахунок переміщення стебел і деякої їхньої деформації. У фазі *г* ущільнення шару відбувається, головним чином, за рахунок деформації стебел; коефіцієнт ущільнення при цьому досягає ρ=0,9÷0,95.

При розглянутій зміні коефіцієнта ущільнення міняється тільки товщина шару h, ширина його *B* залишається постійною. Товщина шару пов'язана з коефіцієнтом ущільнення залежністю

$$h = k\frac{F_{ст}}{B_\rho}, \tag{11}$$

де k – коефіцієнт, що залежить від деформації стебел при ущільненні.

Різання, вочевидь, починається при високих значеннях коефіцієнта ρ, досягнення яких, як виявляється з розгляду схеми ущільнення, зв'язане зі значними взаємними переміщеннями елементів маси і таким їхнім розташуванням відносно один одного, при якому площа незаповнених проміжків у перетині камери буде найменшою. Взаємні переміщення елементів маси супроводжуються їхнім взаємним тертям і деформацією, які споживають значну частину енергії попереднього стиснення і зростають зі збільшенням шляху стиснення. У цьому полягає першочергова причина збільшення роботи $A_{ст}$ з ростом *h* шару.

Розрізання такого шару, мабуть, буде відбуватися тільки при його кратному стисненні ($k_{ст}$=2, 3, 4 або навіть більше), коли всі дефекти впакування шару будуть обрані і окремі стебла в елементарному розрізаємому об'ємі, спресуються. Крім того, зроблені при виведенні формули допущення не враховують: щільність матеріалу, що розрізається, коефіцієнт його тертя по поверхні ножа, зношування (затуплення) ріжучої крайки з ростом наробітку, геометрію леза (кут заточення) тощо.

Проте за допомогою формули (8), що представляє інженерний інтерес, можна одержати інформацію, наприклад, про геометрію леза, обґрунтовуючи його форму і проводячи прості геометричні побудови, з урахуванням конструктивних особливостей реальних ножів.

Для цього розглянемо нормовані геометричні параметри ножа ПРС, деталь 60–0170–19–01–2, виробництва фірми «MWS» (Німеччина).

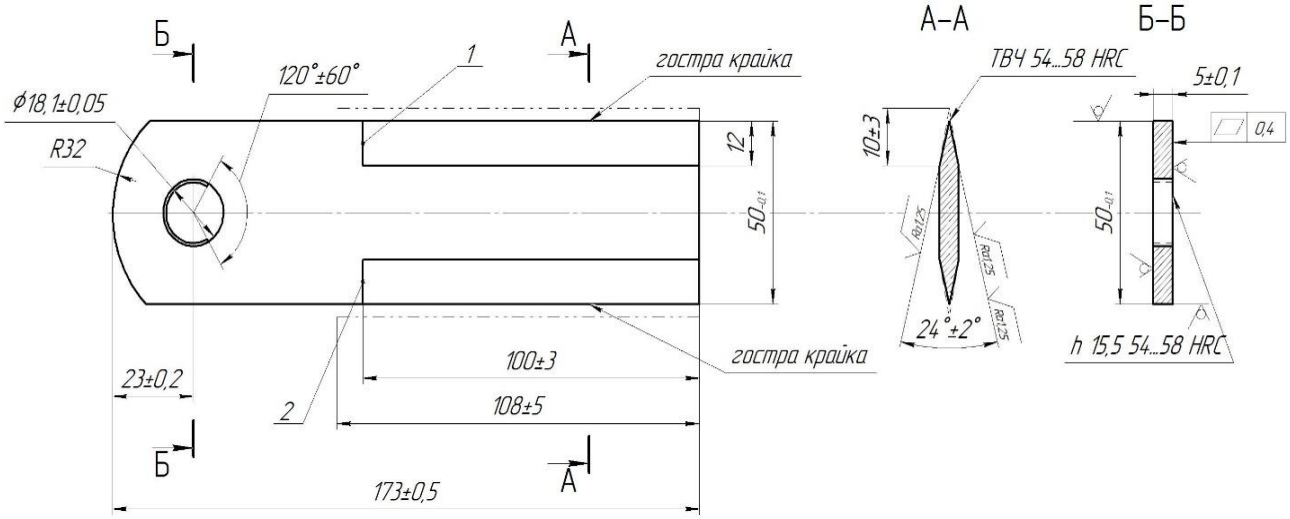


Рис. 3. Креслення ножа ПРС, деталь 60–0170–19–01–2, виробництва фірми «MWS» (Німеччина)

Для обґрунтування кута заточення (β) з урахуванням визначеної раніше величини товщини леза ножа (δ=100 мкм), яка задається технологічно і обґрунтовується формулою (8), що забезпечує мінімальні зусилля різання, проведемо прості геометричні побудови та скористаємося подобою прямокутних трикутників ΔOAB і ΔOA_1B_1 (рис. 4).

