МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X

ПОДІЛЬСЬКИЙ ВІСНИК:

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ТЕХНІКА, ЕКОНОМІКА

Заснований у 2005 р.

Випуск 3 (40)

Видавничий дім
«Гельветика»
2023

ПОДІЛЬСЬКИЙ ВІСНИК:
СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ТЕХНІКА, ЕКОНОМІКА

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ, ТЕХНІЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ І ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

Заснований у 2005 р.

Випуск 3 (40)

https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3
Виходить двічі на рік

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X

Засновник: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Головний редактор:
Іванишин В.В. – д-р. екон. наук, професор, академік НААН України, заслужений працівник сільського господарства України, ректор ЗВО «ПДУ» (Україна)

Виконавчий редактор:
Бялковська О.А. – д-р. екон. наук, професор, проректор ЗВО «ПДУ» (Україна)

Випусковий редактор:
Гораш К.В. – канд. пед. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна)

Редакційна колегія:

сільськогосподарські науки:

Блащик Л. – д-р с.-г. наук, Інститут генетики рослин Польської академії наук (Польща),

Едіта Ющук-Куб'як – PhD, професор, Варшавський університет наук про життя – SGGW (Польща),

Павло Носаль – PhD, професор, Аграрний університет ім. Гугон Коллонтай у Кракові (Польща),

Чинчик О.С. – д-р с.-г. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Овчарук В.І. – д-р с.-г. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Ясінецька І.А. – д-р екон. наук, професор, проректор ЗВО «ПДУ» (Україна),

технічні науки:

Дуганець В.І. – канд. техн. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Михайлова Л.М. – канд. техн. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Марек Врубель – PhD, професор, Університет сільського господарства в Кракові (Польща),

Кшиштоф Мудрик – PhD, професор, Аграрний університет ім. Гугон Коллонтай у Кракові (Польща),

Мацей Тадеуш Кубонь – PhD, професор, Аграрний університет ім. Гугон Коллонтай у Кракові (Польща),

Шелудченко Л.С. – д-р техн. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Славомір Курпаска – PhD, професор, Аграрний університет ім. Гугон Коллонтай у Кракові (Польща),

Грушецький С.М. – канд. тех. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Дуганець В.І. – канд. техн. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Гордєєв А.І. – д-р тех. наук, професор (Україна),

Диха О.В. – д-р тех. наук, професор (Україна),

Борак К.В. – д-р тех. наук, доцент (Україна)

економічні науки:

Гуменюк І.І. – канд. філол. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Занета Сіманавічене – д-р екон. наук, професор, Університет Миколаса Ромеріса (Литва),

Корженівська Н.Л. – д-р екон. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Семенишена Н.В. – д-р. екон.наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Куцмус Н.М. – д-р екон. наук, доцент, Поліський національний університет, (Україна),

Чикуркова А.Д. – д-р екон. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Рудик В.К. – д-р екон. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Цвігун І.А. – д-р екон. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна)

ветеринарні науки:

Горюк В.В. – канд. вет. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Горюк Ю.В. – канд. вет. наук, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Кухтин М.Д., д-р. вет. наук, професор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна),

Левицька В.А. – д-р. вет. наук, доцент, ЗВО «ПДУ» (Україна),

Супрович Т.М. – д-р с.-г. наук, професор, ЗВО «ПДУ» (Україна)

Схвалено Вченої радою ЗВО «ПДУ» (протокол № 10 від 30.11.2023 р.)

Електронний науковий журнал включено до Переліку наукових фахових видань України Наказ МОН України від 02.07.2020 р. № 886 (додаток 4) та Наказ МОН України від 24.09.2020 р. № 1188 (додаток 5))
з сільськогосподарських (201 – Агрономія, 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва), технічних (133 – Галузеве машинобудування, 142 – Енергетичне машинобудування, 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 275 – Транспортні технології), економічних (051 – Економіка, 071 – Облік і оподаткування, 072 – Фінанси, банківська справа та страхування, 073 – Менеджмент, 075 – Маркетинг) та ветеринарних (211 – Ветеринарна медицина) наук.

Електронний науковий журнал «Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка» індексується в міжнародних каталогах та наукометричних базах: IndexCopernicus (ICV 2020 – 85,31), Polish Scholarly Bibliography, Citefactor, ResearchBible, Google Scholar, MIAR (ICDS 1,3), General Impact Factor (GIF), Journal Factor, PBN.

Відповідальність за оригінальність (плагіат) тексту наукової статті, точність наведених фактів, цитат, статистичних даних, власних назв, географічних назв та інших відомостей, а також за те, що в матеріалах не містяться дані, що не підлягають відкритій публікації несуть автори наукових праць. Точки зору авторів публікацій можуть не співпадати з точкою зору редколегії збірника.

© ЗВО «ПДУ», 2023
© Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, 2023

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION «PODILLIA STATE UNIVERSITY»

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X

PODILIAN BULLETIN:

AGRICULTURE, ENGINEERING, ECONOMICS

Founded in 2005

Issue 3 (40)

"Helvetica"
Publishing House
2023

PODILIAN BULLETIN:
AGRICULTURE, ENGINEERING, ECONOMICS

AGRICULTURAL, TECHNICAL, ECONOMIC AND VETERYNARY SCIENCES

Founded in 2005

Issue 3 (40)

https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3
Periodicity: biannually

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X

Founder: Higher Educational Institution «Podillia State University»

Editor-in-Chief:
Ivanyshyn V.V. – Doctor of Economics, Professor, Honored Worker of Agriculture of Ukraine, Rector of HEI «PSU» (Ukraine)

Executive editor:
Bialkovska O.A. – Doctor of Economics, Professor, Vice-Chancellor of HEI «PSU» (Ukraine)

Publishing editor:
Horash K.V. – PhD in Pedagogy, Associate Professor, HEI «PSU» (Ukraine)

Editorial Board:

Agricultural sciences:

Blashchyk Lidiia – Dr. Sc. in Agriculture, Prof., Institute of Plant Genetics Polish Academy of Sciences (Poland)

Chynchyk O.S. – Dr. Sc. in Agriculture, Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Edita Juszczuk-Kubiak – PhD, Prof., Warsaw University of Life Sciences – SGGW (Poland)

Ovcharuk V.I. – Dr. Sc. in Agriculture, Prof., HEI "PSU" (Ukraine)

Pavlo Nosał – PhD, Prof., Hugon Kollontai Agrarian University in Krakow (Poland)

Yasinetska I.A. – Doctor of Economics, Prof., Vice-Chancellor of HEI "PSU" (Ukraine)

Technical sciences:

Duhanets V.I. – PhD in Engineering, Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Slavomir Kurpaska – PhD, Prof., Hugon Kollontai Agrarian University in Krakow (Poland)

Mykhailova L.M. – PhD in Engineering, Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Hrushetskyi S. – Candidate of Technical Sciences, Assoc. Prof., Corresponding Member of NAAS of Ukraine, HEI «PSU» (Ukraine)

Marek Vrubel – PhD, Prof., University of Agriculture in Krakow (Poland)

Duhanets V. – Candidate of Technical Sciences, Assoc. Prof., Head of the Department of Technical Service and General Technical Subjects, HEI «PSU» (Ukraine)

Kshyshtof Mudryk – PhD, Prof., Hugon Kollontai Agrarian University in Krakow (Poland)

Hordieiev A. – Doctor of Engineering, Prof., Prof. of the Department of Mechanical Engineering Technology, Khmelnytsky National University (Ukraine)

Matsei Tadeush Kubon – PhD, Prof., Hugon Kollontai Agrarian University in Krakow (Poland)

Dykha O. – Doctor of Engineering, Prof., Head of the department of tribology, automobiles and materials science, Khmelnytskyi National University (Ukraine)

Sheludchenko L.S. – Doctor of Engineering, Assoc. Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Borak K. – Doctor of Engineering, Associate Prof., Deputy Director for Education, Zhytomyr Agrotechnical College (Ukraine)

Economic sciences:

Humeniuk I.I. – PhD in Philology, Assoc. Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Zaneta Simanavichene – Doctor of Economics, Prof., Mykolas Romeris University (Lithuania)

Korzhenivska N.L. – Doctor of Economics, Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Semenyshena N.V. – Doctor of Economics, Assoc. Prof., HEI "PSU" (Ukraine)

Kutsmus N.M. – Doctor of Economics, Assoc. Prof, Polissia National University, (Ukraine)

Chykurkova A.D. – Doctor of Economics, Prof., HEI "PSU" (Ukraine)

Rudyk V.K. – Doctor of Economics, Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Tsvihun I. A. – Doctor of Economics, Prof., HEI "PSU" (Ukraine)

Veterinary sciences:

Horiuk V.V. – PhD in Veterinary, Assoc. Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

Levytska V.A. – Doctor of Veterinary, Assoc. Prof., HEI "PSU" (Ukraine)

Horiuk Yu.V. – PhD in Veterinary, HEI «PSU» (Ukraine)

Suprovych T.M. – Dr. Sc. in Agriculture, Prof., HEI "PSU" (Ukraine)

Kukhtyn M.D. – Doctor of Veterinary, Prof., Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)

Recommended by Academic Council of HEI «PSU» (protocol № 10 from 30.11.2023)

The journal isincluded in the list of scientific professional editions of Ukraine (the Order of MES of Ukraine as of 02.07.2020 No. 886 (annex 4), the Order of MES of Ukraine as of 24.09.2020 No. 1188 (annex 5)) in Agricultural Sciences (201 – Agronomy, 204 – Technology of production and processing of livestock products), Technical Sciences (133 – Branch engineering, 142 – Power engineering, 152 – Metrology and information-measuring equipment, 275 – Transport technologies), Economic Sciences (051 – Economics, 071 – Accounting and Taxation, 072 – Finance, Banking and Insurance, 073 – Management, 075 – Marketing), Veterinary Sciences (211 – Veterinary medicine).

Electronic scientific journal «Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics» is indexed in international directories and scientometric databases: IndexCopernicus (ICV 2020 – 85,31), Polish Scholarly Bibliography, Citefactor, ResearchBible, Google Scholar, MIAR (ICDS 1,3), General Impact Factor (GIF), Journal Factor, PBN.

The authors of scientific papers are responsible for originality (plagiarism) of the article, the accuracy of facts, quotations, statistics,proper names, place names and other information, as well as the fact that the materials do not contain data that can't be published.
The opinions of the authors of publications may not coincide with the views of the editorial board of the collection.

© HEI «PSU», 2023
© Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics, 2023

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

Безвіконний П. В., М'ялковський Р. О.
ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 9–14

Войтовик М. В.
ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ 15–20

Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M.
YIELD, PRODUCTIVITY, AND ECONOMIC EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION DEPEND ON CROP ROTATION LINK AND FERTILIZER SYSTEMS 21–27

Мулярчук О. І., Козіна Т. В.
СПОСОБИ ТА МЕТОДИ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ 28–33

Небаба К. С., Хмелянчишин Ю. В.
ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ТА НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО 34–39

Недашківський В. М., Чудак Р. А., Цап С. В., Кривий М. М., Уманець Р. М., Коробань М. П.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОЛІЗОВАНОГО СОЄВОГО ШРОТУ В ГОДІВЛІ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) 40–47

Овчарук В. І., Падалко Т. О.
ВПЛИВ ПІДЗИМОВОГО СТРОКУ СІВБИ РОМАШКИ ЛІКАРСЬКОЇ *(MATRICARIA CHAMOMILLA L.)* НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 48–52

Плотницька Н. М., Гурманчук О. В., Невмержицька О. М., Харчишин Т. Г., Король А. М.
РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ 53–59

Сівак Н. В., Бахмат М. І.
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН ТА СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНА КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО 60–65

Тарасюк В. А., Безвіконний П. В., Потапський Ю. В.
СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСІННЯ ЧОРНУШКИ ПОСІВНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО 66–71

Ткач О. В., Овчарук О. В., Овчарук В. І., Петриченко Є. А.
ВПЛИВ РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЦИКОРІЮ НА ЗВ'ЯЗОК МІЖ ФОРМУВАННЯМ ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ ТА КОРЕНЕПЛОДАМИ 72–77

Улянич О. І., Шевчук К. М.
ВИВЧЕННЯ АДАПТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СОРТІВ ІНДАУ ПОСІВНОГО ТА ДВОРЯДНОГО ТОНКОЛИСТОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ 78–84

Ясінецька І. А., Кушнірук Т. М., Гриб В. В.
ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ ТА ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯМ 85–91

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Доля К. В., Доля О. Є.
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ МАРШРУТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 92–101

Яжук Д. В.
ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС РОБОТИ НАСОСНИХ УСТАНОВОК В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ДОБАВОК 102–107

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

Ковальова О. М.
АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ СЕЧОКАМ'ЯНОЇ ХВОРОБИ ДРІБНИХ ТВАРИН У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ 108–112

Ліщук С. Г., Ковальова О. М., Добровольський В. А.
МОРФОЛОГО-ГІСТОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА НОВОУТВОРЕНЬ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ В КІШОК 113–117

Suprovych T. M., Kolinchuk R. V., Karchevska T. M.
SPREAD OF BOVINE NECROBACTERIOSIS IN THE KHMELNYTSKYI REGION 118–124

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

Bezvikonnyy P. V., Mialkovsky R. O.
FORMATION OF THE YIELD OF BEET ROOT DEPENDING ON THE APPLICATION FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE 9–14

Voitovyk M. V.
PRODUCTIVITY OF SHORT ROTATION CROP ROTATIONS ON TYPICAL BLACK SOIL 15–20

Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M.
YIELD, PRODUCTIVITY, AND ECONOMIC EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION DEPEND ON CROP ROTATION LINK AND FERTILIZER SYSTEMS 21–27

Muliarchuk O. I., Kozina T. V.
WAYS AND METHODS OF STORAGE TECHNOLOGIES OF FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS 28–33

Nebaba K. S., Khmelianchyshyn Yu. V.
FORMATION OF INDIVIDUAL AND SEED PRODUCTIVITY OF PEAS DEPENDING ON AGROTECHNICAL METHODS OF CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST STEPPE 34–39

Nedashkivskyi V. M., Chudak R. A., Tsap S. V., Kryvyi M. M., Umanets R. M., Koroban M. P.
EFFICIENCY OF USING HYDROLYZED SOYBEAN MEAL IN FEEDING CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) 40–47

Ovcharuk V. I., Padalko T. O.
THE EFFECT OF THE FALL-WINTER SOWING PERIOD OF MATRICARIA CHAMOMILLA *(MATRICARIA CHAMOMILLA L.)* ON THE FIELD SIMILARITY OF THE SEED IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE 48–52

Plotnytska N. M., Gurmanchuk O. V., Nevmerzhytska O. M., Kharchyshyn T. G., Korol A. M.
DEVELOPMENT OF THE MAIN POTATO DISEASES DEPENDING ON VARIETAL CHARACTERISTICS 53–59

Sivak N. V., Bakhmat M. I.
PECULIARITIES OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT AND VARIETAL PRODUCTIVITY OF COMMON BEAN IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE 60–65

Tarasiuk V. A., Bezvikonnyy P. V., Potapsky Yu. V.
VARITAL CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF SEED PRODUCTIVITY OF NIGELLA SOWING IN THE WESTERN FOREST-STEPPES 66–71

Tkach O. V., Ovcharuk O. V., Ovcharuk V. I., Petrychenko Ye. A.
INFLUENCE OF DIFFERENT CHICORY GROWING CONDITIONS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE FORMATION OF VEGETATIVE MASS AND ROOT CROPS 72–77

Ulianych O. I., Shevchuk K. M.
STUDY OF ADAPTIVE CAPABILITIES OF ARUGULA (ERUCA SATIVA MILL.) AND WILD ROCKET (DIPLOTAXIS TENUIFOLIA (L.) DC.) IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE 78–84

Yasinetska I. A., Kushniruk T. M., Grub V. V.
MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE MANAGEMENT OF LAND RESOURCES AND LAND USE 85–91

TECHNICAL SCIENCES

Dolia K. V., Dolia O. Ye.
MODELING OF PASSENGER ROUTE TRANSPORTATION TECHNOLOGY 92–101

Yazhuk D. V.
THE ACTION OF POLYMER ADDITIVES ON THE REDUCTION OF POWER CONSUMPTION OF PUMP FITTING WHEN OPERATING. 102–107

VETERYNARY SCIENCES

Kovalova O. M.
ANALYSIS OF THE SPREAD OF UROLITHIASIS DISEASE IN SMALL ANIMALS
IN THE VINNITSIA REGION 108–112

Lishchuk S. G., Kovalova O. M., Dobrovolsky V. A.
MORPHOLOGICAL AND HISTOLOGICAL DIAGNOSIS
OF MAMMARY GLAND NEUTRALS IN CATS 113–117

Suprovych T. M., Kolinchuk R. V., Karchevska T. M.
SPREAD OF BOVINE NECROBACTERIOSIS IN THE KHMELNYTSKYI REGION 118–124

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

УДК 635.11:631.811.1/.3

Безвіконний П. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *peterua@meta.ua*
ORCID: *0000-0003-4922-1763*

М'ялковський Р. О.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *ruslanmialkovskui@i.ua*
ORCID: *0000-0002-0791-4361*

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

У статті викладено результати впливу мінеральних добрив на урожайність коренеплодів буряка столового в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України. Встановлено, що мінеральні добрива дають значне підвищення урожайності коренеплодів буряка столового порівняно з контролем. Найвищу урожайність забезпечили варіанти $N_{45}P_{90}K_{135}$ та $N_{45}P_{135}K_{90}$ для двох досліджуваних гібридів. Так, у гібриду Маноло F1 урожайність коренеплодів складала в середньому за 2022–2023 роки 61,69–64,67 т/га, в гібриду Бреско F1 – 65,38–67,87 т/га.

На варіантах із внесенням $N_{135}P_{90}K_{45}$ та $N_{90}P_{135}K_{45}$ відмічено незначне підвищення урожайності порівняно з контролем. Застосування підвищених норм калійних добрив збільшувало урожайність коренеплодів буряка столового, а в разі зниження їх кількості формувалась велика кількість дрібних коренеплодів, у результаті чого урожайність зменшувалась.

Визначено, що вихід стандартних коренеплодів у буряка столового гібриду Бреско F1 був нижчим, ніж у гібриду Маноло F1. Найвищий вихід стандартних коренеплодів становив 87,27% за використання дози мінеральних добрив $N_{45}P_{90}K_{135}$. У середньому цей показник досягав 82,06% для гібриду Маноло F1. Для гібриду Бреско F1 цей показник становив 83,31% у варіанті $N_{45}P_{90}K_{135}$ і в середньому досягав 76,96%.

Дослідження показали, що вміст сухої речовини в коренеплодах гібриду Бреско F1 був вищим порівняно з гібридом Маноло F1. Внесення мінеральних добрив сприяло накопиченню сухої речовини в коренеплодах гібриду Бреско F1 до 15,4%, гібриду Маноло F1 – 14,6%. Найвищий вміст цукрів у коренеплодах відмічено в гібриду Маноло F1 у варіанті $N_{45}P_{90}K_{135}$ – 11,5%, у гібриду Бреско F1 кращим виявився також варіант $N_{90}P_{45}K_{135}$ – 12,3%.

Також слід відмітити, що добрива сприяли покращенню якості коренеплодів буряка столового та збільшенню вмісту в коренеплодах сухої речовини та цукрів. Таким чином, згідно з результатами проведеного дослідження рекомендується гібрид Бреско F1 для вирощування в даній зоні.

Ключові слова: *буряк столовий, урожайність, удобрення, гібрид, продуктивність.*

© Безвіконний П. В., М'ялковський Р. О., 2023

DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.1

Вступ. Головним напрямом збільшення виробництва продукції овочівництва і підвищення його економічної ефективності нині є подальша інтенсифікація виробництва [7, с. 64]. Розвиток овочівництва необхідно орієнтувати, зокрема, на ресурсо- і енергоощадну технологію. З огляду на це перед наукою і виробництвом постає низка завдань, серед яких основним є значне збільшення виробництва овочевої продукції та розширення сортименту овочевих культур [5, с. 142].

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу буряка столового важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних агротехнологій, які повинні базуватися на доборі адаптованих для зони високопродуктивних сортів за оптимізації умов макро- і мікроелементного живлення, застосування сучасних засобів захисту рослин [12, с. 28].

Ефективність вирощування сільськогосподарських культур істотно залежить від правильного підбору сортів та гібридів. У разі використання сортів, що володіють максимально можливим рівнем продуктивності та високою якістю продукції, забезпечується збільшення валових зборів культури [1, с. 61].

Вчені-овочівники встановили, що серед елементів технології вирощування на частку сорту припадає від 30 до 50%. Створені сорти повинні бути екологічно стійкими до певних метеорологічних факторів, умов середовища, зони і року вирощування [9, с. 112; 10, с. 42].

Низка авторів вказує на те, що раціональне використання добрив базується на врахуванні комплексу факторів. Одним з найголовніших серед них є біологічні особливості культури, зміни у потребах рослин за фазами росту і розвитку. В овочівництві важливим є дотримання норм і строків удобрення, адже продукція споживається у свіжому вигляді, а надмірне накопичення окремих сполук може викликати її токсичність. Водночас недостатнє забезпечення елементами живлення негативно відображається на врожайності та якості овочів [2, с. 172; 6, с. 91].

Особливо важливого значення в одержанні високого врожаю товарної продукції столових буряків з високими якісними показниками набуває співвідношення внесених у ґрунт мінеральних добрив. Вони сприяють відтворенню родючості ґрунту, підвищенню врожайності та покращенню якості коренеплодів. Нині в розвинених країнах світу від 30 до 70% приросту врожаю сільськогосподарських культур одержують за рахунок обґрунтованого використання добрив [3, с. 2].

З огляду на зазначене для досягнення максимальної продуктивності коренеплодів буряка столового треба застосовувати певну науково обґрунтовану систему, в якій потрібно враховувати властивості ґрунту і біологічні особливості культури. При цьому необхідно забезпечити рівномірне живлення рослин поживними речовинами протягом усієї вегетації.

Мета статті. Метою досліджень було вивчення впливу співвідношення мінеральних добрив на урожайність коренеплодів буряка столового в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження проводились протягом 2022–2023 років на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньосуглинковий на лесовидних суглинках. Вміст гумусу (за Тюріним) у шарі ґрунту 0–3 см становить 3,6–4,2%. Вміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом), становить 90–127 мг/кг (високий), рухомого фосфору (за Чіріковим) – 138–174 мг/кг (високий), обмінного калію (за Чіріковим) – 145–185 мг/кг ґрунту (високий). Сума увібраних основ коливається в межах 163–205 мг екв./кг. Гідролітична кислотність становить 17–22 мг екв./кг, ступінь насичення основами – 90%.

Агротехніка вирощування буряка столового загальноприйнята для даної зони, що відповідає ДСТУ 6014:2008 «Морква столова і буряк столовий. Технологія вирощування». Розмір посівної ділянки при вирощуванні на товарну продукцію становить 20 м^2, облікової – 15 м^2, повторність досліду – чотирикратна. Вирощували такі гібриди буряка столового: Бреско F1 та Маноло F1.

Схемою досліду передбачене вивчення впливу різних співвідношень мінеральних добрив на урожайність та якість коренеплодів буряка столового. Норми азотних добрив змінювались у межах від 45 до 135 кг/га діючої речовини, фосфорних та калійних добрив – аналогічно. Співвідношення NPK відповідно становить:

1-й – контроль (без внесення добрив);
2-й – $N_{90}P_{90}K_{90}$;
3-й – $N_{135}P_{90}K_{45}$;
4-й – $N_{135}P_{45}K_{90}$;
5-й – $N_{90}P_{135}K_{45}$;
6-й – $N_{90}P_{45}K_{135}$;
7-й – $N_{45}P_{135}K_{90}$;
8-й – $N_{45}P_{90}K_{135}$.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка [3, с. 158].

Виклад основного матеріалу дослідження. Для одержання високих урожаїв буряка столового і продукції високої якості основною вимогою залишається забезпечення збалансованого живлення рослин.

Результати досліджень показали (табл. 1), що мінеральні добрива дають значне підвищення урожайності коренеплодів буряка столового порівняно з контролем.

За даними дворічних досліджень, найвищу врожайність забезпечили варіанти $N_{45}P_{90}K_{135}$ та $N_{45}P_{135}K_{90}$ для двох досліджуваних гібридів. Так, у гібриду Маноло F1 урожайність коренеплодів складала в середньому за 2022–2023 роки 61,69–64,67 т/га, в гібриду Бреско F1 – 65,38–67,87 т/га.

Таблиця 1. Вплив доз і співвідношення мінеральних добрив на урожайність коренеплодів буряка столового, т/га 2022–2023 рр.

Гібриди	Варіант	Урожайність, т/га			Прибавка до контролю	
		2022 р.	2023 р.	середня за 2022–2023	т/га	%
Маноло F1	Контроль	41,17	50,67	45,92	–	–
	$N_{135}P_{90}K_{45}$	52,50	55,93	54,22	8,30	18,06
	$N_{135}P_{45}K_{90}$	59,17	58,60	58,89	12,97	28,23
	$N_{90}P_{135}K_{45}$	54,77	56,90	55,84	9,92	21,59
	$N_{90}P_{45}K_{135}$	56,27	60,83	58,55	12,63	27,50
	$N_{45}P_{135}K_{90}$	61,60	61,77	61,69	15,77	34,33
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	63,33	66,00	64,67	18,75	40,82
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	55,07	57,70	56,39	10,47	22,79
Бреско F1	Контроль	45,63	49,67	47,65	–	–
	$N_{135}P_{90}K_{45}$	56,37	52,07	54,22	6,57	13,79
	$N_{135}P_{45}K_{90}$	63,13	62,60	62,87	15,22	31,93
	$N_{90}P_{135}K_{45}$	56,70	56,37	56,54	8,88	18,65
	$N_{90}P_{45}K_{135}$	63,20	65,13	64,17	16,52	34,66
	$N_{45}P_{135}K_{90}$	65,13	65,63	65,38	17,73	37,21
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	69,27	66,47	67,87	20,22	42,43
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	61,67	59,33	60,50	12,85	26,97

На варіантах із внесенням $N_{135}P_{90}K_{45}$ та $N_{90}P_{135}K_{45}$ відмічено незначне підвищення урожайності коренеплодів порівняно з контролем.

Застосування підвищених норм калійних добрив підвищувало урожайність коренеплодів буряка столового, а при зниженні їх кількості формувалась велика кількість дрібних коренеплодів, у результаті чого урожайність зменшувалась.

У зв'язку з тим, що овочева продукція в багатьох випадках споживається у свіжому вигляді і є необхідним компонентом всіх видів харчування, товарність та якість коренеплодів і є головною метою вирощування овочів. Товарність коренеплодів є важливим критерієм, що визначає економічну доцільність вирощування та ефективність використання добрив. Товарність коренеплодів визначається за їх зовнішнім виглядом. Вони мають бути цілі, чисті, здорові, не в'ялі, не тріснуті, без ушкоджень та надмірної вологи, з типовими для ботанічного сорту розмірами і забарвленням. Допускається присутність коренеплодів із незначними ушкодженнями, неглибокими природними тріщинами [8, с. 143].

Аналізуючи дані (рис. 1, 2), слід відмітити, що вихід стандартних коренеплодів у буряка столового гібриду Бреско F1 був нижчим, ніж у гібриду Маноло F1. Найвищий вихід стандартних коренеплодів становив 87,27% за використання дози мінеральних добрив $N_{45}P_{90}K_{135.}$ У середньому цей показник досягав 82,06% для гібриду Маноло F1. Для гібриду Бреско F1 цей показник становив 83,31% у варіанті $N_{45}P_{90}K_{135}$ і в середньому досягав 76,96%.

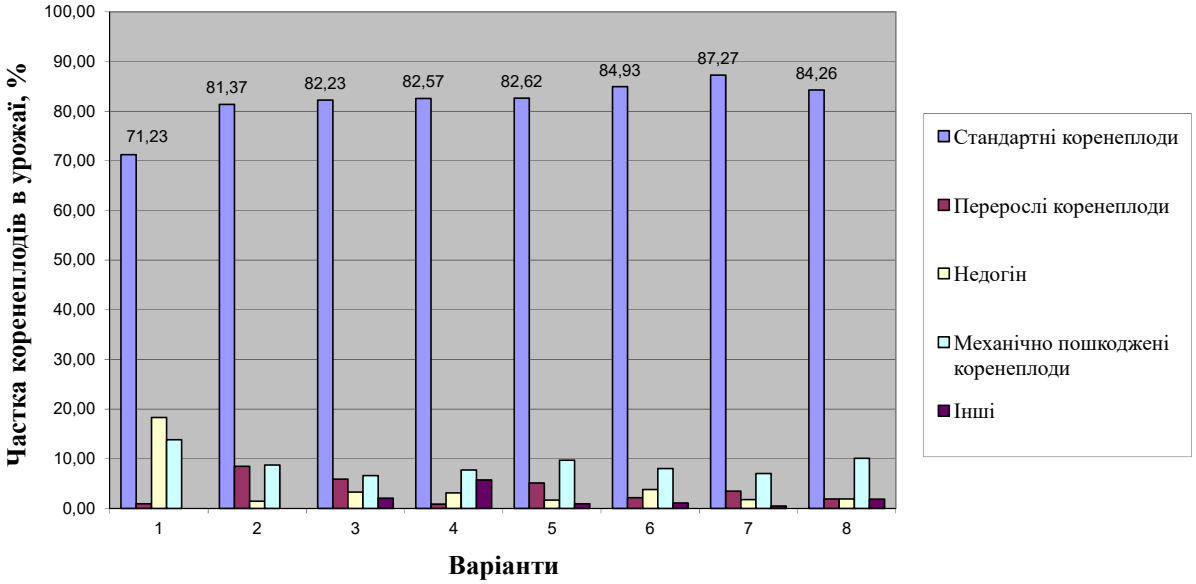

Рис. 1. Вплив мінеральних добрив на структуру врожаю коренеплодів буряка столового гібриду Маноло F1 (середнє значення за 2022–2023 рр.)

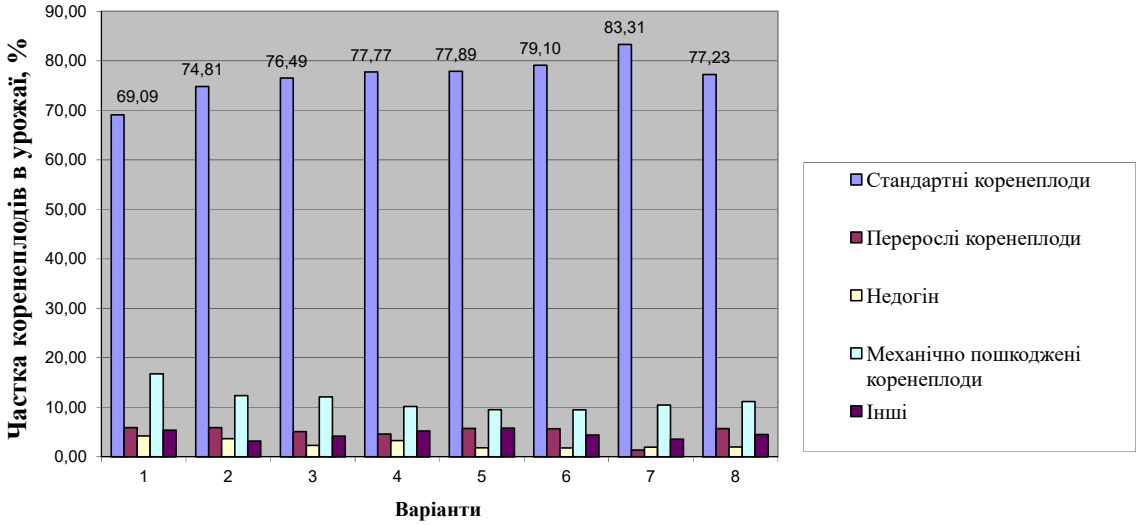

Рис. 2. Вплив мінеральних добрив на структуру врожаю коренеплодів буряка столового гібриду Бреско F1 (середнє значення за 2022–2023 рр.)

У дослідженнях, проведених у 2022–2023 рр., більшість нестандартних коренеплодів становлять механічно пошкоджені коренеплоди, тобто тріснуті, пошкоджені шкідниками і хворобами. Кількість нестандартної продукції в середньому для першого гібриду становить 18,47%, для другого – 23,60%. Найвище зниження товарності відмічено у варіантах з підвищеною нормою внесення азотних добрив та в контролі. Отже, можна зауважити, що з підвищенням норми азоту товарність знижується, а в разі внесення підвищених доз калійних і фосфорних добрив товарність підвищується.

Таким чином, з викладеного матеріалу можна зробити висновок, що застосування для удобрення буряка столового мінеральних добрив зумовлювало істотний приріст врожаю коренеплодів, а також забезпечувало високий вихід стандартних коренеплодів.

Основними показниками якості коренеплодів столового буряка є вміст сухої речовини та цукрів. При покращенні якості урожаю підвищується біологічна цінність овочів, значно знижуються їх втрати в період зберігання. З огляду на це поліпшення біохімічного складу овочевої продукції шляхом раціонального використання добрив – це найважливіше завдання агротехніків під час вирощування овочевих культур [11, с. 4].

Дослідження показали (табл. 2), що вміст сухої речовини в коренеплодах гібриду Бреско F1 був вищим порівняно з гібридом Маноло F1.

Таблиця 2. Біохімічні показники якості коренеплодів буряка столового (середні значення за 2022–2023 рр.)

Гібриди	Варіант	Вміст у коренеплодах					
		2022 р.		2023 р.		Середні показники за 2022–2023	
		сухої речовини, %	цукрів, %	сухої речовини, %	цукрів, %	сухої речовини, %	цукрів, %
Маноло F1	Контроль	11,7	9,4	11,4	9,2	11,6	9,3
	$N_{135}P_{90}K_{45}$	13,7	10,6	14,6	11,4	14,2	11,0
	$N_{135}P_{45}K_{90}$	13,9	10,8	13,8	10,8	13,9	10,8
	$N_{90}P_{135}K_{45}$	14,2	11,1	14,1	11,1	14,2	11,1
	$N_{90}P_{45}K_{135}$	14,1	11,0	14,3	11,2	14,2	11,1
	$N_{45}P_{135}K_{90}$	14,6	11,4	14,5	11,4	14,6	11,4
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	14,8	11,7	14,2	11,2	14,5	11,5
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	14,4	11,2	14,0	11,0	14,2	11,1
Бреско F1	Контроль	13,5	10,2	13,3	9,9	13,4	10,1
	$N_{135}P_{90}K_{45}$	14,8	11,7	15,1	11,8	15,0	11,8
	$N_{135}P_{45}K_{90}$	14,7	11,6	14,7	11,6	14,7	11,6
	$N_{90}P_{135}K_{45}$	15,1	11,8	15,4	12,0	15,3	11,9
	$N_{90}P_{45}K_{135}$	15,3	12,2	15,5	12,3	15,4	12,3
	$N_{45}P_{135}K_{90}$	15,5	12,0	15,3	12,1	15,4	12,1
	$N_{45}P_{90}K_{135}$	15,6	12,2	14,9	11,8	15,3	12,0
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	15,2	11,9	15,4	12,1	15,3	12,0

Проведення якісного аналізу коренеплодів у середньому за 2022–2023 роки показало, що внесення мінеральних добрив сприяло накопиченню сухої речовини в коренеплодах гібриду Бреско F1 до 15,4%, гібриду Маноло F1 – 14,6%. Отже, добрива сприяли збільшенню вмісту в коренеплодах сухої речовини порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що у варіантах з добривами суха речовина більш інтенсивно використовувалась на ріст і формування коренеплодів.

Найвищий вміст цукрів у коренеплодах відмічено в гібриду Маноло F1 у варіанті $N_{45}P_{90}K_{135.}$ Він становив 11,5%. У гібриду Бреско F1 кращим виявився також варіант $N_{90}P_{45}K_{135}$ – 12,3%.