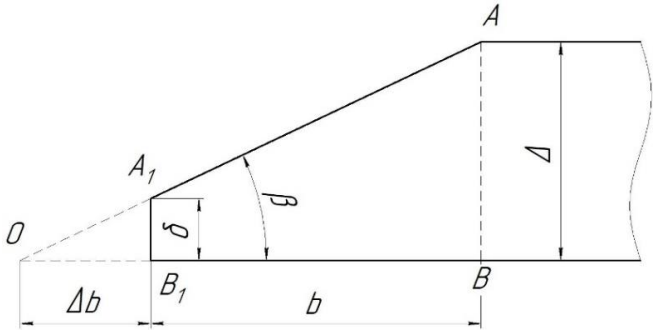


Рис. 4. Схема до визначення кута заточення леза ножа

Виходячи із креслення ножа ПРС, наведеного на рис. 3, припустимо *Δ*=5 мм, *b*=10 мм, тоді кут заточення ножа (β) може бути знайдений, як гострий кут прямокутного трикутника *ΔOAB* по формулі:

$$tg\beta = \frac{\Delta}{b_{повн}} = \frac{\Delta}{b+\Delta b} = \frac{\Delta}{b+\frac{\delta}{tg\beta}}. \quad (12)$$

Звичайно кут заточення становить величину від 15 ° до 30 °, тому для розрахунків параметра Δb обчислимо для трикутника *ΔOA₁B₁* довжину прилеглого катету з тангенса мінімального/максимального кута заточення по формулі (13):

$$\Delta b = \frac{\delta}{tg\beta}, \quad (13)$$

$$\Delta b_{min} = \frac{\delta}{tg15°} = \frac{0{,}0001}{0{,}2679} = 0{,}000373,$$

$$\Delta b_{max} = \frac{\delta}{tg30°} = \frac{0{,}0001}{0{,}5773} = 0{,}000173,$$

Так як величини Δb_{min} і Δb_{max} мають однаковий порядок малості, округлимо їх до першої значущої цифри і візьмемо середнє (0,0003), тоді кут заточення складе:

$$tg\beta = \frac{0{,}005}{0{,}0103};\ \beta = 25{,}8° \quad (14)$$

що перебуває в допустимих границях, нормованого значення цього параметра по кресленню (рис. 3).

Таким чином, формула виведена В. П. Горячкіним, з міркувань мінімальних витрат енергії на різання, хоча й не враховує геометрію ріжучої крайки, все–таки дозволяє визначити оптимальний кут заточення ножа, якщо задати його товщину й ширину ріжучої крайки.

Для адекватного ж опису процесу різання шару незернової частини купи по формулі (8), з урахуванням складної будови реальних шарів рослинних матеріалів, необхідно: або замінити висоту вихідного шару (*h*) у формулі на якесь ефективне значення ($h_{еф}$), що враховує його ущільнення (підтискання) до стану зближення і контакту окремих стебел перед розрізуванням; або скористатися введеним нами раніше $k_{ст}$ коефіцієнтом стиснення, попередньо визначивши його експериментальним шляхом; або розрахувати $h_{еф}$ за допомогою перерахування обчисленої товщини крайки леза для заданої вихідної товщини шару на значення товщини 100 мкм, обумовлене технологічно, і далі, остаточно перерахувати товщину шару, скориставшись вираженням (8), записаним для випадку 100 мм шару, що розріжеться ножем при його 1%–вому стисненні, як номограмою.

Тоді $h_{ст}$ буде пов'язане з *h* через коефіцієнт стиснення (2, 3, 4 і т.д.), що, після постановки у формулу (8), дозволить зв'язати оптимальну товщину ріжучої крайки з висотою вихідного шару простими, прямо пропорційними залежностями:

$$\begin{aligned}\delta &= 0{,}085h;\\ \delta &= 0{,}114h;\\ \delta &= 0{,}1275h;\\ \delta &= 0{,}01h,\end{aligned} \qquad (15)$$

де коефіцієнти, наведені перед висотою вихідного шару, відповідають 2–, 3–, 4–кратному стисненню, а також наведене рівняння номограми, що відповідає шару з 1%–вим стисненням (остання формула).

Перерахування h в $h_{еф}$ і аналіз отриманих залежностей зручно проводити графічно (рис. 5).