Висновки. В умовах Західного Лісостепу України застосування мінеральних добрив дає значне підвищення урожайності коренеплодів буряка столового порівняно з контролем. Кращою дозою мінеральних добрив для одержання високої врожайності коренеплодів буряка столового є $N_{45}P_{90}K_{135}$ і $N_{45}P_{135}K_{90}$ для обох досліджуваних гібридів. При цьому найвища урожайність коренеплодів була у гібриду Бреско F1 – 65,38–67,87 т/га, відповідно.

Враховуючи погодні умови 2022–2023 рр., також слід відмітити, що добрива сприяли покращенню якості коренеплодів буряка столового та збільшенню вмісту в коренеплодах сухої речовини та цукрів.

Таким чином, згідно з результатами проведеного дослідження рекомендується гібрид Бреско F1 для вирощування в даній зоні.

Список використаних джерел

1. Безвіконний П.В. Урожайність сортів нового покоління буряка столового за органічного виробництва. *Новітні агротехнології: теорія та практика* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук. Київ, 2017. С. 61–63.

2. Безвіконний П.В. Тарасюк В.А. Удобрення як чинник впливу на продуктивність буряка столового. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку :* матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2019. С. 172–175.

3. Бикін А.В., Костюченко М.В. Агрохімічна ефективність позакореневих підживлень буряка столового за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лівобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 3 (32). С. 1–9.

4. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 370 с.

5. Грибова Д.В. Інноваційний розвиток овочівницької галузі в умовах інтенсифікації виробництва. *Економічний аналіз.* 2014. Т. 18 (2). С. 142–145.

6. Кецкало В.В. Урожайність буряку столового в Правобережному Лісостепу України. Агробіологія. 2014. № 2. С. 90–93.

7. Логоша Р.В. Стан та перспективи діяльності овочепереробних підприємств в Україні. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. Вип. 3 (8). С. 64–77.

8. Паламарчук І.І. Вплив сортових особливостей на врожайність та біометричні показники продукції буряка столового в Правобережному Лісостепу України. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Сільське господарство та лісівництво». 2018. № 9. С. 143–153.

9. Паламарчук І.І. Адаптивність сортів буряку столового в умовах змін клімату. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 112–123.

10. Сич З.Д., Сич. І.М. Гармонія овочевої краси і користі. Київ : Арістей, 2005. 190 с.

11. Ярошевська А.П. Столовий буряк – джерело мікроелементів. *Дім, сад, город.* 2008. № 7. С. 4–5.

12. Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops / P. Bezvikonnyi, R. Myalkovsky, O. Muliarchuk, V. Tarasiuk. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (6), 28–37.

Bezvikonnyy P. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Landscaping, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *peterua@meta.ua*
ORCID: *0000-0003-4922-1763*

Mialkovsky R. O.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of Department of Landscaping, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *ruslanmialkovskui@i.ua*
ORCID: *0000-0002-0791-4361*

FORMATION OF THE YIELD OF BEET ROOT DEPENDING ON THE APPLICATION FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Abstract

The results are presented in the article the effect of mineral fertilizers on the yield of root crops of table beet in the soil and climatic conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine. It is established that mineral fertilizers give a significant increase in the yield of beet root crops compared to the control. The highest yields were provided by the variants $N_{45}P_{90}K_{135}$ and $N_{45}P_{135}K_{90}$ for the two investigated hybrids. Thus, in the Manolo F1 hybrid, the yield of root crops averaged 61.69-64.67 t/ha in 2022-2023, and in the Bresco F1 hybrid, it was 65.38–67.87 t/ha, respectively.

The variants with $N_{135}P_{90}K_{45}$ and $N_{90}P_{135}K_{45}$ showed a slight increase in productivity compared to the control. The use of increased rates of potash fertilizers increased the yield of root crops of table beet, and when their number decreased, a large number of small root crops was formed, as a result of which the yield decreased.

It was determined that the yield of standard root crops in beets of table hybrid Bresco F1 was lower than that of hybrid Manolo F1. The highest yield of standard root crops was 87.27% when using a dose of mineral fertilizers ($N_{45}P_{90}K_{135}$) and on average this figure reached 82.06% for the Manolo F1 hybrid. For the Bresco F1 hybrid, these indicators were 83.31% in the variant ($N_{45}P_{90}K_{135}$) and reached 76.96% on average.

Studies have shown that the content of dry matter in the root crops of the Bresco F1 hybrid was higher compared to the Manolo F1 hybrid. The introduction of mineral fertilizers contributed to the accumulation of dry matter in the roots of the Bresco F1 hybrid to 15.4%, and the Manolo F1 hybrid to 14.6%. The highest sugar content in root crops was noted in the Manolo F1 hybrid in the ($N_{45}P_{90}K_{135}$) variant and was 11.5%, in the Bresco F1 hybrid, the variant ($N_{90}P_{45}K_{135}$) was also the best – 12.3%.

It should also be noted that fertilizers improved the quality of beet root crops and increased the content of dry matter and sugars in the roots. Thus, based on the complex and ratio of the studied indicators, it is possible to recommend the Bresco F1 hybrid for growing in this zone.

Key words: *beet, yield, fertilizer, hybrid, productivity.*

References

1. Bezvikonnyi, P.V. (2017). Urozhainist sortiv novoho pokolinnia buriaka stolovoho za orhanichnoho vyrobnytstva [Productivity of the new generation table beet varieties under organic production]. Novitni ahrotekhnolohii: teoriia ta praktyka: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi 95-richchiu Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN. [The latest agricultural technologies: theory and practice: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences] pp. 61–63. [in Ukrainian].

2. Bezvikonnyi, P.V., & Tarasiuk, V.A. (2019). Udobrennia yak chynnyk vplyvu na produktyvnist buriaka stolovoho [Fertilizer as a factor influencing the productivity of table beet]. Svitovi roslynni resursy: stan ta perspektyvy rozvytku: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii – World plant resources: state and development prospects: materials of the international scientific and practical conference. pp. 172–175. [in Ukrainian].

3. Bykin, A.V., & Kostiuchenko, M.V. (2012). Ahrokhimichna efektyvnist pozakorenevykh pidzhyvlen buriaka stolovoho za vyroshchuvannia na temno-siromu opidzolenomu hrunti Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Agrochemical efficiency of foliar fertilization of table beet when grown on dark gray podzolized soil of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBIP – Scientific reports of NUBIP,* iss. 3 (32). pp. 1–9. [in Ukrainian].

4. Bondarenko, G.L., & Yakovenko, K.I. (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methodology of experimental work in vegetable growing and melon growing]*. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].

5. Hrybova, D.V. (2014). Innovatsiinyi rozvytok ovochivnytskoi haluzi v umovakh intensyfikatsii vyrobnytstva [Innovative development of the vegetable industry in conditions of intensification of production]. *Ekonomichnyi analiz – Economic analysis*, iss. 18(2). pp. 142–145. [in Ukrainian].

6. Ketskalo, V.V. (2014). Urozhainist buriaku stolovoho v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Yield of table beet in the right bank Forest-steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia* – Agrobiology, iss. 2. pp. 90–93. [in Ukrainian].

7. Lohosha, R.V. (2017). Stan ta perspektyvy diialnosti ovochepererobnykh pidpryiemstv v Ukraini [State and prospects of vegetable processing enterprises in Ukraine]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Economy. Finances. Management: topical issues of science and practice*, iss. 3 (8). pp. 64–77. [in Ukrainian].

8. Palamarchuk, I.I. (2018). Vplyv sortovykh osoblyvostei na vrozhainist ta biometrychni pokaznyky produktsii buriaka stolovoho v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Influence of varietal characteristics on yield and biometric indicators of table beet production in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian university Agriculture and forestry*, iss. 9. pp. 143–153. [in Ukrainian].

9. Palamarchuk, I.I. (2021). Adaptyvnist sortiv buriaku stolovoho v umovakh zmin klimatu [Adaptability of table beet varieties in conditions of climate change]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 4 (23). pp. 112–123. [in Ukrainian].

10. Sych, Z.D., & Sych, I.M. (2005). *Harmoniia ovochevoi krasy i korysti [Harmony of vegetable beauty and benefit]*. Kyiv : Aristei [in Ukrainian].

11. Iaroshevska, A. P. (2008). Stolovyi buriak – dzherelo mikroelementiv. [Table beet – a source of micro-fertilizers]. *Dim, sad, horod – House, garden, vegetable garden,* 7. pp. 4–5. [in Ukrainian].

12. Bezvikonnyi, P., Myalkovsky, R., Muliarchuk, O., & Tarasiuk V. (2020). Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, iss. 10(6), pp. 28–37. [in English].

УДК 631.445.4:631.582

Войтовик М. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства,
Білоцерківський національний аграрний університет
Біла Церква, Україна
E-mail: *zemlerobstvo_@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-6943-3213*

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ

Анотація

Метою досліджень було виявлення впливу систем удобрення і обробітку ґрунту на продуктивність короткоротаційних сівозмін на чорноземах типових. Дослідження проведено в підзоні нестійкого зволоження Лісостепу на чорноземі типовому дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету. Виявлено, що найвища продуктивність сівозміни зафіксована у зернопросапній сівозміні на фоні мінеральної системи удобрення, що становить 8,8 т/га к. од. Органо-мінеральна система удобрення у зернопросапній сівозміні мала лише тенденцію до зниження продуктивності сівозміни. Найвищу продуктивність чотирьох короткоротаційних сівозмін забезпечив варіант полицево-безполицевого обробітку ґрунту. У плодозмінній і зернопросапній сівозмінах продуктивність знаходилась на одному рівні, а підвищилася вона за зернопросапної спеціалізованої сівозміни на 1,8% і просапної сівозміни на 1,5%, порівняно з контролем. За мілкого безполицевого обробітку спостерігалася тенденція до такого зменшення продуктивності: за плодозмінної на 12,2%, за зернопросапної на 18,6%, за зернопросапної спеціалізованої на 5,6%, за просапної на 11,9% порівняно з диференційованим обробітком ґрунту. Найбільший збір кормових одиниць з 1 га одержано за застосування мінеральної системи удобрення. Органічна система удобрення призвела до суттєвого зниження продуктивності ріллі порівняно з мінеральною системою. У зернопросапній сівозміні стабільність зросла до 79–83%. Стабільність землеробства у зернопросапній спеціалізованій сівозміні призвела до істотного зниження продуктивності.

Ключові слова: *система удобрення, врожайність, кормові одиниці, стабільність.*

Вступ. За сучасних умов агропромислового виробництва ефективне використання землі, збереження та підвищення родючості ґрунту, забезпечення високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур можливе лише за рахунок дотримання науково обґрунтованих систем землеробства [13, с. 147]. Основою будь-якої сучасної системи землеробства були і залишаються інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні [7, с. 46].

Одним із важливих показників продуктивності сівозміни є вихід з одного гектара кормових одиниць, перетравного протеїну, зерна, оскільки за цими показниками можна дати правильну оцінку спроможності одиниці площі через продукцію реалізувати можливості як ефективності, так і родючості. Залежно від підбору культур, системи удобрення, системи основного обробітку ґрунту, структури сівозміни ці показники можуть змінюватися [1, с. 110–114; 2, с. 19; 9, с. 12; 22, с. 7–12].

Науково обґрунтовані системи удобрення з урахуванням особливостей ґрунту, кліматичних умов та біологічних особливостей культур суттєво підвищують продуктивність зернопросапної сівозміни [11, с. 13; 18, с. 10]. Систематичне застосування добрив на чорноземних ґрунтах підвищувало продуктивність зернопросапної сівозміни на 8–9% [21, с. 75–78].

Урожайність культур, як і продуктивність сівозміни в цілому, виступає інтегральним показником ефективної родючості ґрунту, а її рівень визначається складним поєднанням цілого комплексу ґрунтових, погодних і біологічних факторів, системою удобрення культур, набором та схемою чергування їх у сівозміні [14, с. 147–150; 16, с. 104].

За науково обґрунтованого чергування культур поліпшуються умови життєдіяльності мікроорганізмів, зростає продуктивність агроценозів, покращується якість сільськогосподарської продукції й екологічний стан довкілля [4, с. 25; 25, с. 713–721].

Основним показником ефективності сівозміни є її загальна продуктивність [20, с. 24]. Рівень продуктивності культур, що входять до складу сівозміни, є результатом усіх технологічних заходів їхнього вирощування [17, с. 67]. Рівень урожайності кожної культури та продуктивність сівозміни у цілому значною мірою залежить від впливу попередників, системи обробітку ґрунту, удобрення та засобів захисту рослин [23, с. 1751; 24, с. 2770].

Мета дослідження – виявлення впливу систем удобрення і обробітку ґрунту на продуктивність короткоротаційних сівозмін чорнозему типового.

© Войтовик М. В., 2023

DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.2

Виклад основного матеріалу дослідження. Польові дослідження проводили упродовж 2012–2021 рр. у стаціонарному досліді Білоцерківського національного аграрного університету.

Дослід двофакторний. Градації систем удобрення (А). Нульовий рівень – без добрив. Органо-мінеральна частина – для відтворення родючості ґрунту пріоритетним було використання органічних добрив, внесення 8 т гною на 1 га сівозмінної площі і 3,5 т маси післяжнивних сидератів, нетоварної частини врожаю, внесення 110 кг ($N_{27}P_{38}K_{45}$) мінеральних добрив.

Градації систем обробітку ґрунту (В). Диференційований контроль – проведення полицевого обробітку ґрунту у полях буряків цукрових і соняшнику, під пшеницю озиму, одного мілкого безполицевого обробітку під гречку та один раз чизельного обробітку під ячмінь. Полицево-безполицевий обробіток – проведення за ротацію сівозміни 1 раз різноглибинної оранки під просапні культури, два рази мілкого безполицевого обробітку під пшеницю озиму і гречку та 1 раз чизельного обробітку під ячмінь. Мілкий безполицевий – проведення обробітку ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см під усі культури сівозміни.

На всіх варіантах рештки соломи пшениці після збору урожаю подрібнювали і заробляли у ґрунт дисковою бороною. Після збору пшениці проводили підготовку ґрунту до сівби гірчиці білої на сидеральну масу. У кінці вересня – на початку жовтня післяжнивні посіви гірчиці по всіх варіантах заробляли у ґрунт.

Площа посівної ділянки становить 171 м^2, облікової – 112 м^2, повторність – 3-разова. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий з вмістом гумусу в 0–30 см шарі ґрунту 3,7–3,94%, легкогідролізованого азоту (за методом Корнфільда) – 110, рухомих сполук фосфору і калію відповідно 120 і 110 мг/кг ґрунту. Водно-фізичні властивості ґрунту дослідної ділянки сприятливі. Так, щільність ґрунту обороблюваного шару коливається у межах 1,16–1,25 г/см^3, а загальна щілинність становить 52–55%.

До короткоротаційних сівозмін входили такі культури: до плодозмінної: зернові – 40%, просапні – 20%, круп'яні – 10%, багаторічні трави – 10% (люцерна – пшениця озима + гірчиця біла сидерат – буряки цукрові і соняшник – гречка – ячмінь з підсівом люцерни; до зернопросапної: зернові – 60%, просапні – 40% (соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь – кукурудза на зерно); до зернопросапної спеціалізованої: зернові – 40%, просапні – 40%, круп'яні – 20% (гречка – пшениця озима – кукурудза на зерно, соняшник – ячмінь – соняшник); до просапної: зернові та зернобобові – 40%, просапні – 60% (горох – пшениця озима – соняшник – кукурудза на зерно – соняшник).

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [12, с. 332; 7, с. 46]. Агрометеорологічні умови характеризувались істотним відхиленням від середньобагаторічних показників як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації з тенденцією у бік зростання як кількості опадів, так і температур, але в цілому вплив досліджуваних факторів спостерігався стабільно.

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за допомогою комп'ютерної програми Excel 11.0.6560.0.

Продуктивність окремих культур і сівозміни загалом слугує важливим показником, який уможливлює проведення порівняльної оцінки культур різних біологічних груп. Найчастіше її визначають за виходом кормових, зернових, кормопротеїнових одиниць та за кількістю енергії, яка акумулюється в одиниці продукції.

Найбільший збір кормових одиниць з 1 га (8,8 т/га) отримано у зернопросапній сівозміні за застосування мінеральної системи удобрення (табл. 1).

Застосування органо-мінеральної системи удобрення зумовило неістотне зниження продуктивності культур всіх короткоротаційних сівозмін. Органічна система удобрення за застосування лише природних ресурсів із внесенням на 1 га 8 т гною та 3,0 т нетоварної частини урожаю і маси післяжнивних сидератів призвела до суттєвого зниження продуктивності на 22,5% порівняно з мінеральною системою удобрення.

Найвищу продуктивність чотирьох короткоротаційних сівозмін забезпечив варіант полицево-безполицевого обробітку ґрунту. У плодозмінній і зернопросапній сівозмінах продуктивність знаходилась на одному рівні, а підвищилася вона за зернопросапної спеціалізованої на 1,8% і просапної на 1,5% порівняно з контролем.

За мілкого безполицевого обробітку спостерігалася тенденція до зменшення продуктивності: за плодозмінної на 12,2%, за зернопросапної на 18,6%, зернопросапної спеціалізованої на 5,6% і просапної на 11,9% порівняно з диференційованим обробітком ґрунту. Це можна пояснити зростанням забур'яненості полів сівозмін, а також ущільненням ґрунту.

Найвища продуктивність сівозміни зафіксована у зернопросапній сівозміні на фоні мінеральної системи удобрення, що становить 8,8 т/га к. од. Органо-мінеральна система удобрення у зернопросапній сівозміні мала лише тенденцію до зниження продуктивності сівозміни.

За результатами фактичної урожайності культур і продуктивності короткоротаційних сівозмін за різних систем удобрення проведено розрахунок балансу валових форм поживних речовин у 0–30 см шарі ґрунту.

У дослідженнях, проведених на чорноземних ґрунтах у чотирьох п'ятипільних сівозмінах упродовж двох ротацій, найбільшу продуктивність забезпечували варіанти з поєднаним заорюванням соломи пшениці озимої,

Таблиця 1. Продуктивність сівозмін залежно від систем удобрення та обробітку ґрунту, виражена сумою основної і побічної продукції, т/га к. од.

Система удобрення, А	Варіант обробітку ґрунту, В	Сівозміна			
		Плодозмінна	Зернопросапна	Зернопросапна спеціалізована	Просапна
Без добрив	1	3,9	5,2	4,3	5,8
	2	3,2	5,3	4,4	5,9
	3	3,2	4,3	5,5	5,3
Органічна	1	5,1	6,4	5,0	6,3
	2	5,1	6,4	5,0	6,5
	3	4,4	5,3	4,6	5,8
Органо-мінеральна	1	6,7	7,7	5,5	6,8
	2	6,9	7,6	5,7	6,7
	3	5,8	6,2	4,7	5,6
Мінеральна	1	7,0	8,7	6,3	7,8
	2	7,5	8,8	6,5	7,9
	3	6,4	6,9	5,3	6,8
$НІР_{05}$ А		0,72	0,26	0,17	0,15
$НІР_{05}$ В		0,64	0,20	0,13	0,13

Примітки: 1 – диференційований (контроль); 2 – полицево-безполицевий; 3 – мілкий безполицевий обробіток

сидератів (5,65 т/га з.од.), з поєднаним заорюванням під буряки цукрові соломи пшениці озимої і післяжнивної гірчиці (8,17 т/га к.од.) [10, с. 5–9].

У плодозмінній семипільній сівозміні найвищий вихід кормових одиниць (5,7 т/га) забезпечила органо-мінеральна система удобрення з насиченням $N_{56}P_{49}K_{69}$ + гній 15 т/га ріллі [3, с. 29–32].

Застосування мінеральних добрив спільно з органічними поліпшує агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунту, що підвищує ефективність добрив, при цьому зростає продуктивність культур і продуктивність сівозміни [8, с. 14–17; 19, с. 52–60].

За поєднання мінеральних добрив з гноєм продуктивність культур посіла проміжне місце [5, с. 38].

На думку С.А. Балюка та ін. [6, с. 14], для чорноземних ґрунтів рекомендується рівень повернення у ґрунт із добривами для азоту 80%, фосфору – 130–150%, калію – 80–100%. Науковий і практичний інтерес має інформація, одержана у результаті розрахунків структури плодозмінної сівозміни, про рівень адекватності продуктивності ріллі. За зернопросапної сівозміни оптимальний рівень досягається за мінеральної системи удобрення, неістотно занижений – у органо-мінеральної, істотно занижений рівень адекватності – в органічній системі удобрення. Оптимальний рівень адекватності відмічено за органічної системи удобрення просапної сівозміни. За органо-мінеральної і мінеральної систем удобрення просапної і зернопросапної спеціалізованої сівозміни фактична продуктивність ріллі істотно занижена порівняно з ресурсно забезпеченою.

Отже, критерієм раціонального вибору варіантів систем удобрення має стати досягнення біокліматично, екологічно й економічно обґрунтованої продуктивності ріллі, забезпечення відтворення родючості ґрунту. Саме так можна досягти стабільного розвитку галузі землеробства.

Здатність будь-якого ландшафту підтримувати стабільність свого балансу, природне самовідновлення та стійкість до антропогенного навантаження визначається, зокрема, його різноманітністю та просторовою варіабельністю [15, с. 36]. Стабільність землеробства розраховується за такою формулою:

$$C_{\%} = 100 - \frac{S*100}{\bar{x}}, \quad (1)$$

де: $C_{\%}$ – стабільність землеробства; S – стандартне відхилення; $\bar{x}$ – середній показник за період спостережень.

Шкала оцінки стабільності: С≥90% – висока, С-89÷80% – середня і С<80% – низька.

Розраховані показники стабільності наведено на рис. 1.

Вирощування кукурудзи за зернопросапної спеціалізованої сівозміни характеризується найвищою стабільністю, де $C_{\%}$ в середньому по культурі складав 83–86% (середня стабільність).

Вирощування гречки в плодозмінній і зернопросапній сівозміні супроводжувалось низькою стабільністю, що в середньому становила 57–66%.

У середньому серед систем удобрення найвищою стабільністю відзначились органічна і мінеральна системи удобрення із показниками стабільності 81% і 82%. На неудобреному варіанті зернопросапної сівозміни стабільність знаходилася на нижчому рівні – 73%. Серед систем обробітку ґрунту за полицево-безполицевого

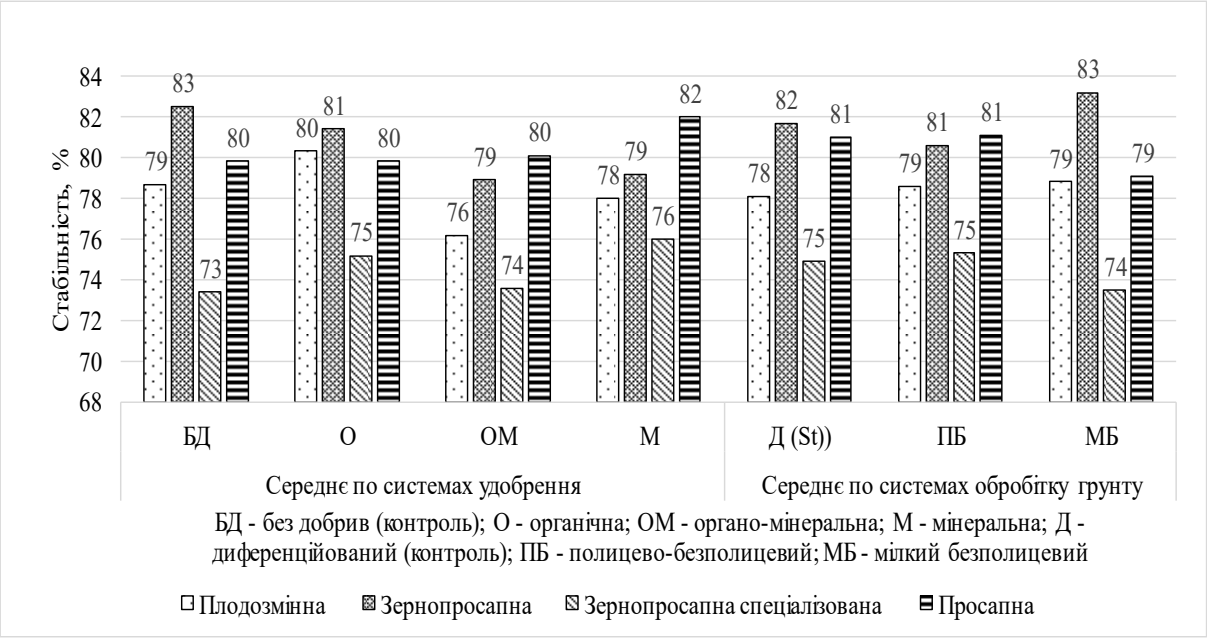

Рис. 1. Стабільність систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозмінах, % (2012–2021 рр.)

і диференційованого варіантів стабільність була вищою. Мілкий безполицевий обробіток призводив до зниження стабільності.

Найвища стабільність, характерна для зернопросапної сівозміни, у середньому становила 79–83%. Вирощування культур у зернопросапній спеціалізованій сівозміні призводило до істотного зниження стабільності.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Найбільший збір кормових одиниць з 1 га одержано за застосування мінеральної системи удобрення. Органічна система удобрення за застосування лише природних ресурсів із внесенням на 1 га гною та нетоварної частини урожаю, маси післяжнивних сидератів призвела до суттєвого зниження продуктивності ріллі порівняно з мінеральною системою. У зернопросапній сівозміні стабільність зросла до 79–83%. Стабільність землеробства у зернопросапній спеціалізованій сівозміні призвела до істотного зниження продуктивності.

Список використаних джерел

1. Продуктивність культур зерно-бурякової сівозміни в залежності від добрив / А.Ф. Борівський, Н.К. Шиманська, К.А. Савчук. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2013. Вип. 18. С. 110–114.

2. Гера О.М. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня удобрення. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук».* 2014. Вип. 3. С. 17–24.

3. Вплив добрив і засобів захисту рослин на продуктивність сівозмін Полісся / І.В. Гриник, Ю.О. Бакун, О.І. Бакун. *Вісник аграрної науки.* 2002. № 5. С. 29–32.

4. Єщенко В.О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* Київ : ВП «Едельвейс». 2015. Вип. 1. С. 23–27.

5. Добрива, сівозміни і продуктивність / А.С. Заришняк, С.І. Руцька, Н.А. Шиманська та ін. *Цукрові буряки.* 2004. № 5. С. 8–9.

6. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів / С.А. Балюк, Б.С. Носко, В.В. Шимель, Л.В. Єтеревська, Г.Ф. Момот. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 3. С. 12–19.

7. Зубець М.В., Ситник В.П., Безуглий М.Д. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України. Київ, 2008. 46 с.

8. Іванюк В.Я. Вплив способів обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність сівозмін в Східному Лісостепу. *Збірник Наукових праць Інституту землеробств*а. Київ, 2005. С. 14–17.

9. Камінська В.В., Клименко І.І. Продуктивність культур ланки зернопросапної сівозміни залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 8. С. 10–13.

10. Камінський В.Ф., Бойко П.І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.

11. Кудря С.І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з різними бобовими культурами на чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки.* 2020. № 1. С. 13–18. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-02.

12. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко ; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

13. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ : Аграрна наука, 2002. С. 146–147.

14. Смага І.С. Оцінка продуктивності зернопросапних сівозмін за різної насиченості кукурудзою та цукровим буряком. *Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії :* матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-

конференції, присвяченої 95-річчю утворення кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії ЛНАУ та Міжнародному дню агрохіміка, м. Львів, 9–13 червня 2014 р. Львів, 2014. С. 145–153.

15. Танчик С.П., Манько Ю.П. Ефективність систем екологічного землеробства в Лісостепу України. *Агробіологія.* 2017. № 2. С. 30–38.

16. Ткаченко М.А., Літвінов Д.В. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрохімічного навантаження. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 100–106.

17. Філоненко С.В., Тищенко М.В. Урожайність пшениці озимої в короткоротаційній просапній сівозміні залежно від удобрення й основного обробітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2020. № 3. С. 61–69. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.07.

18. Цвей Я.П., Горобець А.М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін в Лісостепу України. *Цукрові буряки.* 2006. № 6. С. 10–11.

19. Центило Л.В. Продуктивність сівозміни залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2019. Вип. 3. 52–60. DOI: https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-3(103).

20. Продуктивність короткоротаційних сівозмін в зоні Лісостепу за різних рівнів інтенсифікації / Я.С. Цимбал, П.І. Бойко, І.В. Мартинюк, М.М. Пташнік. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2. С. 23–29.

21. Цюк О.А. Продуктивність ріллі зернопросапної сівозміни Лісостепу під впливом екологізації землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* 2008. № 4. С. 75–78.

22. Шевченко М.С., Лебідь Е.М., Десятник Л.М. Продуктивність науково обґрунтованих сівозмін у зоні Степу. *Збірник наукових. праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук».* 2015. Вип. 1. С. 7–2.

23. Darguza Vadara and Gaile Zinta. The Productivity of Crop Rotation Depending on the Incuded Plants and Soil Tillage. Agriculture. 2023. № 13 (9). P. 1751. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture13091751.

24. Haruna S.I., Kongolo N.V. Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties/ Sustainability. 2019. № 11 (10). P. 2770. DOI: https://doi.org/10.3390/su11102770.

25. Changes in the hardness and moisture capacities of a typical black soil in the agrocenose of winter wheat and sunflower / M. Voitovyk, I. Prymak, O. Tsyuk, Y. Sleptsov, O. Panchenko. *Journal of Central European Agriculture*. 2023. № 24 (3). P. 713–721. DOI: https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.3.3851.

Voitovyk M. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Agriculture, Agrochemistry and Soil Science,
Bila Tserkva National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
E-mail: *zemlerobstvo_@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-6943-3213*

PRODUCTIVITY OF SHORT ROTATION CROP ROTATIONS ON TYPICAL BLACK SOIL

Abstract

The purpose of the research was to identify the influence of fertilization and tillage systems on the productivity of short-rotation crop rotations on typical chernozems. The research was carried out in the subzone of unstable moisture of the forest-steppe on the typical chernozem of the experimental field of the Bilotserk National Agrarian University. It was found that the highest crop rotation productivity was recorded in the grain row against the background of the mineral fertilizer system, which is 8.8 t/ha. The organo-mineral fertilization system in grain-row crop rotation had only a tendency to decrease crop rotation productivity. The highest productivity of the four short-rotation crop rotations was provided by the shelf-no-shelf tillage option, in the crop rotation and grain-row crop rotations it was at the same level, and it increased in the specialized grain-row rotation by 1.8% and in the row-row by 1.5%, compared to the control. Under shallow tillage, there was a tendency to decrease productivity: under crop rotation by 12.2%, under grain-rowing by 18.6%, specialized grain-rowing by 5.6%, and row-rowing by 11.9%, compared to differentiated tillage. The largest collection of fodder units from 1 ha was obtained using the mineral fertilizer system. The organic fertilization system led to a significant decrease in the productivity of arable land, compared to the mineral system. In grain-row crop rotation, stability increased to 79-83%. The stability of agriculture in specialized crop rotation led to a significant decrease.

Key words: *fertilization system, productivity, fodder units, stability.*

References

1. Borivskyi, A.F., Shymanska, N.K., & Savchuk, K.A. (2013). Produktyvnist kultur zerno-buriakovoi sivozminy v zalezhnosti vid dobryv [Productivity of grain-beet crops depending on fertilizers]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 18. 110-114. [in Ukrainian].

2. Hera, O.M. (2014). Produktyvnist silskohospodarskykh kultur zalezhno vid rivnia udobrennia [Productivity of agricultural crops depending on the level of fertilization]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*, pp. 17–24. [in Ukrainian].

3. Hrynyk, I.V., Bakun, Yu.O., & Bakun, O.I. (2002). Vplyv dobryv i zasobiv zakhystu roslyn na produktyvnist sivozmin Polissia [The influence of fertilizers and plant protection products on the productivity of crop rotations in Polissia]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 5. pp. 29–32. [in Ukrainian].

4. Yeshchenko, V.O. (2015). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk "Zemlerobstvo". Kyiv: VP "Edelveis". 1. pp. 23–27. [in Ukrainian].

5. Zaryshniak, A.S., Rutska, S.I., & Shymanska, N.A., et al. (2004). Dobryva, sivozminy i produktyvnist [Fertilizers, crop rotations and productivity]. *Tsukrovi buriaky.* 5. pp. 8–9. [in Ukrainian].

6. Baliuk, S.A., Nosko, B.S., Shymel, V.V., Yeterevska, L.V., & Momot H.F. (2019). Optymizatsiia zhyvlennia roslyn u systemi faktoriv efektyvnoi rodiuchosti hruntiv [Optimizing plant nutrition in the system of effective soil fertility factors]. Visnyk ahrarnoi nauky, 3. S. 12–19. [in Ukrainian].

7. Zubets, M.V., Sytnyk, V.P., & Bezuhlyi, M.D. (2008). *Metodychni rekomendatsii shchodo optymalnoho spivvidnoshennia silskohospodarskykh kultur u sivozminakh riznykh gruntovo-klimatychnykh zon Ukrainy [Methodological recommendations regarding the optimal ratio of agricultural crops in crop rotations of different soil and climatic zones of Ukraine].* Kyiv, 46 p. [in Ukrainian].

8. Ivaniuk, V.Ya. (2005). Vplyv sposobiv obrobitku gruntu ta systemy udobrennia na produktyvnist sivozmin v Skhidnomu Lisostepu [The influence of tillage methods and fertilization systems on the productivity of crop rotations in the Eastern Forest Steppe]. *Zb. Naukovykh prats Instytutu zemlerobstva*. Kyiv, pp. 14–17. [in Ukrainian].

9. Kaminska, V.V., & Klymenko, I.I. (2014). Produktyvnist kultur lanky zerno prosapnoi sivozminy zalezhno vid udobrennia [Productivity of crops of the grain link of row crop rotation depending on fertilizer]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 8. Pp. 10–13. [in Ukrainian].

10. Kaminskyi, V.F., & Boiko, P.I. (2013). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 6. pp. 5–9. [in Ukrainian].

11.Kudria, S.I. (2020). Produktyvnist korotkorotatsiinoi sivozminy z riznymy bobovymy kulturamy na chornozemi typovomu [Productivity of short-rotation crop rotation with various leguminous crops on typical chernozem]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1. pp. 13–18. [in Ukrainian].

12. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii (2014). Pidruchnyk. [Basics of scientific research in agronomy]. V. O. Yeshchenko, P. H. Kopytko, P. V. Kostohryz; V. P. Opryshko. ; za red. V. O. Yeshchenka ; Vinnytsia: PP "TD "Edelveis i K"", 332 p. [in Ukrainian].

13. Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy (2002). [Crop rotations in the agriculture of Ukraine]. (Saiko, V.F., Boiko, P.I. Eds.). Kyiv: Ahrarna nauka, pp. 146–147. [in Ukrainian].

14. Smaha, I.S. (2014). Otsinka produktyvnosti zerno-prosapnykh sivozmin za riznoi nasychenosti kukurudzoiu ta tsukrovym buriakom [Evaluation of the productivity of grain-row crop rotations with different corn and sugar beet saturation]. Aktualni problemy gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii: Materialy mizhnarod. Nauk.-prakt. Internet-konf., prysviach. 95-richchiu utvorennia kafedry gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii LNAU ta Mizhnarodnomu Dniu ahrokhimika (9–13 chervnia 2014 r., m. Lviv). Lviv, pp. 145–153. [in Ukrainian].

15. Tanchyk, S.P., & Manko, Yu.P. (2017). Efektyvnist system ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy [Effectiveness of ecological farming systems in the forest-steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia*. 2. pp. 30–38. [in Ukrainian].

16. Tkachenko, M.A., & Litvinov, D.V. (2014). Produktyvnist typovykh sivozmin Lisostepu zalezhno vid intensyvnosti ahrokhimichnoho navantazhennia [Productivity of typical crop rotations of the Forest Steppe depending on the intensity of agrochemical load]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 22. pp. 100–106. [in Ukrainian].

17. Filonenko, S.V., & Tyshchenko, M.V. (2020). Urozhainist pshenytsi ozymoi v korotkorotatsiinii prosapnii sivozmini zalezhno vid udobrennia y osnovnoho obrobitku gruntu [Yield of winter wheat in short-rotation row crop rotation depending on fertilization and main tillage]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 3. pp. 61–69.[in Ukrainian].

18. Tsvei, Ya.P., & Horobets, A.M. (2006). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin v Lisostepu Ukrainy [Productivity of short-rotation crop rotations in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Tsukrovi buriaky*, 6. pp. 10–11. [in Ukrainian].

19. Tsentylo, L.V. (2019). Produktyvnist sivozminy zalezhno vid udobrennia i obrobitku hruntu [Productivity of crop rotation depending on fertilization and tillage]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 3. pp. 52–60. [in Ukrainian].

20. Tsymbal, Ya.S., Boiko, P.I., Martyniuk, I.V., & Ptashnik, M.M. (2022). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin v zoni Lisostepu za riznykh rivniv intensyfikatsii [Productivity of short-rotation crop rotations in the forest-steppe zone at different levels of intensification]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2. pp. 23–29. [in Ukrainian].

21. Tsiuk, O.A. (2008). Produktyvnist rilli zerno-prosapnoi sivozminy Lisostepu pid vplyvom ekolohizatsii zemlerobstva [Productivity of arable land of grain-row crop rotation of the Forest Steppe under the influence of agricultural greening]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 4. pp. 75-78. [in Ukrainian].

22. Shevchenko, M.S., Lebid, E.M., & Desiatnyk, L.M. (2015). Produktyvnist naukovo obgruntovanykh sivozmin u zoni Stepu [Productivity of scientifically based crop rotations in the Steppe zone]. Zbirnyk naukovykh. prats. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», Vyp.1. pp. 7–12. [in Ukrainian].

23. Darguza Vadara and Gaile Zinta. (2023). The Productivity of Crop Rotation Depending on the Incuded Plants and Soil Tillage. Agriculture. 2023, 13(9), 1751.

24. Haruna S.I., & Kongolo N.V. (2019). Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties/ Sustainability, 2019, 11(10), 2770.

25. Voitovyk, M., Prymak, I., Tsyuk, O., Sleptsov, Y., & Panchenko, O. (2023). Changes in the hardness and moisture capacities of a typical black soil in the agrocenose of winter wheat and sunflower. Journal of Central European Agriculture, 2023. 24(3). 713–721.

UDC 631.582.5:631.8:633.11

Mashchenko Yu. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Scientific and Technological Department for Soil Fertility Conservation,
Institute of Agriculture of the Steppe of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Kropyvnytskyi, Ukraine
E-mail: *mawenko2015@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-7965-0193*

Sokolovska I. M.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Crop Farming and Agroengineering,
Kherson State Agrarian Economic University
Kropyvnytskyi, Ukraine
E-mail: *marketing-kiapv@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-4256-8852*

YIELD, PRODUCTIVITY, AND ECONOMIC EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION DEPEND ON CROP ROTATION LINK AND FERTILIZER SYSTEMS

Abstract

The yield of agricultural crops is influenced by a complex of natural and agrotechnical factors. The productivity of each crop can only be considered in direct relation to the specific conditions of its cultivation. Among the agrotechnical techniques included in modern technologies, the correct placement of varieties after different predecessors in crop rotation is the most important. The structure of crop rotation and the fertilizer system are the simplest and most accessible agrotechnical measures that ensure high productivity of agricultural crops. The objective application of mineral fertilizers is one of the important elements of winter wheat cultivation technology that can solve the problem of optimizing the crop's fertilization system.

However, for the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, these issues remain insufficiently studied. Therefore, research on the influence of the structure, composition, and placement of crops in short rotation crop rotations, the productivity and yield of winter wheat, and their economic justification are quite relevant.

It has been established that the crop rotation factor positively affects the yield of winter wheat when grown after non-steam predecessors and different fertilizer systems. The highest yield level of winter wheat variety Oranta Odeska was observed in the buckwheat–soybean–winter wheat rotation with an organo-mineral fertilizer system, reaching 6.45 t/ha. The yield of winter wheat significantly depended on the use of fertilizer systems in both crop rotation links. The highest yield increments were found in the soybean–soybean–winter wheat rotation with an organo-mineral fertilizer system, reaching 1.94 t/ha.

A significant factorial dependence of winter wheat productivity on crop rotation link was proven under conditions without fertilizers and with a mineral fertilizer system. The highest nutrient uptake index was provided by the organo-mineral fertilizer system – 6.96 t/ha and 7.10 t/ha of grain units, 8.93 t/ha and 9.10 t/ha of feed units, 0.76 t/ha and 0.77 t/ha of digestible protein, respectively, for the soybean–soybean–winter wheat and buckwheat–soybean–winter wheat crop rotation links. The highest yield increments of grain and feed units were obtained with the mineral fertilizer system: 2.14 t/ha (44.3%) and 2.74 t/ha (44.3%), respectively. Additional 45.5% (0.24 t/ha) of digestible protein was formed by winter wheat plants in the soybean–soybean–winter wheat crop rotation link with an organo-mineral fertilizer system.

The highest economic indicators in winter wheat cultivation were found in the variant without fertilizers in the buckwheat–soybean–winter wheat crop rotation link, which allowed for a net profit of 9136 UAH/ha and a profitability of 62.4% with expenses of 14629 UAH/ha.

Key words: *crop rotation links, fertilizer systems, yield, productivity, economic efficiency, winter wheat.*

Introduction. The most important food crop in our country is wheat. Increasing the gross yield of high-quality winter wheat grain is one of the priority directions for the development of agriculture in Ukraine and worldwide, and the variety is one of the most effective methods of increasing productivity.

According to scientific research, the potential of modern varieties of winter wheat is only realized by 30–40% [2; 4; 8; 9].

The yield of agricultural crops is influenced by a complex of natural and agronomic factors. The productivity of each crop can only be considered in direct relation to the specific conditions of its cultivation. The use of individual technologies in the cultivation of modern varieties does not fully realize the biological properties of plants, which ultimately affects the productivity levels [3, 13].

Among the agronomic practices that are part of modern technologies, the most important is the proper placement of varieties after different predecessors in crop rotation. In recent years, winter cereals have been increasingly sown after

© Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.3

non-traditional predecessors such as spring barley, sunflower, and rapeseed. This has a negative impact on the phytosanitary condition of the fields, moisture supply, nutrient regime of the soil, and leads to a decrease in crop productivity [5; 6; 7].

Structure of crop rotation and fertilization system are the simplest and most accessible agronomic measures that allow forming the soil fertility background, determining the mineral nutrition regime, and ensuring high productivity of agricultural crops. The most environmentally stable fertilization system is one that combines the application of mineral fertilizers with the incorporation of by-products and nutrient-rich cover crops [10; 11; 12; 15].

Recently, the question of applying fertilizer rates and methods to winter wheat crops has become relevant. The scientifically justified use of mineral fertilizers and bio-preparations is one of the important elements of winter wheat cultivation technology that can solve the problem of optimizing the fertilization system for the crop [1; 14].

However, for the conditions of the Northern Steppe region of Ukraine, these issues remain insufficiently studied. Therefore, research on the influence of the structure, composition, and placement of crops in short rotation crop rotations, as well as the productivity and yield of individual crops, is quite relevant.

The aim of the research is to establish the dependence of winter wheat yield levels in different links of short rotation crop rotations on fertilization systems and determine the level of economic efficiency of the investigated factors**.**

The object of the research is crop rotation links and fertilization systems.

Research methodology. The research methods included field and laboratory-field experiments. Field experiments were conducted from 2019 to 2023 in the agriculture laboratory of the Institute of Agriculture of the Steppe, National Academy of Agrarian.

Winter wheat of the Oranta Odessa variety was grown in short rotation crop rotations with different soybean saturation. The crop rotation with up to 60% soybean saturation included the following crop rotation sequence: 1. Soybean; 2. Winter wheat; 3. Soybean; 4. Corn for grain; 5. Soybean. The crop rotation with up to 40% soybean saturation included the following crop rotation sequence: 1. Soybean; 2. Winter wheat; 3. Soybean; 4. Corn for grain; 5. Buckwheat.

Winter wheat sowing was conducted at optimal sowing dates with a recommended seeding rate of 5.0 million seeds/ha, alongside three fertilizer systems: 1. Without fertilizer; 2. Mineral fertilizer system; 3. Organic-mineral fertilizer system. Considering that different crops were grown in the crop rotations, the fertilizer system included the application of scientifically justified norms for the Northern Steppe zone. For crop rotations with up to 60% soybean saturation, the mineral fertilizer system included $N_{50}P_{20}K_{20}$, while for crop rotations with up to 40 % soybean saturation, $N_{70}P_{40}K_{40}$ was applied. However, to maintain an average fertilizer rate of $N_{40}P_{40}K_{40}$ per rotation, the organic-mineral fertilizer system utilized mineral fertilizers similar to the mineral fertilizer system, along with by-products of the preceding crop as organic fertilizers.

The establishment and conduct of the experiments were carried out according to field research methodology.

To achieve high winter wheat yields during the research period, favorable weather conditions were present in 2022 and 2023. Weather conditions in 2021 and particularly in 2019 were not favorable for obtaining high yields of winter cereals, including winter wheat.

The presentation of the main material of the research. It is known that the main components for obtaining high yields of winter wheat are and remain the creation of optimal growing conditions for this crop. By studying the reaction of winter wheat plants to their location in different crop rotations, we have established that on average for 2019–2023, this factor has gained significant importance in variants without fertilizers and under the mineral fertilization system. Growing winter wheat in the crop rotation of buckwheat–soybean–winter wheat has contributed to obtaining reliable yield increases compared to the crop rotation of soybean–soybean–winter wheat, which amounted to 0.46 t/ha without fertilizers and 0.21 t/ha under the mineral fertilization system (Table 1).

Therefore, we have established that the crop rotation factor positively affects the yield of winter wheat when grown on non-steam predecessors in the absence of fertilizers and under the mineral fertilization system, and is neutralized

Table 1. Yield of winter wheat variety Oranta Odeska depending on the crop rotation links and fertilization system (2019–2023)

Crop rotation links, Factor A	Fertilizer system, Factor B	Average for 2019–2023	Difference			
			factor A		factor B	
			t/ha	%	t/ha	%
Soybean–soybean–winter wheat	Without fertilizer	4,39	–	–	–	–
	Mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$	5,85	–	–	1,47	33,4
	Organic-mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$+By-p.P*	6,33	–	–	1,94	44,3
Buckwheat–soybean–winter	Without fertilizer	4,85	0,46	10,5	–	–
	Mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$	6,07	0,21	3,7	1,22	25,2
	Organic-mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$+ By-p.P*	6,45	0,12	1,9	1,60	33,1
Average		5,66	–	–	–	–
LSD_{05}		A=0,13	B=0,16		AB=0,22	

Note: By-p.P* – by-product of the previous culture

when using the organo-mineral fertilization system. Thus, the research has only shown a tendency to obtain lower yields of the crop when using mineral fertilizers in combination with the by-product of the previous crop as organic fertilizers.

Studying the factor of fertilizer systems, it was established that its effect was greater compared to the crop rotation factor, especially when growing winter wheat preceded by soybean replanting. It was found that in the specified crop rotation sequence, the yield increase in the mineral fertilization system was 1.47 t/ha or 33.4%, and in the organo-mineral system it was 1.94 t/ha or 44.3%. Considering that the yield of winter wheat in the crop rotation sequence buckwheat–soybean–winter wheat was higher than in the sequence soybean-soybean-winter wheat, and the difference between the fertilizer treatments was smaller, we also obtained significant but smaller yield increases for the fertilizer systems in the buckwheat–soybean–winter wheat link. According to the data in Table 1, it was found that the yield increase due to the mineral fertilization system was 1.22 t/ha or 25.2%, and for the organo-mineral system it was 1.60 t/ha or 33.1%.

Thus, the results of our research demonstrate that on average for the years 2019–2023, the yield of winter wheat depended on the use of fertilizer systems in both crop rotations links. The highest yield increases were observed when using the organo-mineral fertilizer system in the crop rotation sequence soybean–soybean–winter wheat, reaching 1.94 t/ha. However, the highest yield of winter wheat was obtained when grown in the buckwheat–soybean–winter wheat link with the organo-mineral fertilizer system, reaching 6.45 t/ha.

One of the important criteria for evaluating the effectiveness of crop cultivation is its productivity level. To some extent, the negative impact of the external environment can be reduced by using crop rotation and enriching crop rotations with additional sources of nutrients. We have found that the crop rotation factor and different fertilizer systems had a significant impact on the productivity of winter wheat.

So, in our study, the highest yield of grain units from the winter wheat crop of the Oranta Odeska variety was in the crop rotation chain of buckwheat–soybean–winter wheat. Due to the effect of only the crop rotation factor, this indicator increased by 0.51 t/ha (10.5%) and reached 5.33 t/ha, compared to the link of soybean–soybean–winter wheat – 4.83 t/ha.

A significant increase in grain unit yield was achieved by applying mineral fertilizers – 0.24 t/ha for LSD_{05}=0.14 t/ha. Despite the fact that the highest level of productivity for this indicator was in the organo-mineral fertilizer system – 7.10 t/ha, the influence of the crop rotation factor in this variant was not significant – 0.13 for LSD_{05}=0.14 t/ha (Table 2).

Table 2. Yield of grain units from the winter wheat crop of the Oranta Odeska variety depending on the crop rotation chain and fertilizer system (2019–2023)

Crop rotation links, Factor A	Fertilizer system, Factor B	Average for 2019–2023	Difference			
			factor A		factor B	
			t/ha	%	t/ha	%
Soybean–soybean–winter wheat	Without fertilizer	4,83	–	–	–	–
	Mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$	6,44	–	–	1,61	33,4
	Organic-mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$+By-p.P*	6,96	–	–	2,14	44,3
Buckwheat–soybean–winter	Without fertilizer	5,33	0,51	10,5	–	–
	Mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$	6,68	0,24	3,7	1,34	25,2
	Organic-mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$+ By-p.P *	7,10	0,13	1,9	1,76	33,1
Average		6.22	–	–	–	–
LSD_{05}		A=0,14	B=0,17		AB=0,24	

Note: By-p.P * – by-product of the previous culture

A significantly larger share of the influence on winter wheat productivity in different crop rotation links was attributed to the fertilizer system. In the mineral fertilizer system, the highest additional yield of grain units from the winter wheat crop of the Oranta Odeska variety was obtained in the soybean-soybean-winter wheat link – 1.61 t/ha or 33.4%. In the buckwheat-soybean-winter wheat link, this indicator was slightly lower – +1.34 t/ha or +25.2%, but still significantly exceeded the smallest significant difference.

In the organo-mineral fertilizer system, the yield of grain units from the winter wheat crop was highest – 6.69 t/ha in the soybean-soybean-winter wheat link and 7.10 t/ha in the buckwheat-soybean-winter wheat link. However, it should be noted that growing winter wheat after repeated soybean plantings had the most effective impact on plant productivity, with an additional yield of grain units at 2.14 t/ha, which exceeded the variant without fertilizer application by 44.3%.

The formation of other indicators of winter wheat productivity in our study followed a similar trend. In the soybean-soybean-winter wheat link, the yield of feed units was the lowest at 6.19 t/ha (Table 3).

Replacing one field of soybeans with buckwheat in the crop rotation resulted in an increase in this indicator by 0.65 t/ha (10.5%) and allowed for a yield of 6.84 t/ha of this product.

The use of different fertilizer systems had a more effective impact on crop productivity. In the organo-mineral fertilizer system, the yield of feed units was the highest – 8.93 t/ha for growing winter wheat after repeated soybean plantings and 9.10 t/ha in the buckwheat-soybean-winter wheat link. In the mineral fertilizer system, this productivity

Table 3. Yield of feed units from the winter wheat crop of the Oranta Odeska variety depending on the crop rotation chain and fertilizer system (2019–2023)

Crop rotation links, Factor A	Fertilizer system, Factor B	Average for 2019–2023	Difference			
			factor A		factor B	
			t/ha	%	t/ha	%
Soybean–soybean–winter wheat	Without fertilizer	6,19	–	–	–	–
	Mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$	8,25	–	–	2,07	33,4
	Organic-mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$+By-p.P*	8,93	–	–	2,74	44,3
Buckwheat–soybean–winter	Without fertilizer	6,84	0,65	10,5	–	–
	Mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$	8,56	0,30	3,7	1,72	25,2
	Organic-mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$+ By-p.P *	9,10	0,17	1,9	2,26	33,1
Average		7,98	–	–	–	–
LSD_{05}		A=0,18	B=0,22		AB=0,31	

Note: By-p.P * – by-product of the previous culture

indicator was lower – 8.25 t/ha and 8.56 t/ha respectively, but it increased significantly for growing winter wheat in the soybean-soybean-winter wheat link, obtaining an additional 2.74 t/ha (44.3%) of feed units compared to the control without fertilizers.

A higher collection of digestible protein was observed in both crop rotation links when using the organo-mineral fertilizer system, 0.76 t/ha and 0.77 t/ha respectively, but the effect of the crop rotation factor in this variant was not significant, LSD_{05}=0.01 t/ha. The crop rotation without fertilizer application had a significant impact on this productivity indicator – 0.52 t/ha and 0.58 t/ha, meaning that introducing buckwheat into the crop rotation chain resulted in an increase in protein yield by 0.06 t/ha or 11.4% (Table 4).

Table 4. Yield of digestible protein units from the winter wheat crop of the Oranta Odeska variety depending on the crop rotation chain and fertilizer system (2019–2023)

Crop rotation links, Factor A	Fertilizer system, Factor B	Average for 2019–2023	Difference			
			factor A		factor B	
			t/ha	%	t/ha	%
Soybean–soybean–winter wheat	Without fertilizer	0,52	–	–	–	–
	Mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$	0,70	–	–	0,18	34,5
	Organic-mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$+By-p.P*	0,76	–	–	0,24	45,5
Buckwheat–soybean–winter	Without fertilizer	0,58	0,06	11,4	–	–
	Mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$	0,73	0,03	3,7	0,15	25,2
	Organic-mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$+ By-p.P*	0,77	0,01	1,9	0,19	33,1
Average		0,68	–	–	–	–
LSD_{05}		A=0,01	B=0,02		AB=0,02	

Note: By-p.P * – by-product of the previous culture

Unlike the yield of grain and feed units, the collection of digestible protein was more effectively influenced by the organo-mineral fertilizer system, and the highest increase was obtained for growing winter wheat in the soybean–soybean–winter wheat link – 0.24 t/ha (45.5%). In addition, the crop rotation factor determined active protein accumulation for all fertilizer systems.

Thus, the results of five years of data prove that the productivity of winter wheat depended on the use of fertilizer systems in both crop rotation links. The highest nutrient collection indicators for the Oranta Odeska variety were provided by the organo-mineral fertilizer system – 6.96 t/ha and 7.10 t/ha of grain units, 8.93 t/ha and 9.10 t/ha of feed units, 0.76 t/ha and 0.77 t/ha of digestible protein for growing winter wheat in the soybean–soybean–winter wheat and buckwheat–soybean–winter wheat links, respectively. However, the highest increases in grain and feed unit yields were obtained with the mineral fertilizer system: 2.14 t/ha (44.3%) and 2.74 t/ha (44.3%), respectively. Additional 45.5% (0.24 t/ha) of digestible protein were formed by winter wheat plants in the soybean–soybean–winter wheat link using the organo-mineral fertilizer system.

The instability in prices for agricultural products, energy carriers, plant protection agents, fuel, and mineral fertilizers led to an increase in the costs of growing winter wheat, which has lower grain quality in 2023 due to unfavorable weather conditions and reduced profit. Prices established on August 17, 2023 were used for calculating the economic efficiency of growing winter wheat.

The lowest costs for growing winter wheat were in the variants without fertilizers in both crop rotation links and amounted to 14,430 UAH/ha and 14,629 UAH/ha, respectively (Table 5). The most profitable option turned out to be the variant without fertilizers in the buckwheat-soybean-winter wheat crop rotation chain, where obtaining a higher yield played a decisive role, resulting in a net profit of 9,136 UAH/ha with the highest profitability of 62.4%.

Table 5. Economic efficiency of growing winter wheat variety Oranta Odeska depending on the crop rotation chain and fertilizer system (2019–2023)

Crop rotation links, Factor A	Fertilizer system, Factor B	Yield, t/ha (average for 2019–2023)	Production costs, UAH/ ha	Gross output value, UAH/ ha	Net profit, UAH/ha	Profitability, %
Soybean–soybean–winter wheat	Without fertilizer	4,39	14430	21511	7081	49,1
	Mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$	5,85	22711	28665	5954	26,2
	Organic-mineral $N_{50}P_{20}K_{20}$+By-p.P*	6,33	22919	31017	8098	35,3
Buckwheat–soybean–winter	Without fertilizer	4,85	14629	23765	9136	62,4
	Mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$	6,07	27357	29743	2386	8,7
	Organic-mineral $N_{70}P_{40}K_{40}$+ By-p.P*	6,45	27522	31605	4083	14,8

Note: By-p.P * – by-product of the previous culture

In the organo-mineral fertilization system in the crop rotation of buckwheat–soybean–winter wheat, the highest yield of winter wheat (at the level of 6.45 t/ha) was obtained compared to the soybean–soybean–winter wheat rotation, where 20 kg/ ha less mineral fertilizers were applied. Scientifically justified recommendations for the application of mineral fertilizers were taken into account individually according to the needs of each crop, with an average of $N_{40}P_{40}K_{40}$ per hectare of crop rotation area. However, due to the high price of mineral fertilizers, the production costs of winter wheat increased significantly.

Therefore, the application of mineral and organic fertilizers is necessary and an integral part of the technology for growing winter wheat, which contributes to achieving the highest level of yield. However, at the same time, high prices for mineral fertilizers lead to an increase in production costs from 22,711 UAH/ha to 27,522 UAH/ha, which does not allow for a net profit of more than 2,386–5,954 UAH/ha. The most profitable option in today's conditions is the cultivation of winter wheat without fertilizers in the buckwheat–soybean–winter wheat crop rotation chain, which allows for a net profit of 9,136 UAH/ha with expenses of 14,629 UAH/ha.

Conclusions. Crop rotation positively influenced the yield of winter wheat when grown after non-steam predecessors in the absence of fertilizers and with a mineral fertilizer system, and this effect was neutralized when using an organo-mineral fertilizer system. The highest yield of winter wheat variety Oranta Odeska was obtained when grown in the buckwheat-soybean-winter wheat rotation link with an organo-mineral fertilizer system, reaching 6.45 t/ha.

The yield of winter wheat significantly depended on the fertilizer systems used in both crop rotations. The highest yield increase was observed when using an organo-mineral fertilizer system in the soybean-soybean-winter wheat rotation link, with an increase of 1.94 t/ha.

Crop rotation significantly influenced the productivity of winter wheat, both in the absence of fertilizers and with a mineral fertilizer system. The highest nutrient uptake was observed with the organo-mineral fertilizer system, reaching 6.96 t/ha and 7.10 t/ha of grain units, 8.93 t/ha and 9.10 t/ha of feed units, and 0.76 t/ha and 0.77 t/ha of digestible protein in the soybean-soybean-winter wheat and buckwheat–soybean–winter wheat rotations, respectively.

The highest increases in grain and feed units were obtained with the mineral fertilizer system, with additional gains of 2.14 t/ha (44.3%) and 2.74 t/ha (44.3%), respectively. Additional 45.5% (0.24 t/ha) of digestible protein was formed by winter wheat plants in the soybean–soybean–winter wheat rotation with an organo-mineral fertilizer system.

The highest economic indicators were achieved when growing winter wheat without fertilizers in the buckwheat–soybean–winter wheat rotation, resulting in a net profit of 9136 UAH/ t/ha and a profitability of 62.4 % with expenses of 14629 UAH/ t/ha.

References

1. Boiko, P.I., Martynuk, I.V., & Tsymbal, Ya. S. (2021). Stanovlennia sivozminnykh pryntsypiv u systemakh zemlerobstva [Development of crop rotation principles in farming systems]. *Visnyk agrarnoi nauky*. 3 (816). 5–13. [in Ukrainian].

2. Hamaunova, V.V., Korkhova, M.M., & Panfilova, A.B., et al (2021). Pshenytsia ozyma: resyrsnyi potentsial ta tekhnolohiia vyroshchuvannia. [Winter wheat: resource potential and growing technology]. *Monohrafiia.* Mykolaiv. MNAU. 2021. 300 c. [in Ukrainian].

3. Jankowski, K.J., Hulanicki, P.S., Sokólski, M., Hulanicki, P., & Dubis, B. (2016). Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum L.)* in response to different systems of foliar fertilization. *J. Elem*., 21(3): 715–728. https://doi.org/10.5601/ jelem.2015.20.4.1036.

4. Kaminskyi, B.F. (2015). Sivozmina yak osnova staloho zemlekorystuvannya ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy. [Crop rotation as the basis of sustainable land use and food security of Ukraine]. *Zemlerobstvo*. 2. 3–13. [in Ukrainian].

5. Khan, H., Mamrutha, H.M., Mishra, C.N., Krishnappa, G., & Sendhil, R. et al. (2023). Harnessing High Yield Potential in Wheat (*Triticum aestivum L.)* under Climate Change Scenario. *Plants*. 12. 1271. https://doi.org/10.3390/ plants12061271

6. Mashchenko, Yu.V., Kulyk, H.A., Trykina, N.M., & Malahovska, V.O. (2023). Urozhainist pshenytsi ozymoi u sivozminakh Stepu zalezhno vid systemy udobrennia ta biopreparatu. [Yield of winter wheat in steppe crop rotations depending on fertilization systems and biological preparation]. *Ahrarni innovatsii*. 18. 77–83. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.11 [in Ukrainian].

7. Mayer, J., Gunst, L., Mäder, P., Samson, V., Carcea, M., Narducci, V, Thomsen, I.K., & Dubois, D. (2015). Productivity, quality and sustainability of winter wheat under long-term conventional and organic management in Switzerland. *European Journal of Agronomy*. Volume 65. April 2015. 27–39. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.01.002

8. Mazur, B.A., Polishchuk, I.S., Telekalo, N.B., & Mordvaniuk, M.O. (2020). Navchalnyi posibnyk z dystsypliny «Rosslynnytstvo». [Training manual for the discipline «Crop production»]. Vinnytsia. Vydavnytstvo TOV «Druk». 352 s. [in Ukrainian].

9. Miroshnychenko, M.M., Potapenko, L.V., & Ivanina, V.V. (2017). Chy mozhe buty organichnym zemlerobstvo bez organichnykh dobryv? [Can farming be organic without organic fertilizers?]. *Posibnyk ukrainskoho zemleroba*. T. 1. C. 43–45. [in Ukrainian].

10. Nazarenko, M., Mykolenko, S., & Okhmat, P. (2020). Variation in grain productivity and quality of modern winter wheat varieties in northern Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10 (3). 102–108, https://doi.org/10.15421/2020_175

11. Panfilova, A.V., Gamayunova, V.V., & Drobitko, A. . (2020). The yield of winter wheat depending on its fore-crop and stubble bio-destructor. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academi.* 3. 18–25. https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02

12. Sieling, K., Stahl, C., Winkelmann, C., & Christen, O. (2005). Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany. *European Journal of Agronomy.* Volume 22, Issue 1, January 2005. 71–84. https://doi.org/10.1016/j.eja.2003.12.004

13. Viniukov, O.O, Bondareva, O.B., & Chugrii, G.A. (2017). Osoblyvosti realizatsii potentsialu produktyvnosti sortiv pshenytsi ozymoi v agroklimatychnykh umovakh Donetskoi oblasti [Peculiarities of realizing the productivity potential of winter wheat varieties in the agro-climatic conditions of the Donetsk region]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* 102. 9–14. [in Ukrainian].

14. Yermolaiev, M.M., Litvinov, D.V., & Kvasnitska, L.S. (2014). E fektyvnist sivozminy yak osnovnoi lanky v organichnomu zemlerobstvi na chernozemakh [Effectiveness of crop rotation as the main link in organic farming on chernozems]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 1–2. 26–30. [in Ukrainian].

15. Yeshchenko, B.O. (2015). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Zemlerobstvo.* 1. 23–27. [in Ukrainian].

Мащенко Ю. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач науково-технологічного відділу збереження родючості ґрунтів,
Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України
Кропивницький, Україна
E-mail: *mawenko2015@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-7965-0193*

Соколовська І. М.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Кропивницький, Україна
E-mail: *marketing-kiapv@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-4256-8852*

УРОЖАЙНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЛАНКИ СІВОЗМІН І СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Анотація

Урожайність сільськогосподарських культур формується під впливом комплексу природних та агротехнічних факторів. Продуктивність посівів кожної культури може розглядатися лише в безпосередньому зв'язку з конкретними умовами її вирощування. Серед агротехнічних прийомів, що входять до складу сучасних технологій, найбільш важливим є правильне розміщення сортів після різних попередників у сівозміні. Структура сівозмін та система удобрення є найпростішими та найдоступнішими агротехнічними заходами, які забезпечують високу продуктивність сільськогосподарських культур. Об'єктивне застосування мінеральних добрив є одними з важливих елементів технології вирощування пшениці озимої, що може вирішити проблему оптимізації системи удобрення культури.

Однак для умов Північного Степу України ці питання залишаються ще недостатньо вивченими, тому дослідження щодо впливу структури, набору та розміщення культур у сівозмінах короткої ротації, продуктивності та врожайності пшениці озимої та їх економічного обґрунтування є досить актуальними.

Встановлено, що сівозмінний фактор позитивно впливає на урожайність пшениці озимої за її вирощування по непарових попередниках і різних системах удобрення. Найбільший рівень врожайності пшениці озимої Сорту Оранта одеська був у ланці гречка – соя – пшениця озима на фоні органо-мінеральної системи удобрення і становив 6,45 т/га. Урожайність пшениці озимої істотно залежала від використання систем удобрення в обох ланках сівозмін. Найбільші прибавки врожайності встановлені за органо-мінеральної системи удобрення у ланці сівозміни соя–соя–пшениця озима (1,94 т/га).

Доведено істотну факторіальну залежність продуктивності пшениці озимої від ланки сівозміни на фонах без добрив та мінеральної системи удобрення. Найвищі показники збору поживних речовин забезпечувала органо-мінеральна система удобрення – 6,96 т/га та 7,10 т/га зернових одиниць, 8,93 т/га та 9,10 т/га кормових одиниць, 0,76 т/га та 0,77 т/га перетравного протеїну, відповідно до ланок сівозмін соя – соя – пшениця озима та гречка – соя – пшениця озима. Найбільші при-

бавки виходу зернових та кормових одиниць отримували за мінеральної системи удобрення: 2,14 т/га (44,3%) та 2,74 т/га (44,3%) відповідно. Додаткові 45,5% (0,24 т/га) перетравного протеїну формували рослини пшениці озимої в ланці сівозміни соя – соя – пшениця за органо-мінеральної системи удобрення.

Найвищі економічні показники при вирощуванні пшениці озимої встановлено у варіанті без добрив у ланці сівозміни гречка – соя – пшениця озима, що дозволило отримати умовно чистий прибуток на рівні 9136 грн/га, рентабельності 62,4% за витрат 14629 грн/га.

Ключові слова: *ланки сівозмін, системи удобрень, урожайність, продуктивність, економічна ефективність, пшениця озима.*

Bibliography

1. Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum L.)* in response to different systems of foliar fertilization. K.J. Jankowski, P.S. Hulanicki, M. Sokólski, P. Hulanicki, B. Dubis. *J. Elem*, 2016. № 21 (3). P. 715–728. Doi: https://doi.org/10.5601/jelem.2015.20.4.1036.

2. Harnessing High Yield Potential in Wheat (*Triticum aestivum L.)* under Climate Change Scenario / H. Khan, H.M. Mamrutha, C.N. Mishra, G. Krishnappa, R. Sendhil et al. *Plants*. 2023. № 12. P. 1271. Doi: https://doi.org/10.3390/ plants12061271.

3. Productivity, quality and sustainability of winter wheat under long-term conventional and organic management in Switzerland / J. Mayer, L. Gunst, P. Mäder, V. Samson, M. Carcea, V. Narducci, I.K. Thomsen, D. Dubois. *European Journal of Agronomy*. 2015. Doi: https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.01.002.

4. Nazarenko M., Mykolenko S., Okhmat P. Variation in grain productivity and quality of modern winter wheat varieties in northern Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (3). P. 102–108. Doi: https://doi.org/10.15421/2020_175.

5. Panfilova A.V., Gamayunova V.V., Drobitko A.V. The yield of winter wheat depending on its fore-crop and stubble bio-destructor. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academi.* 2019. № 3. P. 18–25. Doi: https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02.

6. Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany / K. Sieling, C. Stahl, C. Winkelmann, O. Christen. *European Journal of Agronomy.* Volume 22, Issue 1, January 2005. P. 71–84. Doi: https://doi.org/10.1016/j.eja.2003.12.004.

7. Бойко П.І., Мартинюк І.В., Цимбал Я.С. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3 (816). С. 5–13.

8. Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Чугрій Г.А. Особливості реалізації потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої в агрокліматичних умовах Донецької області. *Таврійський науковий вісник*. *Серія «Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво».* 2017. № 102. С. 9–14.

9. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування : монографія / В.В. Гамаюнова, М.М. Корхова, А.В. Панфілова та ін. Миколаїв, 2021. 300 с.

10. Єрмолаєв М.М., Літвінов Д.В., Квасніцька Л.С. Ефективність сівозміни як основної ланки в органічному землеробстві на чорноземах. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук*». 2014. Вип. 1–2. С. 26–30.

11. Єщенко В.О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 23–27.

12. Камінський В.Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 3–13.

13. Рослинництво : навчальний посібник з дисципліни / В.А. Мазур, І.С. Поліщук, Н.В. Телекало, М.О. Мордванюк. Вінниця : Видавництво «ТОВ «Друк», 2020. 352 с.

14. Урожайність пшениці озимої у сівозмінах степу залежно від систем удобрення та біопрепарату / Ю.В. Мащенко, Г.А. Кулик, Н.М. Трикіна, В.О. Малаховська. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 77–83. Doi: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.11.

15. Мірошниченко М.М., Потапенко Л.В., Іваніна В.В. Чи може бути органічним землеробство без органічних добрив? *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 43–45.

УДК 664.8:634/ 635:631.56

Мулярчук О. І.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *oksankarom777@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-2072-8536*

Козіна Т. В.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
асистент кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *tana_olena@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-9376-607X*

СПОСОБИ ТА МЕТОДИ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Анотація

Споживання плодоовочевої продукції в Україні щороку зростає. Це зумовлено національними особливостями, потребами населення, сучасними трендами здорового харчування. Заморожена плодоовочева продукція активно розвивається, і значну частку його становлять заморожені плоди та ягоди, оскільки якість такої продукції практично відповідає рівню показників свіжої сировини, включно з органолептичними властивостями. Саме тому одним із важливіших завдань є розробка технологій зберігання врожаю, які будуть забезпечувати уповільнення та затримання фаз старіння плоду, що забезпечить збереженість підготовки продукції до реалізації та зберігання овочів та плодів з метою забезпечення високої якості продукції.