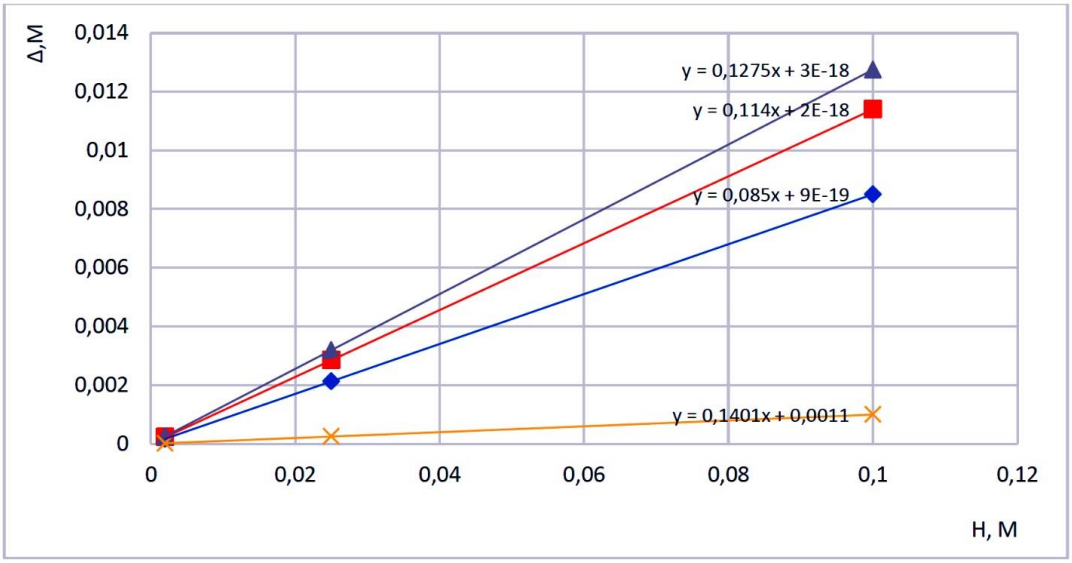


Рис. 5.Графіки для розрахунків оптимальної товщини ріжучої крайки за умови n–кратного стиснення шару в момент розрізання

Проте отримані значення товщини крайки леза ножа δ однаково будуть сильно відрізнятися від практично спостережуваних, тому що реальне лезо постійно зношується, а зазначений параметр змінюється (збільшується).

Висновки

1. Отримано залежності для розрахунку впливу товщини подрібнюваної стеблової маси на товщину ріжучої крайки ножа.

2. Обгрунтовано кут заточування ножа, який забезпечує мінімальне зусилля різання матеріалу.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть направлені на виявлення ефективних та доцільних параметрів дослідження процесу подрібнювання стеблової маси.

References

1. Skoblo, T., Sidashenko, A., & Sajchuk, A. (2019) Analiz kachestva i harakter iznosa nozhej dlya izmelcheniya solomy. *Materiali 1-oyi Mizhnarodnoyi naukovo–praktichna konferenciyi «Pidvishennya nadijnosti mashin i obladnannya. Increase of Machine and Equipment Reliability»*, (17–19 aprelya 2019 g). [In Russian]

2. Yagelskij, M., & Rodimcev, S. (2013). Ocenka kachestva raboty solomoizmelchitelya zernouborochnogo kombajna. *Traktory i Selhozmashiny*, 6, 47–49. [In Russian]

3. Gulevskiy, V., & Vertiy, A. (2018). Matematicheskoye modelirovaniye raboty izmel'chitelya kormov. *Vestnik 138 Voronezhskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 3 (58), 120–128. [In Russian]

4. Demchenko, V., & Vertiy, A. (2011). Povysheniye effektivnosti protsessa izmel'cheniya grubykh i stebel'chatykh kormov. *Naukovyy Visnyk Tavriys'koho Derzhavnoho Ahrotekhnolohichnoho Universytetu*, 1 (3), 74–79. [In Russian]

5. Bremer, G. (1963). *Osnovy teorii rezaniya lezviyem i raschet rezhushchikh mashin zhivotnovodcheskikh ferm*. Moskva: VSKHIZ. [In Russian]

6. Volvak, S., Baharev, D., Vertij, A. & Korchagina, E. (2017) Teoreticheskoe obosnovanie zatrat moshnosti na izmelchenie stebelchatyh kormov izmelchitelem s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami. *Innovacii v APK: Problemy i Perspektivy*, 1 (13), 23–33. [In Russian]

7. Volvak, S., Baharev, D., & Vertij, A. (2017). Teoreticheskoe obosnovanie zatrat moshnosti izmelchitelem stebelchatyh kormov s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami. *Problemy i resheniya sovremennoj agrarnoj ekonomiki: materialy XXI Mezhdunarodnoj nauchno–proizvodstvennoj konferencii (Majskij, 23–24 maya 201 g.)*. 2, T. 1, 32–33 [In Russian]