Основними способами зберігання плодів і овочів залишаються технології регульованого середовища (важливе для збереження таких якостей, як твердість, кислотність, колір); зберігання в спеціальних тарах; зберігання без механічного охолодження (у буртах, кагатах, траншеях та лабазах) та з механічним охолодженням; зберігання у зміненому газовому середовищі та із застосуванням різних факторів інгібування мікробіологічних і фізіологічних процесів; заморожування; використання холодильної камери з двоконтурною системою вентилювання та використанням зовнішнього холодного повітря; використання мікробіопрепаратів та генної модифікації при зберіганні плодів та овочів. Найважливішим зовнішнім фактором, що впливає на величину втрат і термін зберігання плодів й овочів, є температура, а також склад навколишнього середовища (ступінь його впливу становить не менше 2/3 від суми всіх факторів, що впливають на результат зберігання). При відхиленні температури зберігання від значень, що визначають сприятливі умови утримання, виникає температурний стрес.

Ключові слова: *плодоовочева продукція, технології зберігання, методи зберігання, заморожування, способи обробки при зберіганні, якість плодоовочевої продукції.*

Вступ. Плодоовочева продукція в Україні розвивається інтенсивним шляхом: виробництво у господарствах усіх категорій збільшується, при цьому природний фактор є дуже важливим, адже він формує пропозицію продукції для споживачів, врожайність, від кількості якої залежить також і рівень ціни на товари. Варто відзначити, що земля потребує спеціального, професійного догляду за певними технологіями. Площі під культурами практично не змінились, а їх урожайність зросла на 15 ц/га. Зростання обсягів виробництва зумовлене зростанням продуктивності у господарствах населення.

Важливою умовою підтримки здоров'я людини є повноцінне та регулярне забезпечення організму всіма необхідними харчовими речовинами; споживання харчових продуктів, збалансованих за складом, харчова цінність яких буде зумовлена достатнім вмістом вуглеводів, органічних кислот, дубильних, азотистих і мінеральних речовин, вітамінів.

По Україні в цілому не спостерігатиметься дефіцит плодоовочевих культур через тимчасову окупацію південних регіонів. 2023 року в Херсонській області овочевими культурами було засіяно 40 тис. га землі, що становить близько 15% до врожаю овочів по Україні. Шляхом залучення 5 областей центральної України, які також є найбільшими виробниками овочів, де виробництво цих продуктів перевищує у 2–3 рази порівняно з іншими неокупованими областями, в сумі вдалося отримати врожай на рівні 34,22% до збору по Україні. Вінницька, Чернівецька, Хмельницька, Львівська та Полтавська області, які є найбільшими виробниками плодів та ягід, цілком зможуть забезпечити потреби країни.

© Мулярчук О. І., Козіна Т. В., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.4

Однією з ключових проблем розвитку плодоовочевого ринку, на нашу думку, є стримування впровадження інновацій через елементарну відсутність достатньої кількості крупнотоварних сільськогосподарських підприємств. А причиною згортання крупнотоварного сектору, окрім всього іншого, є високі витрати грошових та людських ресурсів на одиницю площі порівняно із іншими сільськогосподарськими культурами, адже виробництво плодоовочевих культур характеризується багаторазовими зборами врожаю і звуженими строками збирання, продукція їх легко ушкоджуються і погано транспортуються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Китайські дослідники запропонували синхронну систему зволоження й охолодження повітря для овочів та плодів (Z. Feng, C. Wang, Z. Song, C. Li). За цією системою в приміщенні має бути пристрій для розпилення води, контролер вологості, мікрокомп'ютер і охолоджувач повітря, що сприятиме оптимальному зберіганню плодоовочевої продукції.

G. Zhang, Y. Zheng, J. Zhang запропонували спосіб холодного зберігання плодів і овочів, що передбачає створення відповідних умов, зокрема забезпечує достатню температуру, вологість і склад газу всередині сховища. Цей спосіб зберігання вирішує проблему зневоднення, старіння, пожовтіння, швидкого розпаду овочів під час консервування, подовжує термін зберігання. При цьому продукт не втрачає кольору, блиску та текстури.

Спосіб підготовки зелених овочів до зберігання розглянули у своєму патенті В.В. Калитка, О.П. Прісс, А.С. Кулік, В.Ф. Жукова. Цей спосіб полягає в тому, що зелень зберігається в поліетиленових пакетах, наповнених розчинами гідрогелю аграрного й антиоксидантною композицією іонолу та хлорофіліпту, що також дозволяє зменшити втрати [1].

О.П. Кавіршин використав розчин хітозану як консервант для обробки продуктів рослинного походження перед зберіганням. Зменшити втрати плодів важливо не тільки під час холодильного зберігання, але й у передзбиральний період.

Мета статті полягає в аналізі способів та методів зберігання плодоовочевої продукції на рівні держави, регіонів, окремо взятого підприємства відповідно до сучасних світових технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час зберігання плоди продовжують дихати, а виробництво вуглеводів зупиняється. Щоб загальмувати процес розпаду вуглеводів (цукру), плоди необхідно охолодити та утримувати в оптимальних для кожного сорту умовах. До таких умов належить температурно-вологісний режим та концентрація кисню й діоксиду вуглецю в атмосфері камери. Зберігання у звичайних умовах припускає звичайне повітряне середовище з нормальним вмістом в атмосфері кисню, вуглекислого й іншого газів. Сумарний вміст кисню й вуглекислого газу в повітрі в цьому випадку становить близько 21%.

Під час вивчення впливу різних факторів на зберігання плодоовочевої продукції враховуються різноманітні фактори – від якості самої продукції (її зараженість мікрофлорою й механічні ушкодження), різноманітних способів доробки (сортування, мийка, упаковка) залежно від каналів реалізації, до способів зберігання (у холодильниках з вентиляцією, у регульованому газовому середовищі, з вакуумуванням).

Спосіб вакуум-випарного охолодження є недостатньо вивченим. Відомо, що у звичайних умовах над поверхнею плодів та овочів перебуває вологе повітря, що складається із сухого повітря й водяної пари. У міру видалення повітря шляхом зниження загального тиску (вакуумування) парціальний тиск його буде падати, а парціальний тиск водяної пари – залишатися постійною величиною, обумовленою температурою насичення. Після повного видалення газів, що не конденсуються, подальше зниження тиску призведе до того, що він стане нижчим від тиску насичення, а рідина виявиться перегрітою, і завдяки самовипару від неї тепло буде переходити до настання рівноважного стану при новому, більш низькому, значенні температури.

При підвищенні якості продукції велике значення має виявлення факторів, які впливають на зберігання продукції, розробка і здійснення відповідних заходів з її збереження. Методичні вказівки встановлюють порядок визначення якості картоплі, овочів і плодів при заготівлі, відвантаженні і надходженні цієї продукції в місця призначення відповідно до вимог ДСТУ і оцінки якості продукції, що не відповідає вимогам стандартів [2].

Експертиза якості продукції, зокрема плодоовочевої, – це дослідження її партії на відповідність нормативно-технічної документації із наданням вмотивованого висновку. У процесі експертизи необхідно з'ясувати умови виробництва, закупівлі, поставки, транспортування, зберігання й реалізації продукції [3].

Розвиток плодово-ягідного бізнесу і ринку його продукції значною мірою залежить від наявності умов для організації зберігання та транспортування продукції цього сектору та підготовки її до реалізації і доставки до пунктів продажу [4].

Застосування упаковки й належної тари для збереження якісних показників і смакових якостей товару при зберіганні й транспортуванні також є одним з визначальних факторів, що збільшують строки зберігання й прибутковість товаровиробників.

Тривалість зберігання залежить також від способу й умов зберігання. Під час зберігання велике значення має теплопровідність не окремих екземплярів, а всієї маси продукції (штабелю, насипу). Що більшим є об'єм партії і меншою насипна маса, то нижчою є теплопровідність продукції. У великих штабелях, що не продуваються повітрям, можливе локальне самозігрівання продукції за рахунок тепла, виділеного при диханні [5].

Виконання всіх цих правил забезпечує строки зберігання плодоовочевої продукції, які впливають на її додану вартість. У таблиці 1 наведені узагальнені дані про рекомендовану тривалість зберігання плодів та ягід при оптимальних умовах, але різних способах.

Таблиця 1. Тривалість зберігання плодів та ягід

Найменування	Температура, °С	Вологість, %	Період зберігання
Яблука	-1–+4	90–95	1–8 місяців
Баклажани	8–12	90–95	1–2 тижні
Броколі	0–1	95–100	1–2 тижні
Вишня	-1–+2	90–95	3–7 днів
Суниця	0	90–95	5–7 днів
Капуста	0–1	95–100	3–7місяців
Морква	0–1	95–100	4–8 місяців
Цвітна капуста	0–1	95–100	2–4 тижні
Селера	0–1	95–100	1–3 місяці
Огірки	8–11	90–95	1–2 тижні
Часник	0	70	6–8 місяців
Виноград	-1–0	90–95	4–6 місяців
Смородина	-0,5–0	90–95	7–28 днів
Цибуля	-1–0	70–80	6–8 місяців
Груші	-1–+3	90–95	1–6 місяців
Картопля (молода)	4–5	90–95	3–8 тижнів
Картопля	4–5	90–95	4–8 місяців
Малина	-0,5–0	90–95	2–3 дні
Перець	7–10	90–95	1–3 тижні
Персик	-1–+2	90	2–6 тижнів
Черешня	-1–+2	90–95	2–3 тижні

Зберігання без машинного охолодження. До способів зберігання без охолодження належать: найпростіші бурти, траншеї, ями, лабази, підпілля стаціонарні або спеціалізовані. Останні поділяються за призначенням на картоплесховища, овочесховища, плодосховища; за пристроями на наземні, поглиблені або напівпоглиблені й підземні.

Картоплю, буряк, брукву, ріпу, цикорій у бурти й траншеї зазвичай завантажують не з прошарком піску, а насипом. Моркву, петрушку, пастернак і селеру, як правило, зберігають у траншеях з укладанням коренеплодів рядами й прошарком кожного ряду піском або землею. У сильні морози зверху буртів навантажують додатковий шар снігу.

Нормальною температурою в бурті й траншеї слід вважати від 1 ^{0}C до 3 ^{0}C. Допустиме зниження до 0 ^{0}C і підвищення до 4–5 ^{0}C. Температура у верхній частині бурту має бути вищою, ніж у нижній його частині. У траншеї ж, навпаки, взимку більш висока температура спостерігається в нижніх її шарах й у середині, а більш низька – у верхніх [6].

Одним з варіантів тривалого зберігання плодів та овочів без охолодження є *сушіння*. Овочі сушать до залишкової вологості 10–12%, плоди до 18–25%. Сушіння до більш низької вологості, наприклад картоплі й овочів до 6%, забезпечує ще краще зберігання продукції, але вимагає пакування її в герметичну тару. Порівняно зі свіжими, сушені овочі й плоди вимагають для зберігання значно менших площ, а для перевезення менше транспортних засобів. Під час зберігання у природних умовах у сушених овочів і плодів поступово погіршуються поживні якості: вони змінюють колір, знижується їхня здатність набухати та розварюватись при варінні. Такі реакції можуть бути значною мірою усунені при зберіганні їх в охолоджуваних сховищах при температурі нижче 20°C; при температурі, близькій до 0 °C, швидкість цих реакцій сповільнюється, але не припиняється.

Зберігання в охолоджуваних камерах. Плоди й овочі, призначені для тривалого зберігання, повинні бути здоровими й не мати механічних ушкоджень. Швидке попереднє охолодження збільшує тривалість холодильного зберігання зерняткових плодів і винограду на 1–1,5 місяці, кісточкових плодів на 15–20 діб, ягід на 7–14 діб, а овочів (залежно від виду й сорту) від декількох тижнів до декількох місяців. Гідроохолодження здійснюється в крижаній воді з температурою близько 1 ^{0}C шляхом занурення в неї ящиків, контейнерів із продуктами або зрошенням їх у спеціальних апаратах тунельного типу, обладнаних конвеєрами. Практичне використання даного способу зумовлене застосуванням бактерицидних препаратів, зниженої температури й видалення вологи після обробки.

Заморожування. Швидке заморожування плодів, овочів та їх сумішей при температурі від -25 ^{0}C до -35 ^{0}C є найбільш прогресивним методом консервування, за якого пригнічуються розвиток і життєдіяльність різноманітної мікрофлори, ферментативні процеси й практично зберігаються вихідні поживні речовини. Заморожена плодово-ягідна продукція вигідно вирізняється з-поміж напівфабрикатів, консервованих іншими способами. Заморожені плоди та ягоди дозовані й фасовані, що дуже зручно для споживачів, торгівлі й ресторанного господарства. Для приготування страв витрати часу й праці є мінімальними [7].

За всіма якісними показниками швидкозаморожені продукти оцінюються вище, ніж консервовані стерилізацією, і є більш повноцінними. Наприклад, вітаміну С у замороженому зеленому горошку втримується 86%, в овочевій квасолі – 75%, цукровій кукурудзі – 100%, у консервованих – відповідно 26, 38 й 86%. Заморожування

із цукром захищає плоди і ягоди від окисної дії кисню повітря й послабляє швидкість ферментативних процесів. Плоди, ягоди й овочі заморожують розсипом або в тарі. Для цього застосовують різноманітну тару.

Зберігання в умовах модифікованих і регульованих газових середовищ можна розглядати як варіанти зберігання зі штучним охолодженням, що дозволяє ще більше загальмувати у плодах і овочах життєві процеси. Цей спосіб заснований на зберіганні плодоовочевої продукції за відносно низької температури (0–4 ^{0}C) у газовому середовищі з підвищеним вмістом діоксиду вуглецю й зниженим вмістом кисню, що створюється біологічним шляхом за рахунок процесів дихання продуктів, які поміщають у полімерні упаковки.

Застосування антисептиків засноване на їхній властивості пригнічувати мікроорганізми, охороняючи продукти від псування. Проникаючи в клітину мікроорганізму, ці речовини вступають у взаємодію з білками протоплазми, що призводить до їхньої загибелі. Обробка антисептиками не вимагає попереднього охолодження плодів та овочів у сховищах зі штучним охолодженням. Її доцільно робити в саду або полі, відразу після збору, до або під час упакування, а в деяких випадках до збирання врожаю. Обробка плодів та овочів на ранніх етапах руху товарів забезпечує найбільшу стандартність і стійкість продукції під час перевезення та в момент закладки на зберігання, навіть якщо її доставка виконується неохолоджуваним транспортом [8].

О. Шмаглій визначає плодоовочеву промисловість як складну багатопідпорядковану систему спеціалізованих і неспеціалізованих підприємств та первинних виробничих ланок різних форм власності з переробки багатьох видів плодоовочевої сировини [9].

Використання опромінення та генної модифікації. Під впливом УФ-променів відбувається відмирання мікроорганізмів тільки в поверхневому шарі продукту, тому що проникаюча здатність променів не перевищує 0,1 мм. Ефект від опромінення, що стерилізує, залежить від мікробіологічного забруднення продукту й стадії розвитку мікроорганізмів. У поєднані з низькими позитивними температурами опромінення значно збільшує термін зберігання охолоджених, цитрусових та інших продуктів. При використанні УФ-променів утворюється озон, що має сильну бактерициду дію при відносній вологості повітря вище 60% [10].

При *зберіганні тропічних плодів* у сучасних холодильниках картонні або дерев'яні пакування із плодами укладають на стоячні палети в 4–7 рядів у висоту. Потім палети встановлюють одна на одну, створюючи штабель. Штабелі компонуються на площі підлоги камери відповідно до проєктного рішення так, щоб залишалися проходи для контролю стану плодів, проїзди для проведення вантажно-розвантажувальних робіт та, що найголовніше, щоб між палетами й окремими пакуваннями залишалися просвіти, що забезпечують циркуляцію повітря у всьому вантажному просторі відповідно до даної системи повітророзподілу. Позитивні результати в боротьбі зі зниженням втрат цитрусових від хвороб отримані при зануренні ящиків із плодами на 4–5 секунд в 5–8% розчин бури з температурою 38–48 ^{0}C із наступним зниженням температури.

Висновки. Сезонність переробки плодоовочевої продукції призводить до значних виробничих втрат, пов'язаних із нерівномірністю завантаження технологічного обладнання, втратою частини кваліфікованих працівників внаслідок вимушених відпусток. Основною причиною, яка зумовлює сезонність переробки плодоовочевої продукції, є та ситуація, що в літньо-осінній період надходить найбільший обсяг овочевої та фруктової сировини для переробки, оскільки існують мінімальні закупівельні ціни і відсутня потреба у витрачанні коштів на її зберігання.

Реалізація товарної плодоовочевої продукції відповідного зберігання завжди пов'язана з її якістю і доступними цінами. Продукція високої якості користується більшим попитом у заготівельників, споживачів і реалізується швидко та повністю. Продукція низької якості нерідко залишається нереалізованою, незважаючи на низькі ціни. Продаж високоякісної плодоовочевої продукції підвищує рентабельність її виробництва і реалізації.

Під час вивчення впливу різних факторів на схоронність плодоовочевої продукції враховуються різноманітні фактори – від якості самої продукції до різноманітних способів доробки (сортування, мийка, упаковка) залежно від каналів реалізації. Застосування пакування й належної тари для збереження якісних показників і смакових якостей товару при зберіганні й транспортуванні є одним з визначальних факторів прибутковості товаровиробників.

Список використаних джерел

1. Державна цільова програма розвитку овочівництва на період до 2025 року / Я.М. Гадзала, М.В. Роїка, П.В. Кондратенко, Т.М. Висоцький, О.М. Могильна. Селекційне : Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук, 2020. 62 с.

2. Сучасний стан розвитку технологій зберігання плодів і овочів / А.А. Дубініна, Т.М. Летута, В.В. Новікова, Т.В. Фролова. *Молодий вчений*. 2016. № 11 (38). С. 23–30.

3. Козіна Т.В. Проблеми та тенденції розвитку галузі ягідництва в Україні та її експортного потенціалу. *Актуальні проблеми рослинництва в умовах змін клімату* : матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції молодих учених, м. Харків, 26–27 жовтня 2022 р. Харків, 2022. С. 17–21.

4. Кочетов В.П. Вплив умов транспортування на тривалість зберігання плодоовочевої продукції. *Холодильна техніка і технологія*. 2003. № 5. С. 47–49.

5. Способи та технічне забезпечення зберігання плодоовочевої продукції : навчальний посібник / Г.І. Подпрятов, Г.К. Цвіговський, В.С. Таргоня, О.В. Лешишак, С.В. Драгнєв. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 199 с.

6. Товарознавство плодоовочевої продукції : навчальний посібник / Л.М. Пузік, О.В. Куц, В.А. Бондаренко, С.О. Щербина. Харків : ДБТУ, ІОБ НААН, 2022. 370 с.

7. Сімахіна Г.О., Камінська С.В. Ринок заморожених плодово-ягідних напівфабрикатів в Україні. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. 2020. Том 31 (70). Ч. 2. № 3. С. 67–71.

8. Вдосконалення холодильної технології зберігання рослинних продуктів на основі використання біопрепаратів / І.П. Старчевський, Н.М. Дідик, О.Г. Стрижков, С.В. Шепель. Одеса : ОГАХ, 2002. С. 143–148.

9. Шмаглій О. Плодоовочеконсервна промисловість: деякі проблеми та перспективи. *Харчова і переробна промисловість*. 2000. № 11–12. С. 10.

10. Ягелюк С.В. Експертиза якості плодоовочевої продукції. *Сільськогосподарські машини*. 2022. № 48. С. 118–124.

Muliarchuk O. I.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Horticulture and Viticulture,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *oksankarom777@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-2072-8536*

Kozina T. V.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Assistant at the Department of Horticulture and Viticulture,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *tana_olena@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-9376-607X*

WAYS AND METHODS OF STORAGE TECHNOLOGIES OF FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS

Abstract

The consumption of fruit and vegetable products in Ukraine is growing every year, this is due to national characteristics, the needs of the population, and modern trends in healthy nutrition. Frozen fruit and vegetable products are actively developing, and a significant part of it is frozen fruits and berries, since the quality of such products practically corresponds to the level of indicators of fresh raw materials, including organoleptic properties. That is why one of the most important tasks is the development of harvest storage technologies that will ensure the slowing down and delay of the aging phases of the fruit, which will ensure the preservation of the preparation of products for sale and storage of vegetables and fruits in order to ensure high quality products.

The main methods of storing fruits and vegetables are the technologies of a controlled environment (important for preserving such qualities as hardness, acidity, color); storage in special containers; storage without mechanical cooling (in borts, kagatas, trenches and labazes) and with mechanical cooling; storage in a modified gas environment and with the use of various factors inhibiting microbiological and physiological processes; freezing; use of a refrigerating chamber with a double-circuit ventilation system and the use of external cold air; the use of microbiological preparations and genetic modification in the storage of fruits and vegetables. The most important external factor that affects the amount of losses and the shelf life of fruits and vegetables is temperature, as well as the composition of the environment (the degree of its influence is at least 2/3 of the sum of all factors that affect the storage result). When the storage temperature deviates from the values that determine favorable storage conditions, temperature stress occurs.

Key words: *fruit and vegetable products, storage technologies, methods of storage, freezing, storage processing methods, quality of fruit and vegetable products.*

References

1. Gadzala, Y.M., Roika, M.V., Kondratenko, P.V., Vysotsky, T.M., & Mohylna, O.M. (2020). Derzhavna tsil′ova prohrama rozvytku ovochivnytstva na period do 2025 roku [State target program for the development of vegetable growing for the period until 2025]. Selektsiyne – Selection: IOB NAAS, 62 [in Ukrainian].

2. Dubinina, A.A., Letuta, T.M., Novikova, V.V., & Frolova, T.V. (2016). Suchasnyy stan rozvytku tekhnolohiy zberihannya plodiv i ovochiv [The current state of development of fruit and vegetable storage technologies]. *Molodyy vchenyy – Young scientist*, 11 (38), 23–30 [in Ukrainian].

3. Kozina, T.V. (2022). Problemy ta tendentsiyi rozvytku haluzi yahidnytstva v Ukrayini ta yiyi eksportnoho potentsialu [Problems and trends in the development of the berry growing industry in Ukraine and its export potential]. *Aktual'ni problemy roslynnytstva v umovakh zmin klimatu: materialy mizhnarodnoyi naukovoyi internet-konferentsiyi molodykh uchenykh – Actual problems of crop production in conditions of climate change: materials of the international scientific internet conference of young scientists*. (pp. 17–21). Kharkiv; Instytut roslynnytstva imeni V.YA. Yur″yeva NAAN [in Ukrainian].

4. Kochetov, V.P. (2003). Vplyv umov transportuvannya na tryvalist′ zberihannya plodoovochevoyi produktsiyi [The influence of transportation conditions on the duration of storage of fruit and vegetable products]. *Xolodyl'na tekhnika i tekhnolohiya – Refrigeration equipment and technology*, 5, 47–49 [in Ukrainian].

5. Podpryatov, G.I., Tsvigovskyi, G.K., Targonya, V.S., Leshishak, O.V., & Dragnev, S.V. (2015). Sposoby ta tekhnichne zabezpechennya zberihannya plodoovochevoyi produktsiyi [Methods and technical support of storage of fruit and vegetable products]. Kyiv : TSP "Komprynt", 199 [in Ukrainian].

6. Puzik, L.M., Kuts, O.V., Bondarenko, V.A., & Shcherbyna, S.O. (2022). *Tovaroznavstvo plodoovochevoyi produktsiy [Commodity science of fruit and vegetable products].* Kharkiv : DBTU, IOB NAAN [in Ukrainian].

7. Simakhina, G.O., & Kaminska, S.V. (2020). Rynok zamorozhenykh plodovo-yahidnykh napivfabrykativ v Ukrayini [The market of frozen fruit and berry semi-finished products in Ukraine]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads'koho – Academic notes of TNU named after V.I. Vernadskyi.* Vol. 31 (70). Part 2, 3, (pp. 67–71). [in Ukrainian].

8. Starchevskyi, I.P., Didyk, N.M., Stryzhkov, O.G., & Shepel, S.V. (2002). *Vdoskonalennya kholodyl'noyi tekhnolohiyi zberihannya roslynnykh produktiv na osnovi vykorystannya biopreparativ [Improvement of refrigeration technology for storage of plant products based on the use of biological preparations].* Odesa : OGAH, 143–148 [in Ukrainian].

9. Shmaglii, O. (2000). Plodoovochekonservna promyslovist′: deyaki problemy ta perspektyvy [Canned fruit industry: some problems and prospects]. *Kharchova i pererobna promyslovist' – Food and processing industry,* 11–12, 10 [in Ukrainian].

10. Yahelyuk, S.V. (2022). Ekspertyza yakosti plodoovochevoyi produktsiyi [Examination of the quality of fruit and vegetable products]. *Sil's'kohospodars'ki mashyny – Agricultural machinery,* 48, 118–124 [in Ukrainian].

УДК 633.35:631.559(631.81+631.82)(477.43)

Небаба К. С.
кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *agronebaba@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-4529-3623*

Хмелянчишин Ю. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *hmelya75@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-2860-2065*

ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ТА НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Анотація

Нині горох вирощують на всіх континентах, а посівні площі його займають близько 7 млн га. На земній кулі серед зернобобових культур він посідає п'яте місце після сої, квасолі, арахісу і нуту. Для європейських країн горох є основною зернобобовою культурою, яка вирощується для харчових та кормових цілей на площі близько 3 млн га. В Україні за останні роки посівні площі під горохом значно зменшилися. Серед причин зниження виробництва гороху можна назвати як деякі біологічні властивості культури (схильність до вилягання та осипання насіння, сильне, якщо порівняти з іншими культурами, пригнічення бур'янами, значне пошкодження шкідниками та хворобами, низький коефіцієнт розмноження), так і об'єктивні фактори (відсутність технологічних сортів та техніки для збирання, скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин). Аналіз структури врожаю – важливий метод оцінювання розвитку культурних рослин. До основних елементів структури врожаю гороху належать такі: кількість збережених до жнив рослин, число бобів на рослині, кількість насінин у бобі та маса 1000 насінин.

Дослідження проводили впродовж 2017–2020 рр. в умовах НДЦ «Поділля», ПДАТУ. Був закладений трифакторний дослід у десятипільній польовій сівозміні. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом типовим, глибоким малогумусним важкосуглинковим на лесовидних суглинках.

Метою досліджень було вивчення впливу різних доз мінеральних добрив та регуляторів росту на формування індивідуальної та насіннєвої продуктивності гороху посівного залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного.

Встановлено, що показники елементів структури врожаю та врожайність зерна гороху залежить від сортових особливостей культури, типу ґрунту, агротехніки, метеорологічних умов та характеру їхньої взаємодії. У рослин гороху сортів Готівський, Чекбек та Фаргус, підживлених мінеральними добривами у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$, кількість квіток в середньому на 6–8%, бобів на 24–27% більша порівняно з контрольним варіантом. За дії регуляторів росту ці показники збільшилися ще на 1,5–4,6%. Маса 1000 насінин у сорту гороху Готівський була в межах 249,5–260,6 г, у сорту Чекбек – 261,1–266,4 г та Фаргус – 231,4–238,4 г. Показники урожайності коливалися в межах 3,2–4,3 т/га.

Ключові слова: *горох, сорт, мінеральні добрива, регулятори росту, елементи структури врожайності, урожайність.*

Вступ. Зернобобові, в тому числі й горох, – одні з найдавніших культур, які вирощує людство. Вони поєднують в собі два найважливіших процеси – фотосинтез та азотфіксацію. Завдяки цьому бобові не лише забезпечують власні потреби в азоті, а й підвищують родючість ґрунтів та поліпшують екологію. Ці культури мають унікальний хімічний склад, поєднуючи високий вміст білка з підвищеними кількостями жирів та вуглеводів. Завдяки своїм особливостям вони посідають чільне місце серед культур світового землеробства [3; 6; 14].

Горох відіграє надзвичайно важливу роль у структурі посівних площ, особливо там, де в польових сівозмінах значна питома вага зернових і технічних культур. Він залишає після себе в ґрунті близько 30 кг азоту на 1 га. Коренева система цієї культури відзначається високою здатністю розчиняти фосфорнокислі та інші важкорозчинні сполуки, що позитивно впливає на фізичні та хімічні властивості ґрунту. Він також є одним із найкращих попередників для більшості сільськогосподарських культур, крім бобових [1; 5].

© Небаба К. С., Хмелянчишин Ю. В., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.5

Насичення сівозмін бобовими не повинно перевищувати 33%. Відомі вчені вважають, що найбільша і стала продуктивність сівозмін досягається при 25% в них гороху, а в сівозмінах з великою часткою зернових колосових насичення горохом не повинно перевищувати 30% [2; 12].

Аналіз структури врожаю – важливий метод оцінювання розвитку культурних рослин. До основних елементів структури врожаю гороху належать такі: кількість збережених до жнив рослин, число бобів на рослині, кількість насінин в бобі та маса 1000 насінин [4; 8; 13].

У вегетації бобових культур значну роль відіграє волога та оптимальна температура в критичні періоди розвитку та росту. Відсутність поживних речовин може призвести до опадання квіток та втрати певної частини вже зав'язаних бобів або насінин у бобі, що здатне призвести до зниження врожайності [7; 10; 11].

Мета роботи – вивчити та порівняти особливості впливу мінеральних добрив та регуляторів росту на формування елементів структури врожайності гороху посівного в умовах Лісостепу Західного.

Виклад основного матеріалу. Польові дослідження проводили впродовж 2017–2020 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» ПДАТУ, закладеного в науково-дослідній десятипільній сівозміні.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках.

У досліді вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт (Готівський, Фаргус та Чекбек); В – удобрення ($P_{30}K_{45}$ (контроль), $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45,}$ $N_{45}P_{30}K_{45}$); С – регулятори росту (контроль – без обробки, ПлантаПег – 25 г/га, Емістим С – 30 мл/га, Вимпел – 30 мл/га).

Протягом декількох років досліджень нами були проведені біометричні аналізи на рослинах гороху в стадіях росту і розвитку ВВСН 65–69 (повне цвітіння, 50% квіток відкриті – кінець цвітіння), ВВСН 71–77 (10–70% бобів досягли типової довжини, виділяється сік при їх натисканні), ВВСН 81–88 (10–80% бобів достигло, насіння має сортовий колір, сухе та тверде), 97–99 (збирання врожаю).

Аналіз структури врожаю гороху посівного проводили відбором пробного снопа з кожного варіанту та ділянки досліду для визначення: продуктивних та непродуктивних стебел у снопі, середньої кількості квіток та бобів на рослині, середньої кількості насінин у бобі, маси насіння з однієї рослини та маси 1000 зернин.

За роки досліджень встановлено позитивну динаміку на посівах гороху з внесенням мінеральних добрив та регуляторів росту по вегетуючих рослинах. Показники елементів структури урожаю досліджуваних нами сортів гороху були значно вищими порівняно з контрольними варіантами.

Відомо, що для бобових культур, в тому числі й гороху, надзвичайно важливу роль відіграє волога, комфортна температура повітря для рослин, а відсутність поживних речовин у ґрунті може призвести до опадання квіток та втрати певної частини вже зав'язаних бобів або насінин у бобі.

На дослідних ділянках, які було взято за контроль внесення мінеральних добрив у дозах $P_{30}K_{45}$ та без застосування регуляторів росту, середня кількість квіток на одній рослині гороху сорту Готівський становила 12,7 шт., у сорту Чекбек – 12,1 шт. та сорту Фаргус – 11,6 шт. На ділянках, де застосовували мінеральні добрива у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$, $N_{30}P_{30}K_{45}$, $N_{45}P_{30}K_{45}$ і регулятори росту Емістим С, ПлантаПег та Вимпел, кількість квіток на одній рослині була більшою в середньому на 1,5–5%, бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 – на 4–8% більшою залежно від сорту (рис. 1, 2, 3).

На варіантах, удобрених мінеральними добривами у дозах $N_{15}P_{30}K_{45}$ та $N_{30}P_{30}K_{45}$, ми зафіксували у сорту Готівський збільшення кількості квіток на 1–2%, бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 – на 4–8% порівняно з контрольним варіантом. За дії регуляторів росту ПланатаПег, Емістим С та Вимпел кількість квіток на одній рослині збільшилася ще на 1,5–4,6%, що забезпечувало кращу збереженість бобів на одній рослині під час збирання урожаю. Ці показники варіювали на згаданих варіантах удобрення в межах 5,4–6,0 шт./рослину.

Упродовж 2017–2020 рр. нами було зафіксовано дещо меншу кількість квіток та бобів на рослинах сорту гороху Чекбек порівняно з сортом Готівський (контроль), але це ніяк не вплинуло на високу урожайність цього сорту, забезпечену більш крупним зерном.

Максимальна кількість квіток на одній рослині у гороху сорту Чекбек на варіантах, підживлених мінеральними добривами у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ у поєднанні з регуляторами росту Вимпел та Емістим С, становила в середньому 13,1 шт./рослину, з регулятором росту ПлантаПег – 12,7 шт./рослину. Кількість бобів на цьому ж варіанті удобрення у мікростадії ВВСН 71–77 була 6,7 шт./рослину, 6,6 шт./рослину, 6,4 шт./рослину відповідно. Збереженість бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 також була найкращою на цьому варіанті живлення і варіювала в межах 5,2–5,5 шт./рослину залежно від застосування регуляторів росту (рис. 2).

Порівнявши досліджувані сорти гороху, можна простежити найменшу кількість квіток, а відповідно і бобів, у гороху сорту Фаргус. На варіанті $P_{30}K_{45}$ на одній рослині було зафіксовано в середньому 11,6 шт./рослину. Що стосується кількості бобів у мікростадіях ВВСН 71–77, нами було нараховано у гороху сорту Фаргус 5,2 шт./рослину. Аналогічна ситуація складалася й з кількістю бобів у мікростадіях ВВСН 81–89 – у сорту Фаргус середня їх кількість була 3,7 шт./рослину, що на 0,5 – 1,1 шт./рослину менше порівняно з рослинами сортів Готівський та Чекбек (рис. 3).

Одним із важливих показників структури врожаю є маса 1000 насінин, яка залежить від сортових ознак культури, внесення мінеральних добрив та регуляторів росту. У наших дослідженнях максимальні показники

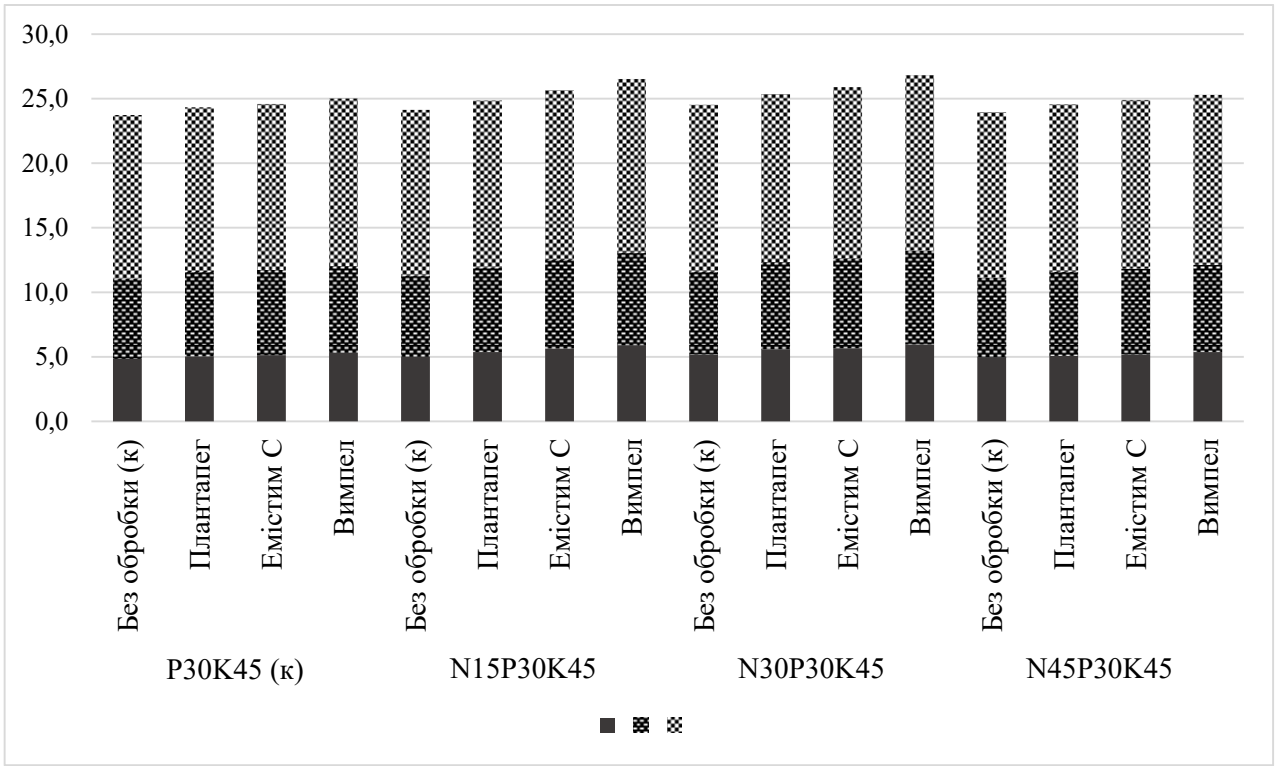

Рис. 1. Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Готівський залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середня за 2017–2020 рр.)

маси 1000 насінин були зафіксовані в гороху сорту Чекбек на ділянках живлення добривами у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ та регулятором росту Вимпел – 266,4 г; за цієї ж дози мінеральних добрив та регуляторів росту Емістим С та ПлантаПег – 265,7 г та 264,9 г відповідно. Ця композиція удобрення також мала позитивний вплив і на сорти

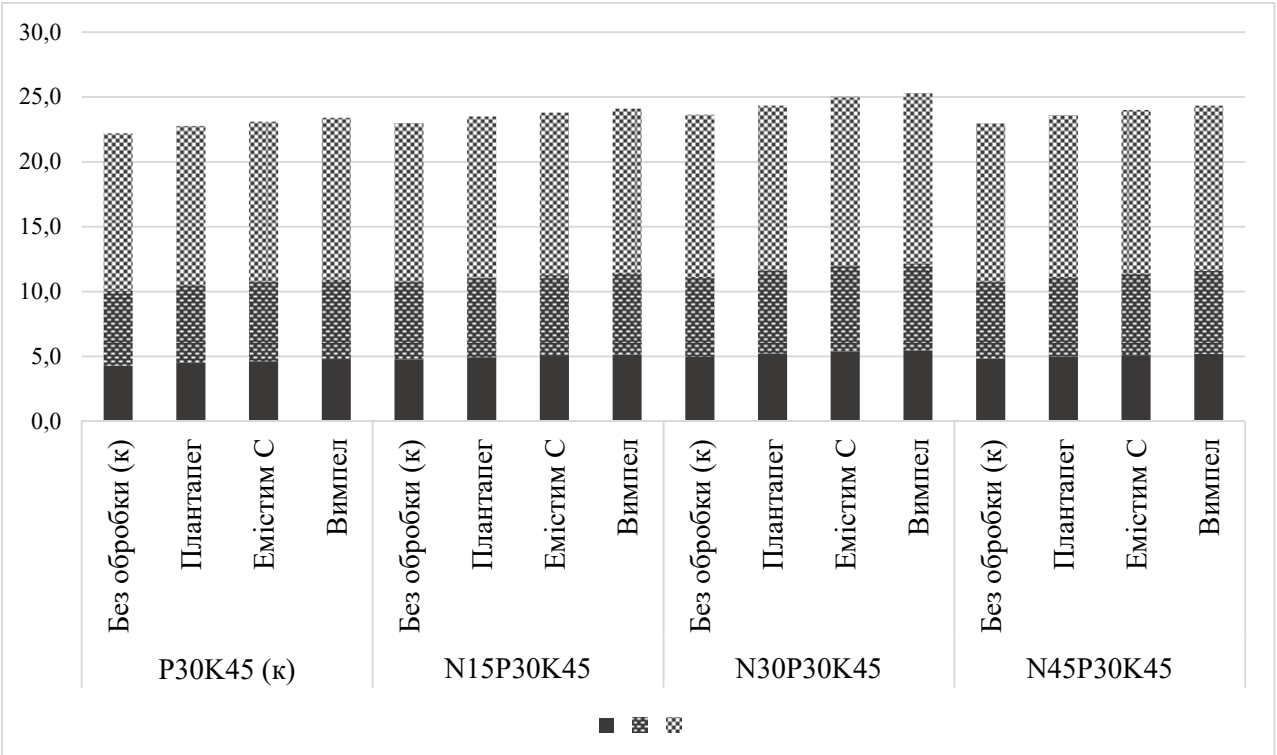

Рис. 2. Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Чекбек залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середнє за 2017–2020 рр.)

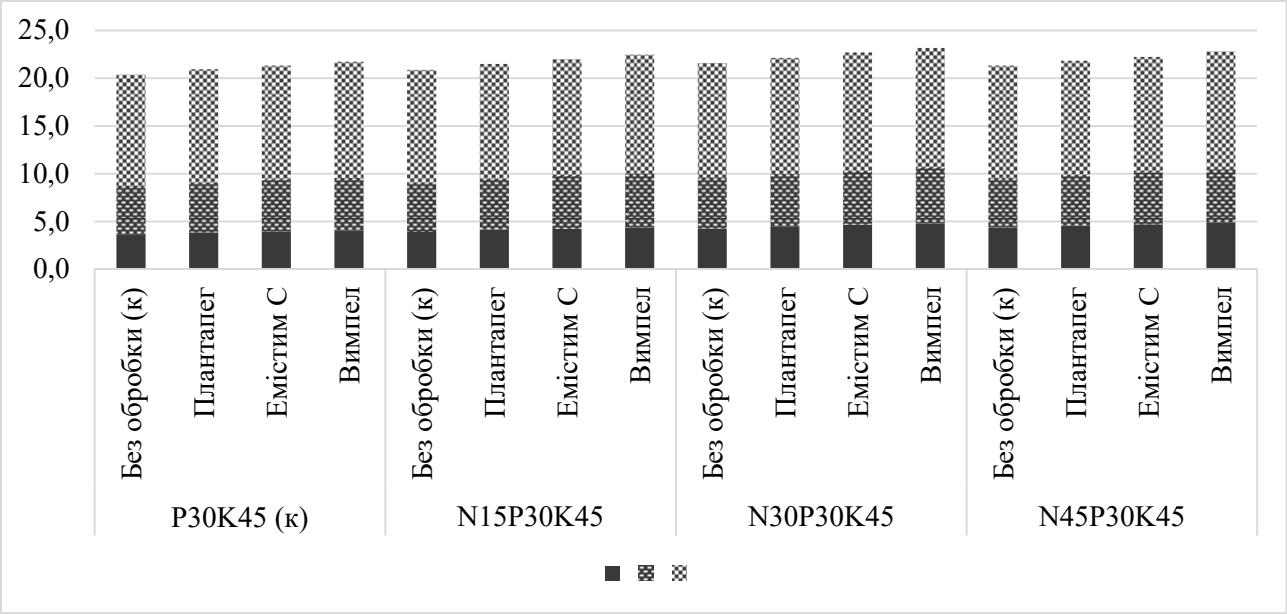

Рис. 3. Кількість квіток та бобів на рослинах гороху сорту Фаргус залежно від живлення мінеральними добривами та регуляторами росту, шт./рослину (середня за 2017–2020 рр.)

Готівський та Фаргус, але показники були меншими в середньому на 2,2–2,9% та 10,5–11,3% відповідно і становили 257,2–260,6 г та 235,1–238,4 г.

Висновки. Нами встановлено, що на кількість квіток та бобів на одній рослині впливало підживлення азотом у різних дозах. Із збільшенням кількості мінерального азоту до N_{45} абортивність квіток зростала, але ці показники все одно були вищими за варіант без азоту.

Найсприятливіші умови для росту та розвитку і реалізації біологічної продуктивності гороху посівного створювалися після внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{45}$ з обробленням посівів регуляторами росту, які виключно у малих концентраціях суттєво змінювали процеси життєдіяльності рослинного організму та сприяли зростанню урожайності зерна. Найкраще себе проявив варіант живлення $N_{30}P_{30}K_{45}$ у комплексі з регуляторами росту Емістим С та Вимпел. Показники урожайності на цих варіантах становили 3,71–3,79 т/га для сорту Готівський, 4,15–4,32 т/га для сорту Чекбек. Найменшою була урожайність у сорту Фаргус – 3,22–3,30 т/га.

Список використаних джерел

1. Формування високої врожайності гороху / С. Авраменко, Ю. Огурцов, М. Цехмейструк та ін. *Агробізнес сьогодні*. URL: http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48-20.html.

2. Андрушко М.О., Лихочвор В.В. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference (11–13 december). Publishing House ―ACCENT‖. Sofia. Bulgaria. 2019. P. 962–972. URL: http://sci-conf.com.ua.

3. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або Знову про горох. *Пропозиція*. 2019. № 2. С. 54–58.

4. В.В. Лихочвор., О.М. Андрушко. Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 2. С. 54–62. DOI:10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6.

5. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України / А.Д. Гирка, І.Д. Ткаліч, Ю.Я. Сидоренко та ін. *Зернові культури : науковий журнал Інституту зернових культур*. 2018. Том 2. № 2. С. 267–273. URL: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035.

6. Небаба К.С. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на якість зерна гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. *Подільський вісник. Серія «Сільське господарство, техніка, економіка».* 2023. № 38. С. 99–103. URL: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.14.

7. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія* «*Сільське господарство та лісівництво*». 2019. Випуск 13. С. 84–93.

8. Molecular genetic diversity of the pea (Pisum sativum L.) from the Vavilov Research Institute collection by the AFLP analysis / E.A. Dyachenko, N.N. Ryzhova, E.Z. Kochieva, M.A. Vishnyakova. *Russ. J. Genet*. 2017. Vol. 50. Iss. 9. P. 916–924.

9. Effect of Endophytic Bacteria Bacillus subtilis on Seedling Growth and Root Lignification of Pisum sativum L. under Normal and Sodium Chloride Salt Conditions. *Russian Journal of Plant Physiology.* Volume 70, Issue 5October 2023 Article number 97. DOI: 10.1134/S102144372360085X.

10. Karpenko V., Boiko Y., Prytuliak R. Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. *Agronomy Research*. 2021. № 19 (2). P. 472–483.

11. Khan T.N., Meldrum, A. Croser J.S. Pea Overview. Reference Module in Food Science. 2016. URL: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8.

12. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (Pisum sativum L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture.* Volume 2019. P. 6. URL: https://doi.org/10.1155/2019/1398612.

13. Malondialdehyde and proline content in bean cultivars following the inoculation with endophytic bacteria / S.R. Garipova, O.V. Markova, K.A. Fedorova, O.V. Lastochkina, L.I. Pusenkova. *Acta Physiologiae Plantarum.* 2022. № 44 (9). P. 89. DOI: 10.1007/s11738-022-03427-1.

14. Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop / M.C. Tulbek, Y. Lam, P. Wang, A. Asavajaru. *Sustainable protein sources.* 2017. P. 145–164. URL: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3.

Nebaba K. S.
Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant at the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *agronebaba@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-4529-3623*

Khmelianchyshyn Yu. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *hmelya75@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-2860-2065*

FORMATION OF INDIVIDUAL AND SEED PRODUCTIVITY OF PEAS DEPENDING ON AGROTECHNICAL METHODS OF CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST STEPPE

Abstract

Today, peas are grown on all continents, and their acreage occupies about 7 million hectares. On the globe, it ranks fifth after soybeans, beans, peanuts and chickpeas among leguminous crops. In European countries, peas are the main leguminous crop, which is grown for food and feed purposes on an area of about 3 million hectares. Recently, the acreage under peas has significantly decreased in Ukraine. The reasons for the decrease in pea production are some biological properties of the crop such as the tendency to lodging and shedding of seeds, strong (if compared with other crops) suppression by weeds, significant damage by pests and diseases, low reproduction rate, and objective factors such as lack of technological varieties and equipment for harvesting, reduction in the number of farm animals. Crop structure analysis is an important method for assessing the development of cultivated plants. The main elements of the structure of the pea crop include the number of plants preserved before harvest, the number of beans per plant, the number of seeds in the bean and the weight of 1000 seeds.

The study was conducted during 2017–2019 at the "Podillia" Research Center of Podillia State University. A three-factor experiment was carried out in a ten-field crop rotation. The soil cover was represented by typical deep low-humus heavy loamy forest-like black soil.

The research aimed to study the effect of different doses of mineral fertilizers and growth regulators on the formation of individual and seed productivity of peas depending on agrotechnical methods of cultivation in the Western forest steppe.

It has been established that the indicators of the elements of the crop structure and the yield of pea grain depend on the varietal characteristics of the crop, soil type, agricultural technology, meteorological conditions and their interaction. The number of flowers and beans in pea plants of Hotivskyi, Chekbek and Farhus varieties fed with mineral fertilizers in doses of N15P30K45 and N30P30K45 is higher by an average of 6-8% and by 24–27%, compared to the control variant.

Under the influence of growth regulators, these indicators increased by another 1.5–4.6%. The weight of 1000 seeds in the Hotivskyi pea variety was in the range of 249.5–260.6 g, in the Chekbek variety – 261.1–266.4 g and Farhus – 231.4–238.4 g.

Key words: *peas, variety, mineral fertilizers, growth regulators, elements of yield structure, yield.*

References

1. Avramenko, S. (2011). Formuvannia vysokoi vrozhainosti horokhu [Formation of high yield of peas]. Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today. Retrieved from: http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/events/406-2011-05-13-05-48–20.html [in Ukrainian].

2. Andrushko, M.O., & Lykhochvor, V.V. (2019). Osoblyvosti rostu i rozvytku horokhu pid vplyvom riznykh vydiv ta norm mineralnykh dobryv [Peculiarities of pea growth and development under the influence of different types and norms of mineral fertilizers]. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 4th International scientific and practical conference held in Sofia, Bulgaria, December 11–13. pp. 962-972. Retrieved from: http://sci-conf.com.ua

3. Bushulian, O., & Koblai, S. (2019). Volodar bobovoho tsarstva, abo znovu pro horokh [The lord of the bean kingdom, or again about peas]. *Propozytsiia – Suggestion,* iss. 2, pp. 54–58 [in Ukrainian].

4. Lykhochvor, V.V., & Andrushko, O.M. (2020). Produktyvnist horokhu zalezhno vid sortu ta norm vysivu [Pea productivity depending on the variety and seeding rates]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2, pp. 54–62. https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6. [in Ukrainian].

5. Hyrka, A.D., Tkalich, I.D., & Sydorenko, Yu.Ya. (2018). Osoblyvosti formuvannia zernovoi produktyvnosti roslyn riznykh sortiv horokhu v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Features of the formation of grain productivity of plants of different varieties of peas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Naukovyi zhurnal Instytutu zernovykh kultur "Zernovi kultury" – Scientific journal of the Institute of Grain Crops "Grain Crops"*, iss. 2(2), pp. 267–273. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035 [in Ukrainian].

6. Nebaba, K.S. (2023). Vplyv mineralnykh dobryv ta rehuliatoriv rostu na yakist zerna horokhu posivnoho v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Influence of mineral fertilizers and growth regulators on the quality of pea grain in the Western Forest-Steppe]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podolsk Herald: Agriculture, Technology, Economics*, 38, pp. 99–103. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.14 [in Ukrainian].

7. Telekalo, N.V. (2019). Vplyv kompleksu tekhnolohichnykh pryiomiv na vyroshchuvannia horokhu posivnoho [Influence of a complex of technological techniques on the cultivation of peas]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu «Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific papers of Vinnytsia National Agrarian University*", iss. 13, pp. 84–93 [in Ukrainian].

8. Dyachenko, E. A., Ryzhova, N. N., Kochieva, E. Z., & Vishnyakova, M. A. (2017). Molecular genetic diversity of the pea (Pisum sativum L.). *Vavilov Research Institute collection by the AFLP analysis,* vol. 50, iss. 9, pp. 916–924.

9. Lastochkina, O., Garipova, S., Pusenkova, L., Garshina, D., Baymiev, A., & Koryakov, I. (2023). Effect of Endophytic Bacteria Bacillus subtilis on Seedling Growth and Root Lignification of Pisum sativum L. under Normal and Sodium Chloride Salt Conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 70, iss. 5. DOI: 10.1134/S102144372360085X.

10. Karpenko, V., Boiko, Y., & Prytuliak, R. et. al. (2021). Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. *Agronomy Research*, vol. 19, iss. 2, pp. 472–483.

11. Khan, T.N., Meldrum, A., & Croser, J.S. (2016). Pea Overview. *Reference Module in Food Science.* DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8.

12. Kindie, Y., Bezabih, A., Beshir, W., & Nigusie, Z. et. al. (2019). Field Pea (*Pisum sativum L.)* Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*, vol. 2019, pp. 1–6. https://doi.org/10.1155/2019/1398612

13. Garipova, S., Markova, O., Fedorova, K., Dedova, M., & Iksanova, M. et. al. (2022). Malondialdehyde and proline content in bean cultivars following the inoculation with endophytic bacteria. *Acta Physiologiae Plantarum,* vol. 44, iss. 9. https://doi.org/10.1007/s11738-022-03427-1.

14. Tulbek, M.C., Lam, Y., Wang, P., Asavajaru, A. (2013). *Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. Sustainable Protein Source* (1st ed.). Elsevier Inc., pp. 145–164. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3.

УДК 639.3.043.2:597.551.412

Недашківський В. М.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
Білоцерківський національний аграрний університет
Біла Церква, Україна
E-mail: *profkom1967@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-5487-6807*

Чудак Р. А.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна
E-mail: *romanchudak@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-4318-6979*

Цап С. В.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: *tsap.svetlana@i.ua*
ORCID: *0009-0007-1613-8273*

Кривий М. М.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *kryvyi.znau@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-9428-0645*

Уманець Р. М.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна
E-mail: *umanets_r@nubip.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-1483-2775*

Коробань М. П.
здобувач наукового ступеня доктора філософії,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна
E-mail: *m.koroban@nubip.edu.ua*
ORCID: *0009-0003-1763-2629*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОЛІЗОВАНОГО СОЄВОГО ШРОТУ В ГОДІВЛІ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)

Анотація

Щоб підвищити ефективність використання кормів, аквакультура рухається в сторону інтенсифікації. Основну частку витрат у промисловому рибництві становлять корми. На їх частку припадає близько 40–60% загальних витрат. Виробництво комбікормів передбачає, зокрема, контроль якості сировини, що відіграє вирішальну роль для безпеки харчової продукції, а також ефективні види високоякісних компонентів, що забезпечують оптимальний ріст різних видів риб, які вирощуються в різних умовах. Для зниження собівартості кормів та продукції аквакультури актуальними є питання заміни дорогих компонентів тваринного походження більш дешевими – рослинними. Однак така заміна призводить до зниження біологічної цінності протеїну через зниження вмісту незамінних амінокислот, зниження перетравності білка та доступно-

© Недашківський В. М., Чудак Р. А., Цап С. В., Кривий М. М., Уманець Р. М., Коробань М. П., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.6

сті амінокислот. З огляду на це важливо таку заміну кормів більш дешевою сировиною проводити без зниження інтенсивності росту та якості готової продукції аквакультури.

Таким чином, одним із поточних викликів рибництва та пріоритетом міжнародних досліджень є пошук замінників рибного борошна та використання альтернативних рослинних високопротеїнових кормів у рецептурах комбікормів. Оцінка заміни рибного борошна гідролізованим соєвим шротом проводилася за показниками росту та витрат корму. Дослід було проведено на 500 особинах кларієвого сома (Clarias gariepinus), яких розділили на 5 груп (5 дослідних і контрольну) та утримували у 5 акваріумах по 100 л. Рівень введення гідролізованого соєвого шроту становив 0, 5, 10, 15 та 20%. Дослідження тривали 28 діб (зрівняльний та основний період по 14 діб). Введення гідролізованого соєвого шроту у комбікорми кларієвого сома спричинило у всіх групах вищі прирости живої маси порівняно із аналогами контролю. Відкладання білку в організмі не змінювалося. Заміна у комбікормі до 20% рибного борошна гідролізованим соєвим шротом прискорює ріст кларієвого сома (Clarias gariepinus).

Ключові слова: *альтернативний протеїн, кларієвий сом (Clarias gariepinus), амінокислотне живлення, годівля риб, жива маса, ферментований соєвий шрот.*

Вступ. За оцінкою Продовольчої та сільськогосподарської організації світове виробництво риби зросте на 29 млн тонн між 2015 та 2025 роками [9; 14]. Попит на корми для аквакультури та рибне борошно зросте відповідно до розширення галузі рибництва [8].

Рибне борошно є необхідною складовою частиною комбікормів для вирощування риби на ранніх етапах розвитку завдяки його високій засвоюваності та амінокислотному складу [18].

Більшу частину рибного борошна отримують від вилову. Таким чином, існує глобальна ініціатива, спрямована на уникнення нераціонального використання рибних ресурсів шляхом скорочення використання кормового білка на основі риби для аквакорму [11; 24]. Останнім часом індустрія кормів для аквакультури зосереджена на потенціалі використання рослинного білку задля заміни рибного борошна [24]. Інгредієнти рослинного походження мають більшу доступність і стандартизацію порівняно з рибним борошном, проте вони характеризуються нижчою засвоюваністю, містять антипоживні речовини та мікотоксини [8; 11].

Прогрес у біотехнології та переробці може покращити біодоступність цінних рослинних білків і зменшити присутність антипоживних речовин. Заміна рибного борошна гідролізатами рослинного білку в кормах для аквакультури показала покращення росту риби [5; 10]. Гідролізат пшеничного глютену, який використовують як замінник рибного борошна, показав гарні результати [16]. Ферментативний гідроліз соєвого шроту покращує його функціональні та поживні властивості [7]. Так, задовільний ріст і розвиток спостерігався у річкової камбали (*Platichthys stellatus*), яку годували комбікормами, в яких використовувався гідролізат сої як часткова заміна рибного борошна [5]. Підвищена доступність пептидів з коротким ланцюгом і покращений профіль амінокислот із гідролізованого соєвого шроту підвищують смакові властивості рецептур. Гідролізовані соєві боби також містять біоактивні пептиди, які сприяють росту та здоров'ю [23]. Кларієвий сом є всеїдним видом із високою потребою в білку [15]. У попередніх дослідженнях на сріблястому сомі (*Rhamdia quelen*) з використанням соєвого шроту на заміну рибному борошну у кількості 30% було визначено, що при цьому відбувається погіршення росту [1; 20].

Ферментативний гідроліз соєвого шроту може покращити поживність комбікорму. Таким чином, у даній статті буде описано вплив часткової заміни рибного борошна на гідролізований соєвий шрот у рецептурах для кларієвого сома на ріст, білковий обмін та антиоксидантні властивості.

Метою дослідження є визначення ефективності використання гідролізованого соєвого шроту у годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*).

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися в проблемній науково-дослідній лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів та природокористування України.

Схемою досліду було передбачене проведення основного періоду досліду на 5 групах риб 49-добового віку по 100 особин у кожній. Тривалість зрівняльного періоду становила 14 діб. Молодь сома у період з 35 до 49 доби життя адаптувалась до нових умов утримання та споживала базовий комбікорм без введення гідролізованого соєвого шроту. Кожну групу риб утримували в акваріумі об'ємом 100 л. В основний період досліджень молодь кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) контрольної групи споживала базовий комбікорм без гідролізованого соєвого шроту. Дослідні групи споживали комбікорми з різними рівнями досліджуваного компоненту – від 5 до 20% – впродовж 14 діб (табл. 1).

До складу комбікормів вводили рибне борошно, гідролізований соєвий шрот, кукурудзу, пшеницю, соєвий шрот, м'ясо-кісткове борошно, вапняк, олію соєву, сіль та премікс. Балансували поживність так, щоб при введенні більших рівнів гідролізованого соєвого шроту поживність готових комбікормів відповідала потребам кларієвого сома (*Clarias gariepinus)* та була однаковою в усіх дослідних групах (табл. 2).

Рівень сирого протеїну у комбікормі становив у середньому 36%, а жиру 8–9%. Енергетична поживність комбікорму була в межах 1,5 МДж валової енергії на 100 г.

Амінокислотний склад комбікормів наведено у таблиці 3.

Молодь годували тричі на день у розрахунку 10% від маси риб. Наприкінці експерименту впродовж 24 годин перед зважуванням корм рибі не давався. Абсолютний приріст маси тіла визначали за різницею між середньою масою риби на початку та в кінці дослідного періоду. Дві риби на акваріум випадковим чином були

Таблиця 1. Склад комбікормів, %

Сировина	Рівень введення гідролізованого соєвого шроту, %				
	0	5	10	15	20
Рибне борошно	45	40	35	30	25
Гідролізований соєвий шрот	0	5	10	15	20
Кукурудза	13,5	10,6	8,7	6,3	3
Пшениця	5	7,5	9	11	14
Соєвий шрот	15	15	15	15	15
М'ясо-кісткове борошно	15	15	15	15	15
Олія соєва	3	3,4	3,8	4,2	4,5
Вапняк	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Премікс	1	1	1	1	1
Сіль	1	1	1	1	1
Всього	100	100	100	100	100

Таблиця 2. Поживність готових комбікормів

Показник	Рівень введення гідролізованого соєвого шроту, %				
	0	5	10	15	20
Суха речовина	93,3	94,34	93,86	93,53	93,61
Сирий протеїн	35,89	36,21	36,25	35,72	35,62
Сирий жир	8,42	8,56	8,62	8,66	8,72
Валова енергія, МДж/100 г	1,488	1,500	1,502	1,494	1,495

Таблиця 3. Амінокислотний склад комбікормів з різними рівнями введення гідролізованого соєвого шроту

Сировина	Рівень введення гідролізованого соєвого шроту, %				
	0	5	10	15	20
Незамінні амінокислоти, %					
Ізолейцин	1,22	1,25	1,28	1,27	1,31
Лейцин	2,65	2,75	2,78	2,70	2,84
Фенілаланін	1,52	1,53	1,54	1,51	1,49
Лізин	1,04	0,96	1,07	1,06	1,05
Гістидин	0,24	0,24	0,27	0,29	0,28
Аргінін	3,18	3,29	3,17	3,01	2,84
Тирозин	0,89	0,98	0,98	1,06	0,99
Треонін	1,36	1,30	1,36	1,31	1,38
Метіонін	0,99	0,92	0,97	0,98	0,90
Валін	1,79	1,80	1,82	1,81	1,77
Замінні амінокислоти, %					
Цистин	0,04	0,02	0,01	0,07	0,02
Аланін	3,10	3,11	2,98	3,12	3,05
Пролін	4,10	4,02	3,73	4,05	3,61
Глутамін	5,39	5,56	6,03	6,11	6,19
Гліцин	4,77	4,90	4,49	4,18	3,75
Аспартат	1,81	1,80	1,95	1,30	2,44
Серин	1,80	1,78	1,82	1,89	1,71
Всього	35,89	36,21	36,25	35,72	35,62

Таблиця 4. Показники росту кларієвого сома за різних рівнів гідролізованого соєвого шроту

Показник	Рівень введення гідролізованого соєвого шроту, %				
	0	5	10	15	20
Початкова маса, г	6,63±0,09	6,41±0,15	6,25±0,38	6,54±0,12	6,39±0,08
Кінцева маса, г	22,69±1,18	27,62±1,24***	28,35±1,22***	28,92±1,16***	28,02±1,79***
Загальна довжина, см	15,09±0,36	14,94±0,26	14,82±0,25	15,09±0,33	14,58±0,34
Абсолютний приріст маси, г	16,09 0,64	21,27±1,04***	22,02±0,60***	22,49±1,17***	21,71±1,85***
Коефіцієнт кондиції	0,69±0,01	0,84±0,02**	0,88±0,02**	0,86±0,08**	0,93±0,03**
Кормовий коефіцієнт	1,33±0,07	1,34±0,02***	1,33±0,10***	1,37±0,04***	1,32±0,009***

Примітки: *p<0,05, **p<0,01, *** p<0,001 порівняно з контрольною групою

відібрані для збору зразків крові з каудальної вени. Аналіз хімічного складу та якості тушки проводили наприкінці досліду з використанням трьох рибин з кожного акваріума.

Кінцева жива маса кларієвого сома різнилася між групами. Так, найменший показник маси спостерігався без використання гідролізованого соєвого шроту (табл. 4).

Використання 5% гідролізованого шроту призвело до підвищення кінцевої маси на 4,93 г, або 21,7% ($p<0,001$). При введенні 10% гідролізованого соєвого шроту кінцева маса збільшилася на 5,66 г, або 24,9% порівняно з аналогами контрольної групи, де шрот не використовувався. Відмічено найвище зростання маси тіла з-поміж усіх дослідних груп при використанні 15% гідролізованого шроту – на 6,23 г (або 27,5%) від показників контролю.

Показник загальної довжини тіла варіював між групами. Найнижчі значення були отримані в групі, де використовували 20% гідролізованого соєвого шроту, що менше на 0,51 см, або 3,4%. Дещо вищими значеннями характеризувалися групи з рівнем введення 5 та 10% гідролізованого шроту, при чому різниця між ними та аналогами контрольної групи була нижчою на 0,99 та 1,79%. За використання 15% гідролізованого соєвого шроту показник загальної довжини тіла був на рівні групи, де шрот не використовувався.

Як свідчать вищенаведені дані, найвищий приріст маси тіла риб спостерігався при використанні 15% гідролізованого соєвого шроту у комбікормі. Він був вищим на 39,8% від показників контрольної групи ($p<0,001$). Введення 10% гідролізованого шроту призвело до збільшення приросту маси на 36,9% ($p<0,001$) відносно групи, де шрот не вводився. Використання 20% гідролізованого шроту у комбікормі для кларієвого сома дало зростання маси на 34,9% ($p<0,001$). Найменший приріст маси відносно аналогів контрольної групи було відзначено при використанні 5% гідролізованого соєвого шроту – на 32,2% вище ($p<0,001$).

Коефіцієнт кондиції був вищим і достовірно відрізнявся у риб дослідних груп, які споживали комбікорм з гідролізованим соєвим шротом ($p<0,05$).

Кормовий коефіцієнт був найнижчим при використанні 20% гідролізованого соєвого шроту, найвищим – при введенні 15%.

Вірогідних змін у складі філе молоді кларієвого сома не було виявлено при включенні до комбікорму до 20% гідролізованого соєвого шроту (табл. 5).

Таблиця 5. Хімічний склад філе кларієвого сома

Показник	Рівень введення гідролізованого соєвого шроту, %				
	0	5	10	15	20
Склад філе, %					
Суха речовина	26,92±0,65	26,41±0,68	29,63±0,56	26,36±1,40	26,97±0,81
Сирий протеїн	21,02±0,53	21,47±0,41	21,23±0,48	21,04±0,74	21,87±0,62
Сирий жир	1,81±0,57	1,82±0,29	1,48±0,22	2,43±0,25	1,70±0,63
Зола	1,64±0,04	1,64±0,04	1,80±0,05	1,60±0,06	1,61±0,07

Вміст сухої речовини коливався від 26,36 до 26,97%. Вміст сирого протеїну у філе становив 21,02–21,87%, жиру – 1,48–2,43%. Найвищий вміст сирого жиру відмічали у філе риб дослідної групи, у якій вивчали введення 15% соєвого шроту, – на 34,3% порівняно з контролем.

Не було виявлено суттєвих змін у сироватці та плазмі крові при введенні до 20% гідролізованого соєвого шроту. Гематологічні та біохімічні параметри крові наведені в таблиці 6.

Таблиця 6. Показники крові кларієвого сома

Показник	Рівень введення гідролізованого соєвого шроту, %				
	0	5	10	15	20
Сироватка крові, %					
Еритроцити, 10^9/л	2,15±2,56	2,47±5,59	2,20±8,80	2,27±3,41	1,99±2,85
Гематокрит, %	26,94±1,66	28,51±1,48	26,72±1,19	28,84±1,01	28,31±1,22
Гемоглобін, г/л	54,30±2,70	54,12±1,91	49,30±2,81	53,44±1,90	53,32±2,30
Сечовина, ммоль/л	8,97±0,25	8,86±0,27	8,92±0,23	8,90±0,20	8,95±0,24
Середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах, %	20,29±1,09	19,44±0,99	18,91±1,13	18,63±0,72	19,01±0,96
Показники плазми крові					
Загальний білок, г/л	55,59±1,14	55,56±1,08	55,44±1,21	55,38±1,06	55,52±1,15
Альбумін, г/л	7,58±0,60	6,69±0,50	6,63±0,60	6,67±0,61	7,72±0,70
Холестерол , ммоль/л	2,72±0,10	2,67±0,11	2,75±0,14	2,69±0,16	2,77±0,14

Суттєвих змін загального білку у плазмі крові не відзначалося. Найвищий показник спостерігався в групі без використання ферментованого соєвого шроту – 55,59 г/л, а найнижчий за введення 15% шроту – 55,38 г/л.

Також нами було відмічено при вивченні плазми крові кларієвого сома найвищий вміст альбуміну – 7,72 г/л у групі з використанням 20% ферментованого шроту.

Використання біотехнологічних процесів, таких як ферментативний гідроліз, може покращити поживні характеристики сої та інших кормів рослинного походження [19].

Гідроліз забезпечує найефективнішу білкову фракцію з соєвого шроту і призводить до утворення біоактивних пептидів [13; 17]. Використання гідролізату з соєвих бобів може замінити рибне борошно до 85% раціону без порушення росту [6]. Ефект стимулювання росту був відмічений при заміні рибного борошна соєвим гідролізатом на рівні 20–40% [2; 5; 22].

Під час досліджень на сріблястому сомі, якому згодовували гідролізований соєвий шрот, було відмічено найвищий його ріст, який пояснюється наявністю пептидів, що діють як стимулятори росту [4; 16; 21]. Оскільки кларієвий сом є всеїдною рибою, раціони з високим вмістом інгредієнтів рослинного походження можуть спричинити проблеми із смаковими якостями у цього виду [1]. Групою вчених було доведено, що ферментативний гідроліз збільшує доступність пептидів і амінокислот для поглинання [22]. Включення 27% суміші гідролізату сої та бавовни для заміни рибного борошна в раціонах *Scophthalmus maximus* підвищило коефіцієнт ефективності протеїну [2].

Використання рослинних кормів у раціонах для риб може зменшити смакові якості та споживання корму [8]. Відмічалося, що рибне борошно, замінене соєвим гідролізатом на рівнях 15–50% у раціонах *Platichthys Stellatus*, збільшило споживання корму [5].

Інші вчені вказують, що використання високих рівнів гідролізатів до раціонів сріблястого сома може призвести до проблем з вимиванням поживних речовин та метаболічних втрат [4].

Дослідженнями було показано, що споживання кормів рослинного походження може призвести до погіршення показників крові. Включення 30% соєвого шроту до комбікорму *Takifugu rubripes* знизило гематокрит та гемоглобін [12]. Включення 34% соєвого шроту в раціон для S. Hasta викликало анемію через зниження кількості еритроцитів і гематокриту [3].

Отже, дослідженнями встановили, що застосування альтернативних білкових джерел рослинного походження у годівлі кларієвого сома є ефективним і має важливе практичне значення, оскільки його можливо використовувати як заміну рибного борошна.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Введення гідролізованого соєвого шроту у кількості від 5 до 20% вірогідно покращує кінцеву масу тіла кларієвого сома. Проте було виявлено у процесі дослідження, що заміна у комбікормі до 20% рибного борошна на гідролізований соєвий шрот для годівлі кларієвого сома найбільш ефективно забезпечує покращення росту за збереження показників хімічного складу тіла за найнижчих витрат. Завдяки цьому заміна компонентів комбікормів із високою вартістю, таких як рибне борошно, альтернативним дешевшим кормом – гідролізованим соєвим шротом – дозволяє знизити собівартість продукції без зниження її якості.