8. Vendin, S., Samsonov, V., Saenko, Yu., & Semernina, M. (2018). K raschètu konstruktivnyh parametrov nozhej dlya izmelcheniya proroshennogo zerna. *Innovacii v APK*. 1, 16–31 [In Russian]

9. Krakhmalev, P., Rodil, T., & Bergström, J. (2007). Influence of microstructure on the abrasive edgewear of WC–Co hardmetals. *Wear*, 263, 240–245. doi: 10.1016/j.wear.2006.10.019

10. Morrell, R., & Gant, A. (2001). Edge chipping of hard materials. *Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 19, 293–301. doi: 10.1016/S0263-4368(01)00030-0

11. Braginets, N., & Vertiy, A. (2013). Izucheniye konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov rabochego organa dlya izmel'cheniya grubykh i stebel'chatykh kormov. *Visnyk Kharkivs'koho Natsional'noho Tekhnichnoho Universytetu Sil's'koho Hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 132, 223–227. [In Russian]

12. Braginets, N., & Vertiy, A. (2013). Povysheniye effektivnosti tekhnologicheskogo protsessa izmel'cheniya grubykh i stebel'chatykh kormov. *Naukovi Pratsi Pivdennoho Filialu Natsional'noho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannya Ukrayiny Kryms'kyy Ahrotekhnolohichnyy Universytet. Seriya «Tekhnichni Nauky»,* 153, 96–99. [In Russian]

13. Vol'vak, S., Bakharev, D., & Vertiy, A. (2016). Teoreticheskiye issledovaniya izmel'chitelya stebel'chatykh kormov s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami. *Innovatsii v APK: Problemy i Perspektivy*, 3 (11), 24–34. [In Russian]

14. Vol'vak, S., Bakharev, D., Vertiy, A., & Korchagina, Ye. (2017). Teoreticheskoye obosnovaniye zatrat moshchnosti na izmel'cheniye stebel'chatykh kormov izmel'chitelem s sharnirno podveshennymi kombinirovannymi nozhami. *Innovatsii v APK: Problemy i Perspektivy*, 3 (13), 23–32. [In Russian]

15. Budashov, I. (2013). Obosnovaniye parametrov rotatsionno-diskovogo rezhushchego apparata dlya rezaniya tolstostebel'nykh kul'tur. *Extended abstract of candidate's thesis*. Barnaul [In Russian]

16. Shapovalov, V., & Nezhinskij, Ya. Issledovaniya uprochneniya samozatachivaniya nozhej izmelchitelya stebelchatyh produktov. *Vestnik Vostochnoukrainskogo Nacionalnogo Universiteta im. V. Dalya*. 12 (1), 25–36. [In Russian]

17. Reznik, N. (1975). *Teoriya rezaniya lezviyem i osnovy rascheta rezhushchikh apparatov*. Moskva: Mashinostroyeniye [In Russian]

18. Vertiy, A. (2018). Rezul'taty eksperimental'no-teoreticheskikh issledovaniy proizvoditel'nosti izmel'chitelya stebel'chatykh kormov s sharnirno-podveshennymi kombinirovannymi nozhami. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye problemy agroinzhenenrii v XXI veke», posvyashchennoy 30-letiyu kafedry tekhnicheskoy mekhaniki konstruirovaniya mashin* [In Russian]

19. Goryachkin, V. (1968). Teoriya solomorezki i silosorezki. *Polnoe sobranie sochinenij*, 3, 68–113. [In Russian]

20. Sherbina, V., & Poluyan, V. (2012). Povyshenie iznosostojkosti nozhej barabannyh izmelchitelej kormouborochnyh kombajnov. *Vestnik Agrarnoj Nauki Dona*, 1, 35–39. [In Russian]

Стаття надійшла до редакції: 17.10.2021 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Сайчук О. В., Аветісян В. К., Колпаченко Н. М., Маніло В. Л., Біловод О. І., Дудник В. В. Дослідження процесу подрібнювання стеблової маси. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 259–267.

© Сайчук Олександр Васильович, Аветісян Віктор Казарович, Колпаченко Надія Миколаївна, Маніло Вадим Леонідович, Біловод Олександра Іванівна, Дудник Володимир Васильович, 2021

Відповідальний редактор: *Мельничук В. В.*
Літературний редактор: *Дедухно А. В.*
Переклад англійською мовою: *Панкова Т. О.*
Куратор з індексів DOI: *Жукова В. К.*
Комп'ютерна верстка: *Бережна Г.В.*

Формат 60х90/8.Ум. друк. арк. 16,8. Тираж 300 пр. Зам. № 59.
Видавець і виготовлювач: Полтавська державна аграрна академія.
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Григорія Сковороди, 1/3.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №2174 від 26.04.2005 р.