Отже, варто підкреслити, що подальші дослідження мають проводитися у напрямі вивчення ефективності використання гідролізованого соєвого шроту для годівлі інших видів риб.

Список використаних джерел

1. Desempenho e composição dos filés de jundiás (Rhamdia quelen) submetidos a diferentes dietas na fase de recria / R. Lazzari et al. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2008. Vol. 60, no. 2. P. 477–484. URL: https://doi.org/10.1590/s0102-09352008000200030.

2. Dietary inclusion of hydrolyzed soybean and cottonseed meals influence digestion, metabolic enzymes, and growth-related hormones and growth of juvenile turbot (Scophthalmus maximus) / Z. Song et al. *Aquaculture International*. 2018. Vol. 26, no. 4. P. 1017–1033. URL: https://doi.org/10.1007/s10499-018-0265-z.

3. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (Sparidentex hasta) / M. Yaghoubi et al. *Aquaculture.* 2016. Vol. 464. P. 50–59. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.002.

4. Effect of diets containing different types of sardine waste (Sardinella sp.) protein hydrolysate on the performance and intestinal morphometry of silver catfish juveniles (Rhamdia quelen) / B. Wosniak et al. *Latin American Journal of Aquatic Research.* 2016. Vol. 44. № 5. P. 957–966. URL: https://doi.org/10.3856/vol44-issue5-fulltext-8.

5. Effects of fishmeal replacement with soy protein hydrolysates on growth performance, blood biochemistry, gastrointestinal digestion and muscle composition of juvenile starry flounder (Platichthys stellatus) / Z. Song et al. *Aquaculture*. 2014. Vol. 426–427. P. 96–104. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.002.

6. Effects of Replacement of Fish Meal by Soy Protein Isolate on the Growth, Digestive Enzyme Activity and Serum Biochemical Parameters for Juvenile Amur Sturgeon (Acipenser schrenckii) / Q. Y. Xu et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2012. Vol. 25. № 11. P. 1588–1594. URL: https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12192.

7. Enzymatic hydrolysis of extruded-expelled soy flour and resulting functional properties / B.P. Lamsal et al. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* 2006. Vol. 83. № 8. P. 731–737. URL: https://doi.org/10.1007/s11746-006-5031-0.

8. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review / D. M. Gatlin et al. *Aquaculture Research*. 2007. Vol. 38. № 6. P. 551–579. URL: https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x.

9. FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome. 223 pp. URL: https://www.fao.org/fishery/en/publications/66711.

10. Feed technological and nutritional properties of hydrolyzed wheat gluten when used as a main source of protein in extruded diets for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) / T. Storebakken et al. *Aquaculture*. 2015. Vol. 448. P. 214–218. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.029.

11. Feeding aquaculture in an era of finite resources / R. L. Naylor et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. Vol. 106. № 36. P. 15103–15110. URL: https://doi.org/10.1073/pnas.0905235106.

12. Fish meal replacement by soybean meal in diets for Tiger puffer, Takifugu rubripes / S.-J. Lim et al. *Aquaculture.* 2011. Vol. 313. № 1–4. P. 165–170. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.01.007.

13. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review / M. Chalamaiah et al. *Food Chemistry.* 2012. Vol. 135. № 4. P. 3020–3038. URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.100.

14. Food and Agriculture Organization. Cultured Aquatic Species Information Programme. Oreochromis niloticus. In J. E. Rakocy (Ed.). Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department. URL: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en.

15. Growth performance and carcass composition of African catfish (Clarias gariepinus Burchell, 1822) fed on black soldier fly (Hermetia illucens Linnaeus, 1758) larvae based diets / B.M. General et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2023. Vol. 19. № 3. P. 216–225. URL: https://doi.org/10.5897/ajar2022.16235.

16. Hydrolysed wheat gluten as part of a diet based on animal and plant proteins supports good growth performance of Asian seabass (Lates calcarifer), without impairing intestinal morphology or microbiota / E. Apper et al. *Aquaculture*. 2016. Vol. 453. P. 40–48. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.018.

17. Lamsal B.P., Jung S., Johnson L.A. Rheological properties of soy protein hydrolysates obtained from limited enzymatic hydrolysis. *LWT – Food Science and Technology*. 2007. Vol. 40. № 7. P. 1215–1223. URL: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.08.021.

18. Olsen R.L., Hasan M.R. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology.* 2012. Vol. 27. № 2. P. 120–128. URL: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.003.

19. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance / Y. Hou et al. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2017. Vol. 8. № 1. URL: https://doi.org/10.1186/s40104-017-0153-9.

20. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (Rhamdia quelen) / R. Lazzari et al. Scientia Agricola. 2010. Vol. 67. № 3. P. 259–266. URL: https://doi.org/10.1590/s0103-90162010000300002.

21. Sardine (Sardinella spp.) protein hydrolysate as growth promoter in South American catfish (Rhamdia quelen) feeding: Productive performance, digestive enzymes activity, morphometry and intestinal microbiology / N. Ha et al. *Aquaculture*. 2019. Vol. 500. P. 99–106. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.004.

22. Soy peptide inclusion levels influence the growth performance, proteolytic enzyme activities, blood biochemical parameters and body composition of Japanese flounder, Paralichthys olivaceus / R. E. P. Mamauag et al. *Aquaculture.* 2011. Vol. 321. № 3–4. P. 252–258. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.022.

23. Study on Hydrolysis Conditions of Flavourzyme in Soybean Polypeptide Alcalase Hydrolysate / Y. S. Ma et al. *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 652–654. P. 435–438. URL: https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.652-654.435.

24. Tacon A.G.J., Metian M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture.* 2008. Vol. 285. № 1–4. P. 146–158. URL: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015.

Nedashkivskyi V. M.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Bila Tserkva National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine
E-mail: *profkom1967@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-5487-6807*

Chudak R. A.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine
E-mail: *romanchudak@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-4318-6979*

Tsap S. V.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine
E-mail: *tsap.svetlana@i.ua*
ORCID: *0009-0007-1613-8273*

Kryvyi M. M.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *kryvyi.znau@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-9428-0645*

Umanets R. M.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: *umanets_r@nubip.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-1483-2775*

Koroban M. P.
PhD Student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: *m.koroban@nubip.edu.ua*
ORCID: *0009-0003-1763-2629*

EFFICIENCY OF USING HYDROLYZED SOYBEAN MEAL IN FEEDING CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS)

Abstract

To increase the efficiency of feed use, aquaculture is moving towards intensification. The main share of costs in industrial fish farming is feed. Their share accounts for about 40–60% of total costs. The production of compound feed involves, first, quality control of raw materials, which plays a decisive role in the safety of food products, as well as effective types of high-quality components that ensure optimal growth of various types of fish that are grown in different conditions. To reduce the cost of feed and aquaculture products, the issue of replacing expensive components of animal origin with cheaper ones of plant origin is urgent. However, this replacement leads to a decrease in the biological value of protein, due to a decrease in the content of essential amino acids, a decrease in protein digestibility, and the availability of amino acids. Therefore, it is important to replace feed with cheaper raw materials without reducing the intensity of growth and the quality of finished aquaculture products.

Thus, one of the current challenges of fish farming and the priority of international research is the search for substitutes for fish meal and the use of alternative plant-based high-protein feeds in compound feed formulations. Evaluation of the replacement of fish meal with hydrolyzed soybean meal was carried out based on indicators of growth and feed consumption. The experiment was conducted on 500 individuals of clary catfish (Clarias gariepinus), which were divided into 5 groups, 1 control and 5 experimental, and kept in 5 aquariums of 100 liters each. The level of introduction of hydrolyzed soybean meal was 0, 5, 10, 15 and 20%. The research lasted 28 days (comparison and main period of 14 days each). The introduction of hydrolyzed soybean meal into the compound feed of clary catfish resulted in higher live weight gains in all groups compared to the control counterparts. Deposition of protein in the body did not change. Replacing up to 20% of fishmeal with hydrolyzed soybean meal in compound feed accelerates the growth of clary catfish (Clarias gariepinus).

Key words: *alternative protein, clary catfish (Clarias gariepinus), amino acid nutrition, fish feeding, body weight, fermented soybean meal.*

References

1. Lazzari, R., Radünz Neto, J., Pedron, F. A., Veiverberg, C. A., Bergamin, G.T., Lima, R. L., Steffens, C. (2008). Desempenho e composição dos filés de jundiás (Rhamdia quelen) submetidos a diferentes dietas na fase de recria Performance and fillet composition of jundiá (Rhamdia quelen) submitted to different diets in the rearing. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 60(2), 477–484. https:// doi.org/10.1590/S0102-09352008000200030
2. Song, Z., Li, P., Wang, J., Sun, Y., & Wang, C. (2018). Dietary inclusion of hydrolyzed soybean and cottonseed meals influence digestion, metabolic enzymes, and growth-related hormones and growth of juvenile turbot (Scophthalmus maximus). Aquaculture International, 26, 1017–1033. https://doi.org/10.1007/s10499-018-0265-z
3. Yaghoubi, M., Tor, M., Marammazi, J. G., Safari, O., & Gisbert, E. (2016). Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (Sparidentex hasta). Aquaculture, 464, 50–59. https://doi.org/10.1016/j. aquaculture.2016.06.002
4. Wosniak, B., Melim, E. W. H., Há, N., Uczay, J., Pilatti, C., Pessatti, M. L., & Fabregat, T. E. (2016). Effect of diets containing different types of sardine waste (Sardinella sp.) protein hydrolysate on the performance and intestinal morphometry of silver catfish juveniles (Rhamdia quelen), Latin American Journal of Aquatic Research, 44(5), 957–966. https://doi.org/10.3856/vol44-issue5-fulltext-8
5. Song, Z., Li, H., Wang, J., Li, P., Sun, Y., & Zhang, L. (2014). Effects of fishmeal replacement with soy protein hydrolysates on growth performance, blood biochemistry, gastrointestinal digestion and muscle composition of juvenile starry flounder (Platichthys stellatus). Aquaculture, 426–427, 96–104. https://doi.org/10.1016/j. aquaculture.2014.01.002

6. Xu, Q. Y., Wang, C. A., Zhao, Z. G., & Luo, L. (2012). Effects of replace- ment of fish meal by soy protein isolate on the growth, digestive enzyme activity and serum biochemical parameters for juvenile Amur sturgeon (Acipenser schrenckii). Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(11), 1588–1594. https://doi.org/10.5713/ ajas.2012.12192

7. Lamsal, B. P., Reitmeier, C., Murphy, P. A., & Johnson, L. A. (2006). Enzymatic hydrolysis of extruded-expelled soy flour and resulting functional properties. Journal of the American Oil Chemists Society, 83(8), 731–737. https://doi.org/10.1007/ s11746-006-5031-0

8. Gatlin, D. M. III, Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., ... Wurtele, E. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. Aquaculture Research, 38, 551–579. https://doi.org/10.1111/ j.1365-2109.2007.01704.x

9. FAO. (2014). The state of world fisheries and aquaculture 2014. FAO, Rome

10. Storebakken, T., Zhang, Y., Ma, J., Øverland, M., Torunn, L., Fjeld, O., ... Feneuil, A. (2015). Feed technological and nutritional properties of hydrolyzed wheat gluten when used as a main source of protein in extruded diets for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture, 448, 214–218. https://doi.org/10.1016/j. aquaculture.2015.05.029

11. Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., ... Hua, K. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(36), 15103– 15110. https://doi.org/10.1073/pnas.09052 35106

12. Lim, S.-J., Kim, S.-S., Ko, G.-Y., Song, J.-W., Oh, D.-H., Kim, J.-D., ... Lee, K.-J. (2011). Fish meal replacement by soybean meal in diets for Tiger puffer, Takifugu rubripes. Aquaculture, 313(1–4), 165–170. https://doi. org/10.1016/j.aquaculture.2011.01.007

13. Chalamaiah, M., Dinesh kumar, B., Hemalatha, R., & Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. Food Chemistry, 135(4), 3020–3038. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2012.06.100

14. Food and Agriculture Organization. Cultured Aquatic Species Information Programme. Oreochromis niloticus. In J. E. Rakocy (Ed.). Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department. Retrieved from http://www. fao.org/fishery/culturedspecies/ Oreochromis_niloticus/en

15. Growth performance and carcass composition of African catfish (Clarias gariepinus Burchell, 1822) fed on black soldier fly (Hermetia illucens Linnaeus, 1758) larvae based diets / B. M. General et al. African Journal of Agricultural Research. 2023. Vol. 19, no. 3. P. 216–225. URL: https://doi.org/10.5897/ajar2022.16235

16. Apper, E., Weissman, D., Respondek, F., Guyonvarch, A., Baron, F., Boisot, P., ... Merrifield, D. l. (2016). Hydrolysed wheat gluten as part of a diet based on animal and plant proteins supports good growth performance of Asian seabass (Lates calcarifer), without impairing intestinal morphology or microbiota. Aquaculture, 453, 40–48. https:// doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.018

17. Lamsal, B. P., Jung, S. A., & Johnson, L. A. (2007). Rheological properties of soy protein hydrolysates obtained from limited enzymatic hydro- lysis. LWT – Food Science and Technology, 40(7), 1215–1223. https:// doi.org/10.1016/j.lwt.2006.08.021

18. Olsen, R. L., & Hasan, M. R. (2012). A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. Trends in Food Science & Technology, 27(2), 120–128. https://doi.org/10.1016/j. tifs.2012.06.003

19. Hou, Y., Wu, Z., Dai, Z., Wang, G., & Wu, G. (2017). Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. Journal of Animal Science and Biotechnology, 8, 1–13. https://doi.org/10.1186/ s40104-017-0153-9

20. Lazzari, R., Radünz Neto, J., Pedron, F. D. A., Loro, V. L., Pretto, A., & Gioda, C. R. (2010). Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (Rhamdia quelen). Scientia Agricola, 67(3), 259–266. https:// doi.org/10.1590/S0103-90162010000300002

21. Ha, N., Jesus, G. F. A., Goncalves, A. F. N., Oliveira, N. S., Sugai, J. K., Pessatti, M. L., & Fabregat, T. E. H. P. (2019). Sardine (Sardinella spp.) protein hydrolysate as growth promoter in South American catfish (Rhamdia quelen) feeding: Productive performance, digestive enzymes activity, morphometry and intestinal microbiology. Aquaculture, 500, 99–106. https://doi. org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.004

22. Mamauag, R. E. P., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Gao, J., Nguyen, B. T., & Ragaza, J. A. (2011). Soy peptide inclusion levels influence the growth performance, proteolytic enzyme activities, blood biochemical parameters and body composition of Japanese flounder, Paralichthys olivaceus. Aquaculture, 321(3–4), 252–258. https://doi. org/10.1016/j

23. Ma, Y. S., Wang, L. T., Sun, X. H., Ma, B. C., Zhang, J. W., Gao, F. Q., & Liu, C. L. (2013). Study on hydrolysis conditions of flavourzyme in soybean polypeptide alcalase hydrolysate. Advances in Materials Research, 652–654, 435–438. https://doi.org/10.4028/www.scien-tific.net/AMR.652-654.435

24. Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture, 285(1–4), 146–158. https://doi. org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015

УДК 633.88:582.998.16:631.559:631.5(477.4)

Овчарук В. І.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України,
професор кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *plspg@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-2115-0916*

Падалко Т. О.
доктор філософії зі спеціальності 201 «Агрономія»,
асистент кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *krivapadalko@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-9299-3721*

ВПЛИВ ПІДЗИМОВОГО СТРОКУ СІВБИ РОМАШКИ ЛІКАРСЬКОЇ *(MATRICARIA CHAMOMILLA L.)* НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

Для виробництва лікарської сировини з високою урожайністю і якістю ромашки лікарської важливе значення мають строки сівби, які значною мірою залежать від погодно-кліматичних умов, агротехнічних прийомів та біології культури. При сівбі в різні строки рослини потрапляють у неоднакові умови зовнішнього середовища, які впливають на їх ріст і розвиток. Згідно з проведеними дослідженнями це значно вплинуло на формування польової схожості сучасних тетраплоїдних сортів ромашки лікарської. Встановлено, що рослини ромашки лікарської помірно залежать від ґрунтово-кліматичних умов, що призвело до коливань схожості, тому постало питання про вивчення агротехнічних прийомів, спрямованих на підвищення енергії проростання насіння та дружності сходів. Дослідження проводили з використанням сортів рослин ромашки лікарської Перлина Лісостепу та Zloty Lan в умовах Правобережного Лісостепу України. В роки проведення експериментальних досліджень (2018–2022 рр) сортів ромашки лікарської вивчено їх екологічну стійкість, оцінено лікарську сировину та перспективи використання. ІІ декада жовтня 2021 року характеризувалася меншою кількістю опадів – 1,7 мм – при високій температурі повітря +2,2 °С порівняно з попередніми роками досліджень. Запаси доступної вологи були найбільші у ІІ декаді листопада (18.11) – 62,4 мм, тоді як 2022 року І – ІІ декади жовтня – листопада опади були відсутні. Показники погодно-кліматичного режиму ранньовесняного строку сівби на контролі мали свої значення. Зокрема, найвища температура повітря в І декаді квітня 2022 року становила +20,8 °С за 35,2 мм опадів, коли найменше опадів випало в 2018 році – 16,4 мм. Така різниця погодних умов дала змогу краще встановити вплив досліджуваного чинника на формування врожайності ромашки лікарської за різних погодних умов. У роботі використано такі дані: польова схожість сорту Перлина Лісостепу становила 63,64% за контрольного варіанту та була найвища в 2022 році – 72,17% підзимового строку сівби, а сорту Zloty Lan від 60,11% до 71,32%. В середньому найвища схожість насіння була в сорту Перлина Лісостепу за підзимового строку сівби І декади листопада з нормою висіву насіння 6 кг/га – 70,65%, що перевищувала контроль на 4,36%. У сорту Zloty Lan показник польової схожості мав меншу схожість за цими показниками – 69,99%. Це означає, що сорт Перлина Лісостепу є стійкішим, а насінини при проростанні спрямовані на зростання енергії і дружності сходів, що можна порівняти в середньому за роки досліджень.

Ключові слова: *ромашка лікарська, сорт, строк сівби, польова схожість, чинники вегетації.*

Вступ. У 1974 році для ромашки лікарської було прийнято офіційну назву *Chamomilla recutita (L.) Rausch*, яку було запропоновано Раушертом на підставі номенклатурних правил міжнародної ботанічної номенклатури К. Ліннея. З 1982 року ромашка лікарська та лікарські засоби, отримані з неї, стандартизовані та включені до правових норм. З того часу вони внесені до фармакопей усього світу [1].

Matricaria chamomilla L. – відома лікарська рослина, яка має широкий спектр застосування в традиційній медицині для лікування багатьох видів захворювань, має величезну екологічну амплітуду та географічне поширення майже у всьому світі [5].

За своїми природно-кліматичними умовами Україна є одним із пріоритетних регіонів в Європі для вирощування лікарських рослин. Близько 500 видів використовується в традиційній медицині, а решта (близько 150 видів) включена до Європейської Фармакопеї та ДФУ [1; 7].

Лікарська рослинна сировина використовується в гомеопатії, ароматерапії, косметиці, ветеринарії та харчовій промисловості. Цілі квіткові кошики без стебел використовуються для лікування. Фітохімічний склад ефірних

© Овчарук В. І., Падалко Т. О., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.7

олій та екстрактів ромашки лікарської містить понад 120 хімічних компонентів. Генетична та фенотипічна характеристика є першим кроком на шляху до збереження та сталого використання різноманітності рослин ромашки лікарської [3].

Важливою умовою формування високопродуктивного агрофітоценозу ромашки лікарської, особливо у регіонах недостатнього або ж нестабільного осіннього зволоження, є достатня польова схожість насіння, яка залежить від низки технологічних прийомів, серед яких особливе значення відіграють строки сівби при оптимальній нормі висіву. Водночас нестача вологи та поживних речовин знижує інтенсивність цвітіння, кількість і масу суцвіть та прискорює процес дозрівання [1; 5].

Важливим показником є польова схожість насіння та відсоток його виживання, який в майбутньому визначає густоту стояння рослин впродовж вегетаційного періоду та впливає на продуктивність культури [5].

Метою роботи є опрацювання забезпечення високої схожості насіння ромашки лікарської залежно від сорту, підзимового строку сівби при оптимальній нормі висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментальні дослідження були проведені впродовж 2018–2022 рр. у сівозміні озимої пшениці в зоні Правобережного Лісостепу України (дослідне поле ФОП «Прудивус»), створеній філією кафедри ЗВО «ПДУ» з урахуванням усіх вимог методики дослідної справи. Схема досліду включала такі фактори: фактор А – сорти Перлина Лісостепу, Zloty Lan, які включені до Державного реєстру сортів рослин України і Польщі, при оптимальній нормі висіву насіння 6 кг/га за температури ґрунту 6–8 °С і глибини посіву 0,5 см; фактор В – строки сівби – ранньовесняна (*1–3.04 (контроль*) та підзимова (*15–18.10; 1–4.11; 15–18.11*) за найкращими показниками.

Сорт ромашки лікарської Перлина Лісостепу (4х) – тетраплоїд, середньостиглий, посухостійкий, високоврожайний. Проростання насіння дружне на 20–25 добу після висіву насіння. Довжина вегетаційного періоду від сівби до дозрівання насіння – 90 діб. Урожайність сировини (суцвіть) – 0,76 т/га, насіння – 120,0 кг/га. Вміст ефірної олії у сировині – 0,7%, хамазулену в ефірній олії – 12,3%. Також містяться похідні даних сполук [3].

Сорт ромашки лікарської Złoty Łan (4х) – тетраплоїдний сорт. Дає добру врожайність сировини – понад 1,3 т/га. Сорт придатний для механічного збирання. Суцвіття великі, діаметр кошиків становить 2,8 см; маса 100 кошиків – 21 г. Сировина містить 1,1% ефірної олії, яка містить приблизно 10% хамазулену та 4% α-бісабололу. Урожайність насіння становить 250 кг/га.

Питання постійного пошуку оптимальних строків сівби також пов'язане з помітними кліматичними змінами, які спричинені зростанням температурних показників як за сезонами, так і в середньому за рік, тому сівбу слід проводити одразу, як тільки сформуються сприятливі погодно-кліматичні умови і ґрунт буде готовий для проведення робіт. Науковці О.В. Князюк та Р.А. Крешун вважають, що строки сівби ромашки лікарської впливають на схожість насіння рослин, а підзимовий строк сівби забезпечує стабільний і порівняно високий урожай якісного насіння та перевершує весняний строк сівби на 50%, що зумовлено більш сприятливими умовами для росту і розвитку рослин при формуванні врожаю за рахунок використання запасів ґрунтової вологи [5].

За рекомендаціями та дослідженнями А.Н. Кирьянова, С.А. Тоцької, норма висіву насіння ромашки лікарської аграріїв-виробничників та оригінаторів сортів становить: для рядкового способу сівби 6–8 кг/га; для гніздового сівалкою – 4–6 кг/га; для ручного гніздового – 2–3 кг/га. Це оптимально для змін кліматичних умов (раніше було 2; 2,5–3 кг/га) [2; 5].

Ґрунти – сірі лісові середньосуглинкові на карбонатному лесі. Вміст гумусу (за Тюріним) низький, в шарі ґрунту 0–20 см становив 1,99%. Вміст лужногідролізованого азоту (за Конфілдом) становив 68 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 152 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чиріковим) – 98 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину коливалася в межах 5,2–5,5 pH. Зволоження відбувалося відповідно до атмосферних опадів, оскільки рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 10–15 м [4].

Погодні умови і водний режим у період жовтня – листопада за роки проведених досліджень мали значні відхилення від середніх багаторічних даних. Так, високі показники були відмічені в ІІ декаді жовтня 2020 року, коли випало 30,8 мм опадів за температури повітря +12,7 °С, при цьому запаси доступної вологи в орному шарі ґрунту (0–20 см) становили 20 мм, тоді як у ІІ декаді листопада випало 62,4 мм за температури +2,2 °С, а доступна волога становила 45 мм. ІІ декада жовтня 2021 року характеризувалася меншою кількістю опадів (1,7 мм) за високої температури повітря (+2,2 °С) порівняно з попередніми роками досліджень, що пов'язано з погодно-кліматичними умовами глобальних змін клімату на планеті. З огляду на це запаси доступної вологи були найбільші у ІІ декаді листопада (18.11) – 62,4 мм, тоді як 2022 року у І – ІІ декаді жовтня – листопада опади були відсутні, тобто 0 мм. Отже, при середній декадній температурі повітря середні показники за 2018–2022 рр. знаходилися в межах 11,5 і 7,4 °С. Показники погодно-кліматичного режиму ранньовесняного строку сівби на контролі мали свої значення. Зокрема, найвища температура повітря в І декаді квітня 2022 року становила +20,8 °С за 35,2 мм опадів, коли найменше опадів випало в 2018 році – 16,4 мм. Така різниця погодних умов дала змогу краще встановити вплив досліджуваного чинника на формування врожайності ромашки лікарської за різних погодних умов [6].

Фенологічні спостереження проводили відповідно до Методики державного сортовипробування на основних етапах росту та розвитку рослин. Математичний аналіз показників проводили з використанням сучасних пакетів прикладних програм, таких як Agrostat і Statistica 10.0 та ін. [2; 3].

У результаті досліджень встановлено, що сівба насіння ромашки лікарської в різні строки дещо впливала на польову схожість. Встановлено, що строки сівби впливають на реалізацію ресурсного потенціалу ромашки лікарської, тому за підзимового строку сівби створюються сприятливіші умови для розвитку рослин, які максимально можуть використати ресурси середовища у ранньовесняний строк і забезпечити вищу життєздатність.

Одним із факторів, що визначає структуру врожаю насіння, є густота стояння рослин на одиниці площі. Ромашка лікарська пристосована до типового рельєфу, типу ґрунту, клімату та умов вирощування Правобережного Лісостепу України під впливом агротехнічних факторів.

Роки досліджень показали дещо незначний вплив строку сівби на густоту стояння рослин ромашки лікарської (табл. 1).

Так, за п'ять років досліджень найкращі показники польової схожості насіння визначені нами при сівбі перед пониженням температури та першими заморозками. У сорту Перлина Лісостепу при сівбі 1–4 листопада вона знаходилася в межах від найнижчої (69,63%) до найвищої (72,17%). Показник 72,17% сформувався в 2022 році та перевищив ранньовесняний показник 67,35% цього ж року на 4,82%. Коефіцієнт варіації 2,00% свідчить про незначне варіювання польової схожості за річними показниками. При більш ранній підзимовій сівбі дещо знизилась польова схожість: сорту Перлина Лісостепу на 3,63%, а сорту Zloty Lan на 2,93%. Очевидно, це пов'язано з тим, що при більш ранній сівбі окремі насінини погано проростали і в зимовий період загинули. Результати спостережень дозволяють вважати, що польова схожість сорту Перлина Лісостепу становила 63,64% контрольного варіанту до 72,17% за підзимового строку сівби, сорту Zloty Lan – 60,11%–71,32%. Це означає, що сорт Перлина Лісостепу стійкіший, а насінини при проростанні спрямовані на зростання енергії і дружності сходів, що можна порівняти в середньому за роки досліджень (рис. 1).

Слід також зазначити, що метеорологічні умови дещо вплинули на польову схожість насіння в осінній період та його загибель узимку. Крім того, на це вплинула незначна кількість опадів як у весняний так, і в осінній строки. Найбільша кількість рослин ромашки лікарської гине у початкові періоди від сходів до утворення розетки у 5–6 листків, далі відбувається конкуренція між вегетативними рослинами за чинники існування в біоті. Так, в середньому, найвища схожість насіння була в сорту Перлина Лісостепу за підзимового строку сівби І декади

Таблиця 1. Густота стояння рослин ромашки лікарської залежно від сорту і підзимового строку сівби, % (середня за 2018–2022 рр.)

Строк сівби (фактор В)	Рік	Сорт (фактор А)							
		Перлина Лісостепу *(контроль)*				Zloty Lan			
		Лабораторна схожість, %	Висіяно насіння, шт/м²	Проросло насіння, шт/м²	Польова схожість, %	Лабораторна схожість, %	Висіяно насіння, шт/м²	Проросло насіння, шт/м²	Польова схожість, %
Ранньовесняний 1–3.04 (*контроль*)	2018	68,34	548	368	67,15	67,01	551	350	63,52
	2019	65,12	550	350	63,64	64,13	539	324	60,11
	2020	66,08	584	380	65,07	65,28	533	338	63,41
	2021	68,44	573	390	68,06	68,22	550	365	66,36
	2022	68,96	585	394	67,35	67,34	548	358	65,33
V, %		*2,49*			*2,77*	*2,49*			*3,74*
Підзимовий 15 –18.10.	2018	66,38	648	421	64,97	65,99	645	416	64,50
	2019	67,99	676	440	65,09	68,74	680	429	63,09
	2020	68,11	685	455	66,42	68,03	673	441	65,53
	2021	66,97	684	452	66,08	66,28	682	449	65,84
	2022	69,99	677	464	68,54	69,39	658	450	68,39
V, %		*2,03*			*2,17*	*2,21*			*2,98*
Підзимовий 1–4.11	2018	69,93	652	454	69,63	69,73	651	450	69,12
	2019	69,99	673	468	69,54	69,00	664	458	68,98
	2020	71,26	684	480	70,18	70,02	652	456	69,94
	2021	72,09	668	479	71,72	71,09	660	466	70,61
	2022	73,68	690	498	72,17	72,54	659	470	71,32
V, %		*2,20*			*1,73*	*1,95*			*1,42*
Підзимовий 15–18.11.	2018	68,11	670	448	66,87	67,88	662	442	66,77
	2019	67,34	634	419	66,09	66,04	622	409	65,76
	2020	69,54	640	435	67,97	69,44	636	429	67,45
	2021	67,71	632	424	67,09	66,53	639	420	65,73
	2022	69,74	651	444	68,20	68,79	642	436	67,91
V, %		*1,59*			*1,27*	*1,14*			*1,47*

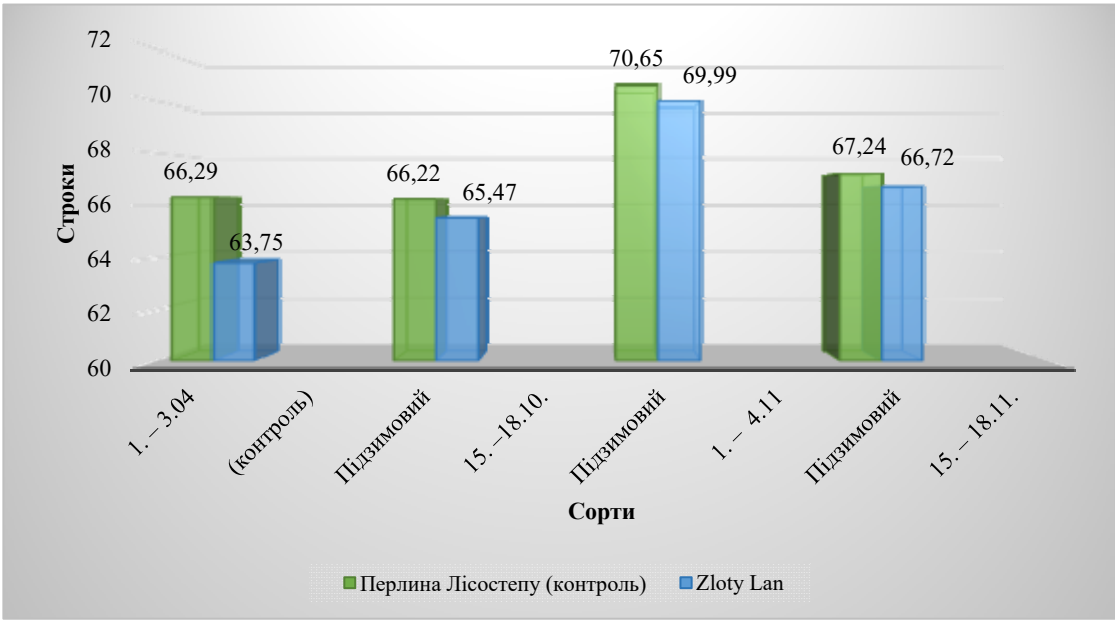

Рис. 1. Польова схожість рослин ромашки лікарської залежно від сорту, підзимового строку сівби при оптимальній нормі висіву насіння, % (середня за 2018–2022 рр.)

листопада з нормою висіву насіння 6 кг/га – 70,65%, що була вища за контроль на 4,36%. У сорту Zloty Lan показник польової схожості дещо поступався, тому він мав нижчу схожість за цими показниками – 69,99%.

Висновки. У підвищенні врожайності ромашки лікарської важливу роль відіграє вибір правильного строку сівби та біологічні особливості культури, зокрема сорт – стійкий та високопродуктивний.

Встановлено, що польова схожість насіння залежала від природно-кліматичних чинників, які формуються в допосівний та міжфазний періоди сівби-сходів ромашки лікарської. У середньому за фактором А показники становили від 63,75 до 70,65%. Отже, ромашка лікарська є придатною для вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України за досліджуваними факторами культури.

Список використаних джерел

1. Гродзінський А.М. Лікарські рослини : енциклопедичний довідник. Київ : Український виробничо-комерційний центр «Олімп». 1992. С. 383–384.

2. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

3. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодав ; Державна комісія України із випробування та охорони сортів рослин. Київ, 2000. С. 24–58.

4. Паньків З.П. Ґрунти України : навчально-методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. С. 22.

5. Падалко Т.О. Залежність польової схожості та виживання рослин ромашки лікарської від чинників вегетації та агротехнічних прийомів. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 128–136. Doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-128-136.

6. Прогноз погоди за всіма населеними пунктами України (близько 30000) від погодного сайту. URL: https: meteopost. com/ (дата звернення: 2018 –2022 рр.)

7. Features of growth and development of root seed plants of chicory / Ткач О., Овчарук В. Овчарук Т. Падалко О. *S World-Journal*. 2023. № 2 (18–02). С. 84–90. URL: https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-18-02-067.

Ovcharuk V. I.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine,
Professor at the Department of Horticulture and Viticulture,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *plspg@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-2115-0916*

Padalko T. O.
Doctor of Philosophy in specialty 201 "Agronomy",
Assistant at the Department of Horticulture and Viticulture,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *krivapadalko@gmail.com*
ORCID:*0000-0001-9299-3721*

THE EFFECT OF THE FALL-WINTER SOWING PERIOD OF MATRICARIA CHAMOMILLA *(MATRICARIA CHAMOMILLA L.)* ON THE FIELD SIMILARITY OF THE SEED IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

Abstract

For the production of medicinal raw materials with a high yield and quality of medicinal chamomile, the timing of sowing, which largely depends on weather and climatic conditions, agrotechnical methods and culture biology, is important. When sowing at different times, plants fall into different environmental conditions that affect their growth and development. According to the conducted research, this significantly influenced the formation of field similarity of modern tetraploid varieties of medicinal chamomile. It was established that chamomile plants are moderately dependent on soil and climatic conditions, which led to fluctuations in germination, so the question arose in the study of agrotechnical techniques aimed at increasing the energy of seed germination and seedling friendliness. The research was carried out using the Perlyna Lisostepu and Zloty Lan chamomile plant varieties in the conditions of the Right Bank Lisostepa of Ukraine. During the years of experimental research (2018 – 2022) of medicinal chamomile varieties, their environmental stability was studied, medicinal raw materials and prospects for use were evaluated. The second decade of October 2021 was characterized by a lower amount of precipitation of 1.7 mm at a high air temperature of +2.2 °C, compared to previous years of research, the reserves of available moisture were the largest in the second decade of November (November 18) – 62.4 mm, then as in 2022, there were no precipitations in the first and second decades of October-November. 35.2 mm of precipitation, when the least precipitation fell in 2018 – 16.4 mm. Such a difference in weather conditions made it possible to better establish the influence of the studied factor on the formation of the yield of medicinal chamomile under different weather conditions. The following data were used in the work: the field similarity of the Perlyna Lisostepu variety was 63.64% for the control variant and the highest in 2022 – 72.17% of the winter sowing period, and the Zloty Lan variety was from 60.11% to 71.32%. On average, the highest seed germination was in the Perlyna Lisostepu variety during the sub-winter sowing period of the 1st decade of November with a seed sowing rate of 6 kg/ha – 70.65%, which exceeded the control by 4.36%. The Zloty Lan variety had the lowest similarity according to these indicators – 69.99%. This means that the Perlina Lisostepu variety is more stable, and the seeds during germination are aimed at increasing the energy and friendliness of seedlings, which can be compared on average over the years of research.

Key words: *medicinal chamomile, variety, sowing time, field germination, vegetation factors.*

References

1. Grodzinsky, A.M. (1992). *Likarski roslyny: entsyklopedychnyi dovidnyk. "Ukrainska Entsyklopediia" im. M. P. Bazhana [Medicinal plants: encyclopedic reference. "Ukrainian Encyclopedia" named after M. P. Bazhana*]. Kyiv: Ukrainian Industrial and Commercial Center "Olympus". P. 383–384. – ISBN 5-88500-055-7. [in Ukrainian]

2. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V.(2008). Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz u zemlerobstvi ta roslynnytstvi navchalnyi posibnyk [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production, a study guide]. Kherson: Aylant, 272 p. [in Ukrainian]

3. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (2000). [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. (Volkodav, V.V. Eds.). State Commission of Ukraine for Testing and Protection of Plant Varieties. Kyiv, P. 24–58. [in Ukrainian]

4. Pankiv, Z.P. (2017). *Grunty Ukrainy [Soils of Ukraine*]. Lviv: LNU named after Ivan Franko. P. 22. [in Ukrainian]

5. Padalko, T.O. (2020). *Zalezhnist polovoi skhozhosti ta vyzhyvannia roslyn romashky likarskoi vid chynnykiv vehetatsii ta ahrotekhnichnykh pryiomiv [Dependence of field germination and survival of medicinal chamomile plants on vegetation factors and agricultural techniques]*. Collection of scientific works "Agrobiology", 1. P. 128–136. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-128-136 [in Ukrainian]

6. Prohnoz pohody za vsima naselenymy punktamy Ukrainy (blyzko 30000) vid pohodnoho saitu [Weather forecast for all populated areas of Ukraine (about 30,000) from the weather site]. Retrieved from: https: meteopost.com/ (access date: 2018–2022) [in Ukrainian]

7. Tkach, O., Ovcharuk, O., Ovcharuk, V., & Padalko T. (2023). FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF ROOT SEED PLANTS OF CHICORY. S WorldJournal, 2023. 2 (18–02), 84–90. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-18-02-0 67 [in English]

УДК 635.21:631.526.32:632.9

Плотницька Н. М.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *plotnat@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-7758-1307*

Гурманчук О. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *gurmanchuka@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-9663-1514*

Невмержицька О. М.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *onevmerzhitska@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-2024-9316*

Харчишин Т. Г.
здобувач ОС «Магістр»,
Поліський національний університет
Житомир, Україна

Король А. М.
здобувач ОС «Магістр»,
Поліський національний університет
Житомир, Україна

РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Анотація

Отримання безпечної продукції харчування вимагає скорочення застосування хімічних препаратів, а основна увага надається генетиці та селекції. Вирощування стійких до шкідливих організмів сортів має істотне екологічне значення, а також сприяє зростанню урожайності сільськогосподарських культур, у т.ч. і картоплі. Забезпечення органів картоплі поживними речовинами створює сприятливі умови для розвитку багатьох патогенів різної етіології як під час вегетації, так і при зберіганні урожаю у сховищі.

Стійкість сортів картоплі залежно від впливу біотичних та абіотичних чинників може знижуватися. Саме тому пошук найбільш стійких сортів картоплі до різних збудників хвороб у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є досить актуальним.

У статті висвітлено дані щодо оцінки стійкості сортів картоплі іноземної селекції різних груп стиглості до збудників найбільш поширених хвороб. Дослідження проводилися в умовах Житомирської області протягом 2021–2023 рр. за такою схемою: група ранньостиглих сортів: Дніпрянка (контроль), Рів'єра, Вінета, Белларoза; група середньоранніх сортів: Струмок (контроль), Фабула, Сильвана, Інноватор; група середньостиглих сортів: Зоряна (контроль), Доната, Сагіта, Гранада. Контрольним варіантом виступали сорти картоплі вітчизняної селекції.

Аналіз насаджень досліджуваних сортів картоплі протягом вегетації показав, що структура хвороб вегетативної маси дещо відрізнялася залежно від групи стиглості сорту. Домінуюче положення у структурі хвороб усіх сортів картоплі займав фітофтороз. Також було діагностовано такі хвороби, як альтернаріоз, чорна ніжка, вірусні захворювання.

© Плотницька Н. М., Гурманчук О. В., Невмержицька О. М., Харчишин Т. Г., Король А. М., 2023

DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.8

Залежно від сортових особливостей та групи стиглості розвиток фітофторозу під час вегетації становив у межах від 20,6 до 36,3%, а альтернаріозу 20,1–28,9%. По усіх досліджуваних сортах картоплі іноземної селекції отримано зростання урожайності на 1,5–19,5% порівняно із контрольними сортами вітчизняної селекції за кожною групою стиглості. Фітопатологічний аналіз бульб картоплі усіх досліджуваних сортів показав розвиток таких хвороб, як фітофтороз, суха гниль, парша звичайна та дитиленхоз. Ступінь ураження кожної із досліджуваних хвороб варіював залежно від групи стиглості та сортових особливостей рослин.

Ключові слова: *картопля, сорт, хвороби, стійкість, урожайність.*

Вступ. У процесі отримання якісної і безпечної продукції харчування, зменшення негативної дії хімічних препаратів при проведенні захисту різноманітних культур від шкідливих організмів досить значна роль відводиться генетиці та селекції. Вирощування стійких до шкідливих організмів сортів має істотне екологічне значення, а також сприяє зростанню урожайності сільськогосподарських культур, у т.ч. і картоплі [1; 11].

Картопля за багатогранністю свого використання у різних галузях господарства посідає одне з перших місць. Вона має важливе продовольче, технічне і кормове значення завдяки вмісту у рослинах значної кількості поживних речовин [3; 6].

Одним із факторів, що призводить до зниження урожайності та якості бульб картоплі, є ураження вегетативної маси плямистостями, найбільш поширеними серед яких є фітофтороз (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) та альтернаріоз (*Alternaria solani, Alternaria alternata*). Крім того, розвиток цих патогенів продовжується і під час зберігання урожаю бульб [12; 13; 14; 17]. Еволюційна мінливість і мутація збудників фітофторозу та альтернаріозу призводить до зниження ступеня стійкості сортів до захворювань. Сорти картоплі, що володіли підвищеною стійкістю до захворювань, при масовому вирощуванні починали більшою мірою уражуватися збудниками хвороб, що вимагало додаткових витрат на проведення захисних заходів [5; 17]. Зниження природної стійкості сортів картоплі до хвороб пов'язане із тим, що вони не мають окремих генів стійкості проти збудників фітофторозу та альтернаріозу, а ця стійкість є полігенною, тобто залежить від дії багатьох генів [5; 8; 9; 17].

Ураження картоплі фітопатогенним комплексом відбувається під час вегетації, а також і при зберіганні урожаю. Серед хвороб, що розвиваються на бульбах у сховищах, однією із домінуючих є суха фузаріозна гниль, що викликається грибами роду *Fusarium* spp., зокрема *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. sambucinum* Fuck., *F. oxysporum* (Schl.) Snyd. et Hans. Оскільки гриби роду *Fusarium* є раневими патогенами, їх розвиток підсилюється за умов механічних пошкоджень бульб, а також вони є одними із основних у складі змішаних гнилей бульб [2; 10; 16].

В умовах сухого і спекотного літа на бульбах, столонах і коренях картоплі спостерігається розвиток парші звичайної (*Streptomyces scabies* Guss). Уражені паршею бульби погано зберігаються, спостерігається погіршення їх товарних якостей. Використання таких бульб як садивного матеріалу може спричинити втрати врожаю до 40% [2; 4; 5].

Досить значної шкоди протягом зберігання бульб завдає стеблова нематода (*Ditylenchus destructor* Thorne), що спричиняє захворювання дитиленхоз. Шкідливість від стеблової нематоди проявляється у зниженні якісних показників бульб. Крім того, дитиленхозні бульби є причиною швидкого псування бульб у сховищі, тому що через поранення у місцях пошкодження нематодою досить швидко у бульби потрапляє інфекція різної етіології. Наявність у посадковому матеріалі уражених стебловою нематодою бульб може призвести до втрат як мінімум 20% урожаю [15].

Генетична стійкість сортів картоплі до збудників різних захворювань сприяє не лише підвищенню врожайності, але і отриманню безпечної продукції картоплярства. Проте залежно від впливу біотичних та абіотичних чинників ця стійкість може знижуватися [1; 11]. Саме тому пошук найбільш стійких сортів картоплі до різних збудників хвороб у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є досить актуальним.

Метою роботи є проведення оцінки сортів картоплі різних груп стиглості за вегетативною масою та бульбами на стійкість до найбільш поширених хвороб у ґрунтово-кліматичних умовах Житомирської області. При закладанні польових досліджень попередником картоплі була озима пшениця.

Дослідження проводилися за такою схемою:

– група ранньостиглих сортів – Дніпрянка (контроль), Рів'єра, Вінета, Белларoза;
– група середньоранніх сортів – Струмок (контроль), Фабула, Сильвана, Інноватор;
– група середньостиглих сортів – Зоряна (контроль), Доната, Сагіта, Гранада.

Контрольним варіантом виступали сорти картоплі вітчизняної селекції.

Визначення стійкості вегетативної маси сортів картоплі до фітофторозу та альтернаріозу проводили на природному інфекційному фоні згідно з загальноприйнятими методиками [7].

Візуальний облік ступеня ураження досліджуваними хворобами проводили за 9-бальною шкалою, де 9 балів – дуже висока стійкість (відсутність плям), а 1 бал – дуже низька стійкість (уражено більше 75% листя зразка).

Площа окремого варіанту становила 0,1 га у триразовій повторності.

На дослідній ділянці під основний обробіток вносили суперфосфат і каліймагнезію в розрахунку по 90 кг д. р. на 1 га фосфору і калію. Азотні добрива застосовували у формі аміачної селітри із розрахунку 90 кг д. р. на 1 га.

Обробіток міжрядь, підгортання, збирання врожаю проводили механізовано. Урожай обліковували після збирання суцільно поділянково.

Ураженість та поширення хвороб картоплі під час зберігання визначали згідно із ДСТУ 4014-2001. Визначення та ідентифікацію збудників хвороб здійснювали згідно із загальновідомими у фітопатології методиками [7].

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз насаджень досліджуваних сортів картоплі протягом вегетації показав, що структура хвороб вегетативної маси дещо відрізнялася залежно від групи стиглості сорту. Домінуюче положення у структурі хвороб усіх сортів картоплі займав фітофтороз. Також було діагностовано такі хвороби, як альтернаріоз, чорна ніжка, вірусні захворювання. Оскільки значної шкоди надземній масі завдають такі плямистості, як фітофтороз та альтернаріоз, нами було проведено обліки щодо ураження рослин вказаними захворюваннями (рис. 1). Зокрема, розвиток фітофторозу на ранньостиглих сортах картоплі варіював у межах від 35,1 до 46,7%, а альтернаріозу – від 25,0 до 28,9%. У межах 2,3–8,7% спостерігали зниження розвитку фітофторозу на сортах картоплі іноземної селекції із групи середньоранніх сортів порівняно із контрольним сортом Струмок.

Найнижчий відсоток розвитку фітофторозу та альтернаріозу зафіксовано у варіанті із висаджуванням середньостиглого сорту Гранада, де ці показники становили 20,6 та 19,7% відповідно.

Формування урожаю картоплі, створення і накопичення корисних речовин в її бульбах визначається як природою самої рослини, так і її генетичним складом. У зв'язку з цим деякі відмінності у рості і розвитку рослин по сортах, а також ураження їх хворобами у польових умовах впливають на особливості проходження біохімічних процесів у рослинах і в кінцевому результаті на формування урожайності бульб картоплі.

Необхідно відмітити, що урожайність картоплі залежно від сорту та ступеня ураження його хворобами протягом вегетації дещо змінювалася (табл. 1).

У групі ранньостиглих сортів отримано приріст урожаю у межах 0,8–3,3 т/га порівняно з сортом Дніпрянка, що слугував за контроль.

Збільшення урожайності на 4,4–15,2% порівняно із сортом Струмок було отримано і при вирощуванні середньоранніх сортів іноземної селекції Сильвана та Інноватор. Урожайність сорту Фабула була на рівні контрольного варіанту і становила 20,4 т/га. У групі середньостиглих сортів по досліджуваних сортах отримано приріст урожаю у межах 0,3–3,1 т/га порівняно із сортом вітчизняної селекції Зоряна.

Слід відмітити, що, хоча деякі досліджувані сорти іноземної селекції у фазу цвітіння мали дещо вищий ступінь ураження рослин збудниками досліджуваних хвороб, внаслідок своїх генетичних можливостей вони мали більш дружні сходи, більшу кущистість, площу листової поверхні, саме тому по них було отримано приріст урожаю порівняно із сортами вітчизняної селекції.

Крім того, були проведені спостереження щодо визначення ступеня ураження бульб картоплі деякими хворобами восени після збирання урожаю та навесні після зберігання. Встановлено, що на бульбах картоплі усіх досліджуваних сортів спостерігали розвиток таких хвороб, як фітофтороз, суха гниль, парша звичайна та дитиленхоз (табл. 2). Залежно від сорту спостерігали незначне варіювання ступеня ураження бульб названими хворобами. Відсоток ураження бульб хворобами зростає після зберігання урожаю. Зокрема, ступінь ураження бульб досліджуваних сортів картоплі фітофторозом після зберігання зріс у 1,2–2,6 раза порівняно із осіннім обліком. Ступінь ураження досліджуваних сортів картоплі сухою гниллю становив менше 1%.

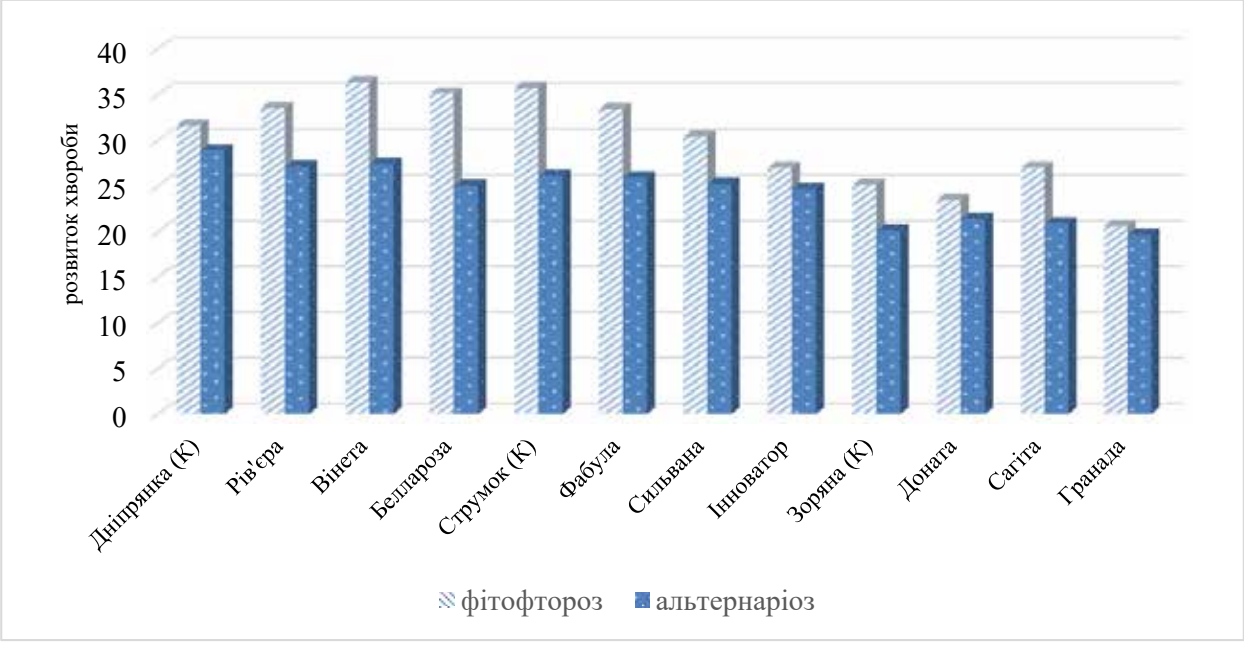

Рис. 1. Розвиток фітофторозу та альтернаріозу на сортах картоплі, 2021–2023 рр.

Таблиця 1. Урожайність картоплі залежно від ступеня ураження основними хворобами, 2021–2023 рр.

Група стиглості	Сорти	Урожайність, т/га	Приріст врожаю, ± до контролю	
			т/га	%
Ранньостиглі	Дніпрянка (К)	16,9	-	-
	Рів'єра	18,3	1,4	8,3
	Вінета	17,7	0,8	4,7
	Белларoза	20,2	3,3	19,5
$НІР_{05}$		*0,7*	*0,1*	
Середньоранні	Струмок (К)	20,4	-	-
	Фабула	20,4	-	-
	Сильвана	21,3	0,9	4,4
	Інноватор	23,5	3,1	15,2
$НІР_{05}$		*0,1*	*0,1*	
Середньостиглі	Зоряна (К)	20,6	-	-
	Доната	20,9	0,3	1,5
	Сагіта	23,1	2,5	12,1
	Гранада	23,7	3,1	15,0
$НІР_{05}$		*0,2*	*0,3*	

Примітка: **К – контрольний варіант*

Таблиця 2. Ступінь ураження бульб досліджуваних сортів картоплі хворобами, 2021–2023 рр.

Група стиглості	Назва сорту	Ступінь ураження, %							
		фітофторозом		сухою гниллю		паршею звичайною		дитиленхозом	
		восени	навесні	восени	навесні	восени	навесні	восени	навесні
Ранньостиглі	Дніпрянка (К)	1,1	2,1	0,4	0,5	4,2	4,9	1,2	3,0
	Рів'єра	1,3	3,0	0,3	0,5	5,5	6,2	2,1	2,9
	Вінета	2,4	4,4	0,6	0,8	4,4	6,4	2,8	3,4
	Белларoза	1,5	2,3	0,5	0,6	1,0	1,6	4,0	5,3
Середньоранні	Струмок (К)	2,6	4,2	0,3	0,3	4,9	6,4	2,9	4,4
	Фабула	1,5	3,1	0,1	0,2	5,5	5,7	2,7	3,5
	Сильвана	2,0	4,1	0,4	0,9	4,9	5,8	4,0	5,2
	Інноватор	1,1	1,8	0,4	0,6	1,3	1,9	3,0	3,9
Середньостиглі	Зоряна (К)	1,8	3,7	0,4	0,8	3,8	4,2	2,8	4,0
	Доната	1,6	1,9	0,3	0,4	1,7	2,5	3,9	4,6
	Сагіта	0,9	2,0	0,1	0,2	0,9	1,1	3,2	4,1
	Гранада	1,4	3,6	0,2	0,3	1,5	2,0	1,3	2,4

Найнижчий відсоток розвитку парші картоплі зафіксовано у групі середньостиглих сортів, де цей показник був у межах 0,9–3,8% після збирання врожаю та 1,1–4,2% після зберігання.

Ступінь ураження бульб сортів картоплі дитиленхозом після збирання урожаю коливався у межах 1,2–4,0%, а після зберігання їх відсоток зріс у 1,2–2,5 раза.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що в умовах Житомирщини протягом вегетації у структурі хвороб картоплі переважають фітофтороз та альтернаріоз. Залежно від сортових особливостей та групи стиглості розвиток фітофторозу становив у межах від 20,6 до 36,3%, а альтернаріозу – 20,1–28,9%. По усіх досліджуваних сортах картоплі іноземної селекції отримано зростання урожайності на 1,5–19,5% порівняно із контрольними сортами вітчизняної селекції у кожній групі стиглості. Фітопатологічний аналіз бульб картоплі усіх досліджуваних сортів показав розвиток таких хвороб, як фітофтороз, суха гниль, парша звичайна та дитиленхоз. Ступінь ураження кожної із досліджуваних хвороб варіював залежно від групи стиглості та сортових особливостей рослин.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення показників стійкості сортів картоплі до збудників хвороб різної таксономічної належності, а також їх впливу на кількісні та якісні показники урожаю бульб.

Список використаних джерел

1. Барюта В.Г., Оверчук П.В., Москво М.Я. Резерви підвищення продуктивності картоплі. Київ : Урожай, 1990. 88 с.

2. Бородай В.В., Парфенюк А.І. Поширеність та розвиток основних хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в Україні. *Агроекологічний журнал.* 2018. № 4. С. 82–87.

3. Біохімічний склад бульб і його вплив на якість картоплепродуктів / Т.П. Буколова, В.В. Дуда, І.М. Маленко, В.С. Кравець. Київ : Аграрна наука, 1997. С. 153–160.

4. Ващишин О.А. Звичайна парша картоплі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2013. Вип. 55, ч. 1. С. 13–19.

5. Голячук Ю., Калащук Д. Вплив сортових особливостей і фунгіцидів на розвиток основних грибних хвороб картоплі. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2016. Вип. 20. С. 132–136.

6. Каленська С.М., Кнап Н.В. Стан та перспективи виробництва картоплі в світі та в Україні. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Вип. 4 (63). С. 41–48.

7. Кононученко В.В., Куценко В.С., Осипчук А.А. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве : ІК, 2002. 182 с.

8. Мартиненко В.І. Фітофтороз картоплі та заходи для обмеження його поширення та шкодочинності. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. *Серія «Агрономія і біологія».* 2003. Вип. 7. С. 187–189.

9. Мартиненко В.І. Фітофтороз картоплі та заходи захисту від нього у ННВЦ «Дослідне поле» ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (Харківська область). *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія».* 2016. № 1/2. С. 57–62.

10. Особливості вияву сухої фузаріозної гнилі залежно від стійкості сорту / О.М. Невмержицька, Н.М. Плотницька, О.В. Гурманчук та ін. *Таврійський науковий вісник.* 2020. № 116. С. 41–47.

11. Осипчук А.А. Генетичний потенціал картоплі. *Картопля :* у 3-х т. / за ред. В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького. Біла Церква : Білоцерківська книжкова фабрика, 2002. Т. 1. С. 203–204.

12. Плотницька Н.М., Матвійчук Б.В., Тимощук О.А. Урожайність картоплі залежно від ураження фітофторозом. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 3. С. 107–112.

13. Райчук Т.М. Збудники плямистостей картоплі. Видовий склад у Північному Лісостепу. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 3. С. 15–16.

14. Сергієнко В.Г., Богданович С.В. Шкідливість сухої плямистості картоплі. *Захист і карантин рослин.* 2013. Вип. 59. С. 231–237.

15. Стійкий сорт – основа захисту картоплі від нематодозів / О.В. Гурманчук, Р.С. Стаднік, В.Ю. Музика, Б.С. Курильчук. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : збірник доповідей учасників VII Міжнародної науково-практичної конференції. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. С. 381–384.

16. Татаринова В.І. Фітопатогенний комплекс бульб картоплі під час зберігання. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія».* 2019. № 1/2. С. 198–205.

17. Effect of fungicides on mycosis progression and potato yields / O. Sayuk, N. Plotnytska, R. Troyachenko, O. Ovezmyradova. *Agraarteadus*. 2022. № 33 (1). P.139–145.

Plotnytska N. M.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Phytocenosis Health and Trofology,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *plotnat@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-7758-1307*

Gurmanchuk O. V.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Phytocenosis Health and Trofology,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *gurmanchuka@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-9663-1514*

Nevmerzhytska O. M.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Phytocenosis Health and Trofology,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *onevmerzhitska@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-2024-9316*

Kharchyshyn T. G.
Master's degree candidate
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine

Korol A. M.
Master's degree candidate
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine

DEVELOPMENT OF THE MAIN POTATO DISEASES DEPENDING ON VARIETAL CHARACTERISTICS

Abstract

Obtaining safe food products requires reducing the use of chemicals, and the main attention is given to genetics and breeding. Cultivation of varieties resistant to harmful organisms is of significant ecological importance, and also contributes to the growth of the yield of agricultural crops, including a potato. Supplying potato organs with nutrients creates favorable conditions for the development of many pathogens of various etiologies both during the growing season and during storage of the crop in storage.

The resistance of potato varieties, depending on the influence of biotic and abiotic factors, may decrease. That is why the search for the most resistant potato varieties to various pathogens in specific soil and climatic conditions is quite relevant.

The article highlights the results according to the resistance of potato varieties of foreign selection, which are different in maturity groups, to the pathogens of the most common diseases. Research was conducted in the conditions of the Zhytomyr region during 2021–2023 according to the following scheme: a group of early-ripening varieties: Dnipriyanka (control), Riviera, Vineta, Bellarosa; group of mid-early varieties: Strumok (control), Fabula, Silvana, Innovator; group of medium-ripening varieties: Zoryana (control), Donata, Sagita, Granada. Potato varieties of Ukrainian breeding served as a control option.

The analysis of the studied potatoes varieties during the growing season showed that the structure of diseases of the vegetative mass differed slightly, depending on the maturity group of the variety. The dominant position in the structure of diseases of all potato varieties was occupied by Phytophthora. Diseases such as Alternaria, wet bacterial rot, and viral diseases were also diagnosed.

Depending on the varietal characteristics and maturity group, the development of late blight during the growing season ranged from 20,6 to 36,3%, and Alternaria – 20,1–28,9%. For all studied potato varieties of foreign selection, yield growth by 1,5–19,5% was obtained, compared to control varieties of Ukrainian selection for each maturity group. Phytopathological analysis of potato tubers of all studied varieties showed the development of such diseases as late blight, dry rot, common scab and ditylenchosis. The degree of damage of each of the studied diseases varied depending on the ripeness group and varietal characteristics of the plants.

Key words: *potato, variety, diseases, resistance, productivity.*

References

1. Bariuta, V.H., Overchuk, P.V., & Moskvo, M.Ya. (1990). *Rezervy pidvyshchennia produktyvnosti kartopli [Potato productivity improvement reserves].* Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].

2. Borodai, V.V., & Parfeniuk, A.I. (2018). Poshyrenist ta rozvytok osnovnykh khvorob kartopli (Solanum tuberosum L.) v Ukraini [Prevalence and development of major potato diseases (Solanum tuberosum L.) in Ukraine]. Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal, 4, 82–87 [in Ukrainian].

3. Bukolova, T.P., Duda, V.V., Malenko, I.M., & Kravets, V.S. (1997). *Biokhimichnyi sklad bulb i yoho vplyv na yakist kartopleproduktiv [Biochemical composition of tubers and its influence on the quality of potato products].* Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

4. Vashchyshyn, O.A. (2013). Zvychaina parsha kartopli [Common potato scab]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry, 55*(I), 13–19 [in Ukrainian].

5. Holiachuk, Yu., & Kalashchuk, D. (2016). Vplyv sortovykh osoblyvostei i funhitsydiv na rozvytok osnovnykh hrybnykh khvorob kartopli [The influence of varietal characteristics and fungicides on the development of the main fungal diseases of potatoes]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of the Lviv National Agrarian University, 20,* 132–136 [in Ukrainian].

6. Kalenska, S.M., & Knap, N.V. (2012). Stan ta perspektyvy vyrobnytstva kartopli v sviti ta v Ukraini [State and prospects of potato production in the world and in Ukraine]. *Zbirnyk. nauk. pr. Vinnytskoho nats. ahrar. Universytetu – Collection. of science Vinnytsia nats. agrarian university, 4*(63), 41–48 [in Ukrainian].

7. Kononuchenko, V.V., Kutsenko, V.S., & Osypchuk, A.A. (2002). *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu [Methodological recommendations for conducting research with potatoes].* Nemishaieve: IK [in Ukrainian].

8. Martynenko, V.I. (2003). Fitoftoroz kartopli ta zakhody dlia obmezhennia yoho poshyrennia ta shkodochynnosti [Phytophthora of potatoes and measures to limit its spread and damage]. *Visnyk SNAU. Ser. Ahronomiia i biolohiia – Bulletin of SNAU. Ser. Agronomy and biology, 7,* 187–189 [in Ukrainian].

9. Martynenko, V.I. (2016). Fitoftoroz kartopli ta zakhody zakhyst uvid noho u NNVTs «Doslidne pole» KhNAU im. V. V. Dokuchaieva (Kharkivska oblast) [Phytophthora of potatoes and measures to protect against it at the Research Center "Experimental Pole" of the KHNAU named after VV Dokuchaeva (Kharkiv region)]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Fitopatolohiia ta entomolohiia – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Ser. Phytopathology and entomology, 1/2,* 57–62 [in Ukrainian].

10. Nevmerzhytska, O.M., Plotnytska, N.M., Hurmanchuk, O.V., Karpiuk, L.M., Vinnihovskyi, D.V., & Oleksiuk, N.V. (2020). Osoblyvosti vyiavu sukhoi fuzarioznoi hnyli zalezhno vid stiikosti sortu [Features of the manifestation of dry fusarium rot depending on the resistance of the variety]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin, 116,* 41–47 [in Ukrainian].

11. Osypchuk, A.A. (2002). Henetychnyi potentsial kartopli [Genetic potential of potatoes]. *Kartoplia – Potato.* V.V. Kononuchenka, M.Ya. Molotskoho (Eds.), (Vols. 1), (pp. 203-204). Bila Tserkva: Bilotserkivska knyzhkova fabryka [in Ukrainian].

12. Plotnytska, N.M., Matviichuk, B.V., & Tymoshchuk, O.A. (2009). Urozhainist kartopli zalezhno vid urazhennia fitoftorozom [The yield of potatoes depends on late blight damage]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zem-*

lerobstva UAAN» – Collection of scientific works of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences", 3, 107–112 [in Ukrainian].

13. Raichuk, T.M. (2010). Zbudnyky pliamystostei kartopli. Vydovyi sklad u Pivnichnomu Lisostepu [Pathogens of potato spotting. Species composition in the Northern Forest Steppe]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection, 3,* 15–16 [in Ukrainian].

14. Serhiienko, V.H., & Bohdanovych, S.V. (2013). Shkidlyvist sukhoi pliamystosti kartopli [The harmfulness of potato dry spotting]. *Zakhyst i karantyn roslyn – Protection and quarantine of plants, 59,* 231–237 [in Ukrainian].

15. Hurmanchuk, O.V., Stadnik, R.S., Muzyka, V.Yu., & Kurylchuk, B.S. (2019). Stiikyi sort – osnova zakhystu kartopli vid nematodoziv [A resistant variety is the basis of potato protection against nematodes]. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka : [zb. dop. uchasn. VII Mizhnar. nauk.-prakt. konf.] – Organic production and food safety: [Coll. add. participation VII International science and practice conf.].* (pp. 381–384). Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian].

16. Tatarynova, V.I. (2019). Fitopatohennyi kompleks bulb kartopli pid chas zberihannia [Phytopathogenic complex of potato tubers during storage]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Fitopatolohiia ta entomolohiia – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Ser. Phytopathology and entomology, 1/2,* 198–205 [in Ukrainian].

17. Sayuk, O., Plotnytska, N., Troyachenko, R., & Ovezmyradova, O. (2022) Effect of fungicides on mycosis progression and potato yields. *Agraarteadus*, 33 (1), 139–145.

УДК 635.652:581.14:631.526.3(292.485)(1-15)

Сівак Н. В.
аспірантка IV курсу,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець Подільський, Україна
E-mail: *natashathcbrij@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6316-561X*

Бахмат М. І.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець Подільський, Україна
E-mail: *mibahmat@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6119-9218*

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН ТА СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНА КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Анотація

За світовими площами квасоля посідає друге місце серед зернобобових культур, проте в Україні вони незначні і переважно зосереджені в приватному секторі. Однією з головних причин цього є відсутність сучасних кущових сортів, адаптованих до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов, які характеризуються нестабільною врожайністю та недостатньою технологічністю щодо механізованого збирання врожаю [4].

У вирішенні проблеми створення конкурентоспроможних сортів важливу роль відіграє детально вивчений і адаптований до конкретних умов регіону вихідний матеріал [5].

Квасоля сьогодні є однією з найприбутковіших зернобобових сільськогосподарських культур. Ріст і розвиток рослин квасолі прямо залежить від умов навколишнього середовища, основними складовими якого є температура повітря і ґрунту, освітленість, вологість та мінеральне живлення [7].

Врожайність квасолі залежить від інокуляції насіння даної рослини, різних добрив, сортів, міжрядь та способів сівби. Зокрема, тривалість періоду сівба – повна стиглість у рослин сорту квасолі Ластівка, інокульованих різними штамами Rhizobium phaseoli в середньому за період дослідження 2021–2022 рр., відрізнялась на 1–2 доби.

До останнього часу в наших умовах у зв'язку з відсутністю наукових досліджень недостатньо вивченою залишається технологія вирощування квасолі звичайної відповідно до даних ґрунтово-кліматичних умов, її вплив на зернову продуктивність та якісні показники зерна квасолі. Нині не з'ясована економічна та біоенергетична ефективність технології вирощування квасолі звичайної на зерно в умовах Лісостепу західного.

У зв'язку з цим підвищення зернової продуктивності сортів квасолі вітчизняної селекції шляхом встановлення особливостей росту і розвитку та оптимізації елементів технології вирощування (удобрення, інокуляція) залежно від сортових особливостей та погодних умов вегетаційного періоду є актуальним завданням.

Ключові слова: *інокуляція, бульбочки, удобрення, сорти, міжряддя.*

Вступ. Система обробітку ґрунту під квасолю суттєво не відрізняється від обробітку під інші зернобобові культури. Якщо попередник квасолі – пізні просапні культури, то аграрії обмежуються лише глибокою зяблевою оранкою [2].

Ми вивчали у дослідах певні сорти квасолі. Сорт кущової квасолі ***Мавка*** – зерновий сторт, розроблений для вирощування в регіонах з нестабільною кількістю опадів, легко переносить короткочасну посуху [5].

Сорт кущової квасолі ***Еурека*** – справжня знахідка польських селекціонерів, звідси й назва – Eureka, тобто Еврика. Кущова квасоля дає плоди, які можна використовувати в стадії молочної стиглості як спаржеву квасолю, а при дозріванні насіння лущити стручки на зерно [6].

Сорт кущової квасолі ***Ластівка*** – один з кращих лущильних сортів. Рослина низькоросла, міцна, раннього строку дозрівання. Рослина посухостійка, позитивно реагує на поливи та підживлення фосфорно-калійними добривами [5; 6].

Для сівби в дослідах використовували добірне, висококондиційне насіння.

Квасолю висівали, коли минула загроза весняних заморозків, а ґрунт на глибині до 10 см прогрівся до 14–16 °С. У нашій зоні умови для сівби складаються в першій-другій декадах травня. Щоб подовжити період використання, квасолю висівали у декілька строків з інтервалом 10–12 днів.

© Сівак Н. В., Бахмат М. І., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.9

У польових дослідах вивчали додатково такі фактори та їх варіанти: Фактор А – глибина оранки – 20–22 см, 28–30 см. Фактор В – фон живлення, кг/га діючої речовини та без добрив; $N_{45}P_{45}$; $N_{90}P_{90}$; Фактор С – ширина міжряддя – 15 см, 30 см, 45 см.

Польові досліди було закладено в чотириразовій повторності. Температуру і відносну вологість повітря фіксували за спостереженнями метеостанції в смт. Нова Ушиця.

Мета роботи. Основним завданням наших досліджень було вивчення кущових сортів квасолі звичайної, впливу удобрення, інокуляції, різних міжрядь, способів сівби та їх впливу на структуру врожаю квасолі звичайної та її продуктивність.

Виклад основного матеріалу. Суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин квасолі в наших умовах мали основні чинники, що були визначені для дослідження, – сортові особливості квасолі, а також гідротермічні умови вегетаційних років. Найдовший період вегетації сортів квасолі відмічено у найбільш наближеному за показниками до типових погодно-кліматичних умов та сприятливому для росту і розвитку рослин квасолі 2021 р. Достатня кількість опадів у травні, червні та липні (відповідно 92 мм, 109,2 та 85 мм) спричинила подовження фази цвітіння, інтенсивніше наростання вегетативної маси і збільшення висоти рослин. У найсухішому за роки досліджень 2022 р. вегетація досліджуваних сортів була найкоротшою і становила залежно від чинників, поставлених на вивчення, 73–81 добу у сорту Ластівка, 83–95 та 85–96 діб у сортів Мавка та Еурека відповідно. Міжфазні періоди в онтогенезі рослин квасолі тривали на 4–12 діб менше. Досліджувані сорти квасолі відносяться до середньостиглої групи, проте різниця в настанні фаз росту залежно від досліджуваних чинників складала до 13 діб. Сорт Ластівка достигав раніше за інші, і період вегетації в нього був на 8–13 діб коротший.

Залежно від удобрення та інокуляції насіння Ризобофітом вегетаційний період середньостиглих сортів квасолі варіював у сортів Ластівка, Мавка та Еурека від 79 до 102 діб. За вирощування із застосуванням інокуляції насіння та внесенням добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ включно вегетація сортів квасолі подовжувалася на 3–5 діб. За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{30}$ період вегетації був майже однаковим, як із застосуванням інокуляції Ризобофітом, так і без нього. За внесення добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ та без інокуляції насіння Ризобофітом вегетаційний період сортів квасолі подовжувався на 13–15 діб.

У міру проходження фаз росту і розвитку рослин квасолі площа їх листкової поверхні збільшувалася і досягла свого максимуму у фазу цвітіння – 30,1–41,8 тис.м²/га у сорту Ластівка, 31,7–45,1 та 32,3–46,6 тис. м²/га у сортів Мавка та Еурека відповідно. У фазі наливу бобів спостерігали відмирання листків нижнього ярусу, що призводило до деякого зменшення площі листкового апарату рослин.

Площа листкової поверхні посівів квасолі зростала за збільшенням норми добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ без інокуляції. Максимальні показники площі листкової поверхні рослин забезпечило внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння Ризобофітом – 41,8 тис.м²/га у сорту Ластівка, 45,1 та 46,6 тис.м² /га у сортів Мавка та Еурека. Із внесенням високих норм мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ вплив інокуляції на формування площі листкового апарату посівів квасолі зменшувався.

Максимальний показник фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі припадав на період кінця цвітіння – наливу бобів. У сорту Ластівка він досягав 1,14 млн м²*діб/га за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{40}$ та інокуляції насіння Ризобофітом, у сорту Мавка – 1,21 ($N_{120}P_{80}K_{40}$) та 1,22 млн м²*діб/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція), у сорту Еурека – 1,23 ($N_{120}P_{80}K_{40}$) та 1,24 млн м² *діб/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція). Застосування цих агротехнічних заходів забезпечило максимальні показники фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі за рахунок формування найвищих показників площі листкової поверхні в результаті достатнього забезпечення рослин елементами живлення за рахунок мінеральних добрив та активізації фізіологічних процесів у рослинах внаслідок інокуляції насіння. Збільшення норм добрив до $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ майже зрівняло показник фотосинтетичного потенціалу як без інокуляції, так і з її проведенням, оскільки через пригнічення нітрогеназної активності бульбочкових бактерій високими нормами азотних добрив живлення рослин мало виключно мінеральну форму.

Схема досліду з вивчення впливу різних способів сівби та мінерального удобрення на продуктивність квасолі сорту Мавка включала такі варіанти: чинник А – норма мінеральних добрив: 1) контроль без добрив; 2) $N_{30}P_{60}K_{60}$; 3) $N_{30}P_{60}K_{60}$; чинник В – спосіб сівби: 1) рядковий звичайний (15 см); 2) рядковий звичайний (30 см); 3) широкорядний (45 см).

Результати дослідження показали, що сорт квасолі Мавка за адаптацією до регіональних умов дає високий урожай за рахунок оптимального поєднання агротехнічних заходів вирощування. Вирощування квасолі звичайної на варіантах досліду без внесення мінеральних добрив забезпечило формування мінімальної кількості бобів на рослині. Підвищення дози внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості бобів. Максимальна кількість бобів формувалася за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ – 13,6 шт/росл. Спосіб сівби квасолі звичайної вплинув на кількість бобів на рослині. Менш сприятливі умови для формування бобів були за вирощування культури з шириною міжряддя 15 см, що склало в середньому по досліду, 9,5 шт/росл. Зменшення ширини міжряддя призводило до зміни площі живлення та зменшення кількості рослин в рядку. Так, за ширини міжряддя 30 см кількість бобів збільшилася до 10,3 шт/росл. Максимальна кількість бобів формувалася при сівбі широкорядним способом з міжряддям 45 см, що склало в середньому 12 шт/росл.

Значний вплив на величину врожаю зерна квасолі звичайної з досліджуваних елементів технології вирощування мала ширина міжряддя. Найбільша продуктивність рослин квасолі звичайної була за ширини міжряддя 45 см. Починаючи з ширини міжряддя 15–30 до 45 см урожайність культури зростала в середньому від 1,5–2,1 до 3,3 т/га. Збільшення відстані між рядками та одночасне зменшення відстані між рослинами в рядку призвело до конкуренції їх за основні фактори життя. Приріст урожайності зерна квасолі звичайної за ширини міжряддя 30 см порівняно зі звичайним рядковим способом сівби в середньому становив 0,5 т/га. За ширини міжряддя 45 см приріст урожайності зерна сортів культури збільшився порівняно з шириною 15 см до 1,1–1,6 т/га.

Формування продуктивності сортів квасолі залежало також від удобрення та інокуляції насіння. Дослід трифакторний (табл. 1): чинник А – районовані середньостиглі сорти квасолі звичайної; чинник В – норми внесення мінеральних добрив, розраховані балансовим методом на запланований врожай; чинник С – інокуляція насіння. Загальна площа елементарної ділянки – 55 м², облікової – 25 м². Повторність досліду чотириразова.

Таблиця 1. Схема формування продуктивності сортів квасолі звичайної залежно від удобрення та інокуляції насіння

Чинник А – сорт	Чинник В – удобрення, кг/га д. р.	Чинник С – інокуляція насіння
Мавка Еурека Ластівка (контроль)	Без добрив (контроль) $N_{30}P_{20}K_{10}$ $N_{60}P_{40}K_{20}$ $N_{90}P_{60}K_{30}$ $N_{20}P_{80}K_{40}$	Без інокуляції (контроль) інокуляція Ризобофітом, штам Rhizobium phaseoli

Сіяли ручною овочевою сівалкою, ширина міжрядь становила 15 см, 30 см, 45 см, глибина заробки насіння – 6–7 см. Норма висіву – 500 тис. шт. схожого насіння на гектар. Для захисту посівів квасолі від бур'янів проводили досходові боронування та застосовували суміш гербіцидів арамо (1,0 л/га) і базагран (2,0 л/га) у фазу 2–3 справжніх листків.

Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,4% N), фосфоритного борошна (30% P), калімагнезії (26–28% K, 11–18% Mg). Додатково проводили вапнування ґрунтів з розрахунку 3 т/га. Інокуляцію насіння квасолі проводили в день сівби Ризобофітом, який містить у складі симбіотичні азотфіксуючі бактерії роду Rhizobium phaseoli.

Застосування різних норм добрив у комплексі з інокуляцією насіння сприяло помітному приросту врожаю досліджуваних сортів квасолі відносно абсолютного контролю. В середньому за три роки досліджень у сорту Ластівка приріст від внесення різних норм добрив та проведення інокуляції становив від 0,47 до 0,61 т/га, у сорту Мавка – від 0,39 до 0,59 т/га, у сорту Еурека – від 0,42 до 0,69 т/га. Максимальний рівень реалізації потенціалу сортів відмічено при внесенні низьких та середніх норм азотних на фоні фосфорно-калійних добрив у комплексній взаємодії з передпосівною обробкою насіння Ризобофітом.

Таблиця 2. Урожайність зерна квасолі за роки досліджень залежно від удобрення та інокуляції насіння, т/га

Норма добрив, чинник В	Інокуляція, чинник С	Рік			Середня	До контролю
		2020	2021	2022		
Ластівка						
Без добрив (контроль)	-	1,64	1,95	1,41	1,67	0,00
	+	1,84	2,03	1,48	1,78	0,11
$N_0P_{20}K_{10}$	-	2,09	2,11	1,61	1,94	0,27
	+	2,23	2,50	1,68	2,14	0,47
$N_0P_{40}K_{20}$	-	2,13	2,33	1,68	2,05	0,38
	+	2,41	2,61	1,83	2,28	0,61
$N_0P_{60}K_{30}$	-	2,31	2,41	1,74	2,15	0,48
	+	2,29	2,53	1,73	2,18	0,51
$N_{20}P_{80}K_{40}$	-	2,24	2,38	1,71	2,11	0,44
	+	2,31	2,44	1,70	2,15	0,48
Мавка						
Без добрив (контроль)	-	2,03	2,25	1,42	1,90	0,00
	+	2,08	2,53	1,52	2,04	0,14
$N_0P_{20}K_{10}$	-	2,27	2,43	1,68	2,13	0,23
	+	2,44	2,67	1,77	2,29	0,39
$N_0P_{40}K_{20}$	-	2,39	2,61	1,71	2,24	0,34
	+	2,69	2,88	1,91	2,49	0,59
$N_0P_{60}K_{30}$	-	2,48	2,85	1,79	2,37	0,47
	+	2,58	2,81	1,84	2,41	0,51

Продовження таблиці 2

$N_{20}P_{80}K_{40}$	-	2,43	2,81	1,76	2,33	0,43
	+	2,54	2,78	1,78	2,37	0,47
Еурека						
Без добрив (контроль)	-	2,17	2,21	1,57	1,98	0,00
	+	2,29	2,45	1,67	2,14	0,16
$N_0P_{20}K_{10}$	-	2,38	2,68	1,75	2,27	0,29
	+	2,51	2,84	1,85	2,40	0,42
$N_0P_{40}K_{20}$	-	2,48	2,93	1,89	2,43	0,45
	+	2,74	3,16	2,12	2,67	0,69
$N_0P_{60}K_{30}$	-	2,76	3,06	2,02	2,61	0,63
	+	2,70	3,07	2,08	2,62	0,64
$N_{12}P_{80}K_{40}$	-	2,58	3,02	1,97	2,52	0,54
	+	2,65	2,96	2,02	2,54	0,56
HIP_{05} 2020 р.: А-0,10; В-0,09; С-0,09; АВ-0,09; АС-0,12; ВС-0,13; АВС-0,13; 2021 р.: А-0,16; В-0,07; С-0,11; АВ-0,11; АС-0,14; ВС-0,14; АВС-0,11; 2022 р.: А-0,11; В-0,06; С-0,08; АВ-0,08; АС-0,10; ВС-0,12; АВС-0,12; *HIP_{005}* для середніх 0,19.						

Максимальний приріст урожаю квасолі був отриманий за внесення добрив у нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ у комплексі з інокуляцією насіння Ризобофітом, який становив відповідно 36,5 % у сорту Ластівка, 31,1 – Мавка та 34,8% – Еурека. Збільшення норми внесення добрив з $N_{90}P_{60}K_{30}$ до $N_{120}P_{80}K_{40}$ знижувало ефективність інокуляції у досліджуваних сортів квасолі. Найбільший вплив на урожайність досліджуваних сортів квасолі мав чинник «мінеральні добрива» – 53%, дещо менші чинники – «сорт» – 20%, «інокуляція насіння» – 14% та «погодні умови» – 13%. Тому вплив удобрення та інокуляції на якість зерна квасолі був досить значним.

Висновки. Проведені нами дослідження показали, що суттєвий вплив на ріст і розвиток середньостиглих сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного мали як сортові особливості, так і інокуляція насіння, добрива, міжряддя та способи сівби.

Збільшення норми внесення мінеральних добрив зумовлювало подовження вегетаційного періоду досліджуваних сортів до 8–13 діб порівняно з контролем, у результаті чого й настання фенологічних фаз також затягнулося у часі.

Сівба квасолі звичайної широкорядним (45 см) способом сівби забезпечила створення найкращих умов для формування найбільшої врожайності квасолі.

Аналізуючи результати досліджень, слід відмітити, що урожайність сортів квасолі по роках досліджень також залежала від погодно-кліматичних умов зони проведення дослідів.

Список використаних джерел

1. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки.* 1996. № 2. С. 34–39.

2. Квасоля в сучасних умовах господарювання. URL: https://propozitsiya.com.uakvasolya-vsuchasnih-umovah-gospodaryuvannya.

3. Краєвська Л.С. Особливості формування показників фотосинтетичної продуктивності квасолі звичайної в залежності від передпосівної обробки насіння. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2017. № 6. Том 1. С. 166–174.

4. Лехман А.А. Тривалість вегетаційного періоду сортозразків квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 70. С. 38–41.

5. Маслак О. Привабливість квасолі. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 9 (304). URL: http://www.agro-business.com.ua.ekonomichnyi–gektar3047pryvablyvist-kvasoli.html.

6. Мовчан К.І. Вплив способу сівби та густоти рослин на тривалість міжфазних періодів і урожайність квасолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2014. Вип. 21. С. 96–100.

7. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. *Агробізнес сьогодні.* 2015. № 9 (304). URL: http//agro-business.com.ua.agronomiia–siogodni3238-tovarne-vyroschuvannia-kvasoli-zvychainoii.html.

8. Овчарук В.І., Овчарук О.В. Фенологічні фази росту і розвитку рослин квасолі звичайної та їх тривалість в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2013. Вип. 83. С. 34–45.

9. Овчарук В.І. Характеристика сортів квасолі за їх особливостями в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Сумського національного університету*. 2015. № 9 (28). С. 117–121.

10. Овчарук В.І., Овчарук О.В. Особливості симбіотичної продуктивності сортів квасолі залежно від глибини загортання насіння в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2016. Вип. 88, частина 1. С. 279–280.

Sivak N. V.
Postgraduate Student,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *natashathcbrij@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6316-561X*

Bakhmat M. I.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *mibahmat@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-6119-9218*

PECULIARITIES OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT AND VARIETAL PRODUCTIVITY OF COMMON BEAN IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE

Abstract

Beans take second place among leguminous grains in world areas, however, in Ukraine they are insignificant and mainly concentrated in the private sector. One of the main reasons for this is the lack of modern bush varieties adapted to various soil and climatic conditions, which are characterized by unstable yields and insufficient manufacturability of mechanized harvesting.

In solving the problem of creating competitive varieties, an important role is played by raw materials studied in detail and adapted to the specific conditions of the region.

Today, beans are one of the most profitable leguminous crops. The growth and development of bean plants are directly dependent on environmental conditions, the main components of which are air and soil temperature, lighting, humidity, and mineral nutrition.

The grain yield of beans depends on the inoculation of the seeds of this plant, different fertilizers, varieties, row spacing, and methods of sowing. For example, the length of the period from sowing to full maturity in plants of the Lastivka bean variety inoculated with different strains of Rhizobium phaseoli differed by 1–2 days on average during the research period of 2021–2022.

Until recently, in our conditions, due to the lack of scientific research, the technology of growing common beans following the given soil and climatic conditions, its effect on grain productivity and quality indicators of bean grain, the unexplained economic and energy efficiency of the technology for growing common beans for grain in this region.

In this regard, increasing the grain productivity of bean varieties of domestic breeding by establishing the characteristics of growth and development and optimizing the elements of growing technology (fertilizers, inoculation) depending on varietal characteristics and weather conditions of the growing season is an urgent task [6, 7, 8].

Key words: *inoculation, nodules, fertilizers, varieties, row spacing.*

References

1. Lekhman, A.A. (2011). Tryvalist vehetatsiinoho periodu sortozrazkiv kvasoli v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The length of the growing season of bean varieties in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production,* iss. 70, pp. 38–41. [in Ukrainian].

2. Maslak, O. (2015). Pryvablyvist kvasoli [The attractiveness of beans]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*, iss. 9 (304). Retreived from: http : // www. agro -business. com. ua. ekonomichnyi – gektar / 3047 pryvablyvist – kvasoli. htm. [in Ukrainian].

3. Nosenko, Yu. (2015). Tovarne vyroshchuvannia kvasoli zvychainoi [Commercial cultivation of common beans]. *Ahrobiznes sohodni - Agribusiness today*, iss. 9 (304). Retreived from : http : // agro – business. com. Ua/ agronomiia –siogodni / 3238 –tovarne – vyroschuvannia – kvasoli - zvychainoii. html. [in Ukrainian].

4. Ovcharuk, V.I., & Ovcharuk, O.V. (2013). Fenolohichni fazy rostu i rozvytku roslyn kvasoli zvychainoi ta yikh tryvalist v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Phenological phases of growth and development of common bean plants and their duration in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture,* iss. 83, pp. 34–45. [in Ukrainian].

5. Krayevska, L.S. (2017). Osoblyvosti formuvannia pokaznykiv fotosyntetychnoi produktyvnosti kvasoli zvychainoi v zalezhnosti vid peredposivnoi obrobky nasinnia [Peculiarities of formation of indicators of photosynthetic productivity of common beans depending on pre-sowing treatment of seeds]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU – Collection of Scientific Works of VNAU*, iss. 6 (1), pp. 166–174. [in Ukrainian].

6. Babych, A.O., Petrychenko, V.F., & Adamen, F.F. (1996). Problema fotosyntezu i biolohichnoi fiksatsii azotu bobovymy kulturamy [The problem of photosynthesis and biological fixation of nitrogen by legumes]. *Visnyk ahrarnoi nauky - Bulletin of Agrarian Science,* iss. 2, pp. 34–39. [in Ukrainian].

7. Ovcharuk, V.I. (2015). Kharakterystyka sortiv kvasoli za yikh osoblyvostiamy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Characterization of bean varieties according to their features in the conditions of the Western Forest – Steppe]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of the Sumy National University,* iss. 9 (28), pp. 117–121. [in Ukrainian].

8. Ovcharuk, V.I., & Ovcharuk, O.V. (2016). Osoblyvosti symbiotychnoi produktyvnosti sortiv kvasoli zalezhno vid hlybyny zahortannia nasinnia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of symbiotic productivity of bean varieties depending on the depth of seed wrapping in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats*

Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture, iss. 88 (1), pp. 279–280. [in Ukrainian].

9. Kvasolia v suchasnykh umovakh hospodariuvannia [Beans in modern farming conditions]. Retrieved from: https://propozitsiya.Com/ua/kvasolya–vsuchasnih umovah–gospodaryuvannya. [in Ukrainian].

10. Movchan, K.I. (2014). Vplyv sposobu sivby ta hustoty roslyn na tryvalist mizhfaznykh periodiv i urozhainist kvasoli zvychainoi v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of the sowing method and plant density on the duration of interphase periods and the yield of common bean in the conditions of the right – bank forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet,* iss. 21, pp. 96–100. [in Ukrainian].

УДК 633.88:631.998.2

Тарасюк В. А.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *valeratarasuk003@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-4207-1013*

Безвіконний П. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *peterua@meta.ua*
ORCID: *0000-0003-4922-1763*

Потапський Ю. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *yurapotap@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-6446-9471*

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСІННЯ ЧОРНУШКИ ПОСІВНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Анотація

У статті викладено результати комплексної оцінки сортів чорнушки посівної в агрокліматичних умовах Лісостепу Західного. Визначено, що урожайність сортів чорнушки посівної в умовах Лісостепу Західного була досить високою і варіювала від 1,20 до 1,41 т/га. Найбільш висока продуктивність насіння чорнушки посівної спостерігалась у сортів Іволга та Берегиня, урожайність яких становила 1,39 та 1,41 т/га відповідно. Найбільша кількість коробочок (17,3 шт.) сформувалося у сортів Іволга та Берегиня, при цьому кількість насіння в одній коробочці у цих сортів складала 84,0 та 86,4 шт. Найбільша кількість насіння в одній коробочці була у сорту Легенда і становила 106,0 шт. Найвища продуктивність однієї рослини була у сортів Іволга та Берегиня, маса насіння з однієї рослини становила 2,77 та 2,47 г відповідно. Найбільше насіння було у сорту Іволга, маса 1000 насінин якого складала 3,11 г.

Слід зазначити, що найвищим показником стабільності відрізнялися сорти Легенда, Фараон та Берегиня, значення якого у них становило 2,15 та 2,12 відповідно, що характеризує весь комплекс біологічних властивостей сортів та їх адаптивні можливості за різних кліматичних умов вирощування.

За олійністю насіння виділилися сорти Легенда (40,86%), Берегиня (40,76%) та Діана (40,57%). Проведення якісного аналізу насіння чорнушки посівної показало, що в жирнокислотному складі олії переважає вміст лінолевої кислоти, відсоток якої варіював від 59,99 до 64,79% залежно від сорту. Вміст ліноленової кислоти був мінімальним і становив лише 0,38–0,82%. Найбільший вміст цієї кислоти (0,82 і 0,76%) був у олії сортів Іволга та Фараон. Частка олеїнової кислоти коливалася від 19,42% у сорту Діана до 25,49% у сорту Фараон. Вміст насичених пальмітинової та стеаринової кислот становив 11,9–12,74 та 2,98–3,75% відповідно, причому максимальне значення пальмітинової кислоти відмічали у сорту Легенда (12,92%), стеаринової кислоти – Знахарка (3,75%).

Таким чином, чорнушка посівна в умовах Лісостепу Західного є перспективною культурою олійного призначення і цінним джерелом незамінних жирних кислот омега-6 та омега-9.

Ключові слова: *чорнушка посівна (Nigella sativa L.), сорти, урожайність, структура врожаю, жирнокислотний склад олії.*

Вступ. Розширення біологічної різноманітності рослинницької продукції багато в чому залежить від успіхів інтродукції нетрадиційних рослин. Нині розвиток різних галузей промисловості, підвищення вимог до якості джерел рослинної сировини, створення нових видів використання продуктів рослинництва зумовлює потребу в широкому асортименті олійних та ефіроолійних культур, який може бути розширений за рахунок використання чорнушки посівної [2, с. 386; 10, с. 27].

© Тарасюк В. А., Безвіконний П. В., Потапський Ю. В., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.10

Чорнушка посівна (Nigella sativa L.), або кмин чорний, – цінна рослина родини жовтецевих (Ranunculaceae), яка в культурі представлена двома видами – чорнушка посівна (Nigella sativa L.) і чорнушка дамаська (Nigella damanscena L.), що володіють високими олійними, ефірноолійними, медоносними та лікарськими властивостями [4, с. 39; 9, с. 266].

Напрямки використання чорнушки посівної надзвичайно різноманітні. Вона застосовується у сільському господарстві, у харчовій, фармацевтичній, парфумерній та косметологічній промисловості, а також у декоративному садівництві [1, с. 37; 12, с. 733].

Насіння чорнушки посівної містить до 40% жирної олії та до 1,5% ефірної олії [11, с. 65]. Крім цього, чорнушка посівна містить в собі активні компоненти фосфору, заліза, кальцію, магнію, натрію, а її олія багата вітамінами групи Е та В. Олія чорнушки багата корисними для організму людини ненасиченими жирними кислотами (більше 85%), а також вона містить значно більше пальмітинової кислоти, ніж соняшникова олія, та жирних кислот групи С20, що є доволі рідкісними [5, с. 30; 8, с. 93].

Вчені з Туреччини, Єгипту та Саудівської Аравії провели порівняльний аналіз жирних кислот різних сортів і видів чорнушки. Зіставлення свідчить, що основними ненасиченими жирними кислотами є лінолева С18:2 і олеїнова С18:1. Лінолева кислота виявилась більш домінуючою – 47,5–61,2% від загальної кількості кислот. Олеїнова кислота має діапазон 18,9–24,5% від загальної кількості жирних кислот. Вміст ерукової кислоти С22:1 в олії чорнушки становить лише 0,7%. Основною насиченою жирною кислотою є пальмітинова кислота С16:0 з діапазоном 12,0–13,2% від загальної кількості жирних кислот. Уміст стеаринової кислоти коливається в межах від 2,3 до 3,7% [13, с. 56].

Сучасні ідіотипи сортів чорнушки посівної повинні мати як високий потенціал урожайності, так і високі якісні показники їх врожаю з огляду на багатоцільовий вектор використання чорнушки посівної та продуктів її переробки [6, с. 77]. На основі цих вимог зростає роль селекційно-генетичної оцінки потенціалу сортів чорнушки посівної, які перебувають у до- та післяреєстраційному вивченні за компонентами стабільності та селекційної цінності з огляду на кліматичні зміни та модернізацію зональних технологій вирощування [7, с. 71]. Вивчення чорнушки посівної в умовах Лісостепу Західного з подальшою інтродукцією культури в регіон є актуальною темою дослідження.

Метою дослідження була комплексна оцінка сортів чорнушки посівної в агрокліматичних умовах Лісостепу Західного.

Матеріал і методика дослідження. Дослідження проводились на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» протягом 2022–2023 років.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, малогумусний, середньосуглинковий на лесовидних суглинках. Вміст гумусу (за Тюріним) в шарі ґрунту 0–3 см становить 3,6–4,2%. Вміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом) становить 98–139 мг/кг (високий), рухомого фосфору (за Чіріковим) 143–185 мг/кг (високий) і обмінного калію (за Чіріковим) 153–185 мг/кг ґрунту (високий). Сума увібраних основ коливається в межах 158–209 мг екв./кг. Гідролітична кислотність становить 17–22 мг екв./кг, ступінь насичення основами – 90%.

Об'єктом досліджень були сорти чорнушки посівної різної селекції. Попередником чорнушки посівної була соя. Повторність чотириразова. Площа облікової ділянки 15 м^2.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка [3, с. 158].

Виклад основного матеріалу дослідження. Урожайність сортів чорнушки посівної в умовах Лісостепу Західного була досить високою і варіювала від 1,20 до 1,41 т/га при середньосортовому показнику 1,30 т/га (табл. 1).

Найвища продуктивність насіння чорнушки посівної спостерігалась у сортів Іволга та Берегиня, урожайність яких становила 1,39 та 1,41 т/га відповідно, що суттєво перевищує середні значення за сортами на 0,09–0,11 т/га.

Таблиця 1. Урожайність насіння та показники адаптивності сортів чорнушки посівної, середні значення за 2022–2023 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Олійність, %	Стабільність (Si^2)	Селекційна цінність (Sc)
Фараон	1,25	40,28	2,12	1,37
Іволга	1,39	40,39	1,93	1,35
Легенда	1,32	40,86	2,15	1,44
Знахарка	1,20	35,34	2,00	1,34
Діана	1,35	40,57	1,95	1,40
Берегиня	1,41	40,76	2,12	1,37
Середнє з досліду	1,30	39,55	2,03	1,38
$НІР_{05}$	0,14	0,45		

Найменшу урожайність в середньому за 2022–2023 роки відмічали у сортів Знахарка та Фараон, яка була нижчою за середньосортовий показник і складала 1,20 і 1,25 т/га відповідно.

У своїх дослідженнях ми розглядали чорнушку посівну як олійну культуру, вміст жиру в насінні якої коливався в межах 35,34–40,86%.

За олійністю насіння виділилися сорти Легенда (40,86%), Берегиня (40,76%) та Діана (40,57%), показники олійності яких на 1,02–1,31% були вищими щодо середнього значення за всіма сортами. Найнижчу олійність (35,34%) відмічали у сорту Знахарка.

Найбільш повну оцінку щодо реакції сортів чорнушки посівної на зміну стресових факторів середовища дає показник стабільності сорту (Si^2), який дозволяє одночасно враховувати і рівень урожайності, і її стабільність за роками вивчення та становить 2,03 у середньому по досліду. Найвищим показником стабільності відрізнялися сорти Легенда, Фараон та Берегиня, значення якої у них становили 2,15 та 2,12 відповідно, що характеризує весь комплекс біологічних властивостей сортів та їх адаптивні можливості за різних кліматичних умов вирощування.

При цьому всі сорти мають високу селекційну цінність (Sc = 1,34–1,44), яка поєднує показники врожайності генотипу з його адаптивністю до різних умов вирощування. За цим показником особливо заслуговують на увагу сорти Легенда (Sc = 1,44), Діана (Sc = 1,40), Берегиня (Sc = 1,37) та Фараон (Sc = 1,37), що поєднують у собі досить високу і стабільну продуктивність з потенційними адаптивними можливостями.

Зміна показника урожайності, а також пристосованості у сортів чорнушки посівної відбувалася переважно за рахунок варіювання розміру структурних компонентів урожайності. На формування урожайності насіння найбільше впливали такі структурні елементи продуктивності, як кількість коробочок на одній рослині, кількість насіння в коробочці та маса насіння з однієї рослини. Так, розмах варіювання їх кількості за сортами становив 13,0–17,3 шт., 72,4–106,0 шт. та 2,09–2,77 г відповідно (табл. 2).

Найбільша кількість коробочок (17,3 шт.) сформувалося у сортів Іволга та Берегиня, при цьому кількість насіння в одній коробочці у цих сортів складала 84,0 та 86,4 шт. Найбільша кількість насіння в одній коробочці була у сорту Легенда і становила 106,0 шт. Найвища продуктивність однієї рослини була у сортів Іволга та Берегиня, де маса насіння з однієї рослини становила 2,77 та 2,47 г відповідно. Тут відзначали і найвищу мінливість ознак за сортами, де коефіцієнт варіації склав 27,8 та 33,4%.

Найбільше насіння було у сорту Іволга, маса 1000 насінин якого складала 3,11 г. У інших сортів цей показник варіював від 2,71 г (Знахарка) до 3,09 г (Берегиня).

Проведення якісного аналізу насіння чорнушки посівної показало, що в жирнокислотному складі олії переважає вміст лінолевої кислоти, відсоток якої варіював від 59,99 до 64,79% залежно від сорту (табл. 3).

Вміст ліноленової кислоти був мінімальним і становив лише 0,38–0,82%. Найбільший вміст цієї кислоти (0,82 і 0,76%) був у олії сортів Іволга і Фараон.

Частка олеїнової кислоти коливалася від 19,42% у сорту Діана до 25,49% у сорту Фараон. Вміст насичених пальмітинової та стеаринової кислот становив 11,9–12,74 та 2,98–3,75% відповідно. Причому максимальне значення пальмітинової кислоти відмічали у сорту Легенда (12,92%), стеаринової кислоти – Знахарка (3,75%).

Таблиця 2. Показники структури врожаю сортів чорнушки посівної (2022–2023 рр.)

Сорт	Висота рослин, см	Число коробочок, шт.	Кількість насіння в 1 коробочці, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Фараон	45,50	13,00	74,40	2,09	3,00
Іволга	59,00	17,30	84,00	2,77	3,11
Легенда	56,90	15,60	106,00	2,19	2,87
Знахарка	44,20	14,90	72,40	2,12	2,71
Діана	44,30	16,00	84,40	2,18	3,06
Берегиня	55,20	17,30	86,40	2,47	3,09
Середнє з досліду	50,85	15,68	84,60	2,30	2,97
V, %	14,1	27,8	18,9	33,4	11,1

Таблиця 3. Жирнокислотний склад насіння чорнушки залежно від сортових особливостей,%

Назва кислоти	Фараон	Іволга	Легенда	Знахарка	Діана	Берегиня
Пальмітинова С16:0	11,90	12,69	12,92	11,97	12,42	12,74
Стеаринова С18:0	3,26	3,09	2,98	3,75	3,59	3,01
Олеїнова С18:1	25,49	23,02	19,82	20,46	19,42	22,45
Лінолева С18:2	62,07	64,79	60,51	59,99	61,07	63,89
α-Ліноленова С18:3	0,76	0,82	0,52	0,60	0,38	0,63
Арахінова С20:0	0,21	0,22	0,23	0,23	0,21	0,21
Ейкозадієнова С20:2	3,07	3,85	2,75	2,78	2,67	3,82
Лігноцеринова С24:0	0,24	0,28	0,27	0,22	0,24	0,25

Висновки і перспективи подальших досліджень. Оцінка сортів чорнушки посівної показала їх досить високу адаптивність до умов Лісостепу Західного та здатність формувати врожайність насіння від 1,20 до 1,41 т/га з олійністю 35,34–40,86%. Найбільш висока продуктивність насіння чорнушки посівної спостерігалась у сортів Іволга та Берегиня, урожайність яких становила 1,39 та 1,41 т/га. За вмістом олії виділилися сорти Легенда (40,86%) та Берегиня (40,76%). У складі олії найбільша частка припадає на лінолеву та олеїнову кислоти, вміст яких досягає 59,99–64,79 та 19,42–25,49%.

Найбільшою стабільністю за роками характеризувалися сорти Легенда, Фараон та Берегиня, значення показника стабільності у яких становило 2,15 та 2,12 відповідно. При цьому всі сорти мають високу селекційну цінність (Sc = 1,34–1,44).

Таким чином, чорнушка посівна в умовах Лісостепу Західного є перспективною культурою олійного призначення і цінним джерелом незамінних жирних кислот омега-6 та омега-9.

Список використаних джерел

1. Лікарське рослинництво : навчальний посібник / М.І. Бахмат, О.В. Кващук, В.Я. Хоміна, В.М. Комарніцький. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори 2006», 2011. 256 с.

2. Безвіконний П.В., Тарасюк В.А. Урожайність сортів нового покоління розторопші плямистої в умовах Правобережного Лісостепу. *Сучасний рух науки* : матеріали XII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Дніпро, 2021. Т. 2. С. 386–387.

3. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 370 с.

4. Воронцов В.Т., Опара Н.М., Опара М.М. Культурні рослини в раціональному харчуванні та оздоровленні. *РВВ Полтавської державної аграрної академії*. 2007. С. 39–40.

5. Кващук О.В., Хоміна В.Я., Недільська У.І. Вплив біогенних чинників на показники структури урожаю чорнушки посівної (Nigella Sativa L.). *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2011. Вип. 19. С. 30–33.

6. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України / А.В. Мельник, Ю.О. Романько, А.Ю. Романько, А.А. Дудка. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109 (1). С. 76–83. URL: https://doi.org/10.32851/2226-0099**.**

7. Особливості формування біохімічного складу насіння сучасних сортів сої / С.С. Рябуха, П.В. Чернишенко, Л.Г. Сєрікова, С.І. Святченко. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 114. С. 71–78. doi.org/10.30835/2413-7510.2018.152139.

8. Тарасюк В.А., Безвіконний П.В., Потапський Ю.В. Продуктивність агроценозу розторопші плямистої залежно від строків, способів сівби та норми висіву в умовах Правобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2022. Вип. 124. С. 92–97.

9. Хоміна В.Я. Агроекологічні аспекти вирощування чорнушки посівної (Nigela sativa L.) в умовах південної частини Лісостепу західного. *Таврійський науковий вісник.* 2013. Вип. 84. С. 265–270.

10. Хоміна В.Я., Дорошенко О.Л. Чорнушка посівна (nigella sativa) – в умовах Лісостепу Західного. *Техніка і технології аграрно-промислового комплексу.* 2016. № 1. С. 27–30.

11. Хоміна В.Я., Строяновський В.С. Показники якості олії нетрадиційних жировмісних культур залежно від агротехнічних заходів в умовах Лісостепу України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 65–69.

12. Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (Nigella sativa) / W. Kooti, Z. Hasanzadeh-Noohi, N. Sharafi-Ahvazi, M. Asadi-Samani, D. Ashtary Larky. *Chinese Journal of Natural Medicines.* 2016. Vol. 14. № 10. P. 732–745. doi: 10.1016/S1875-5364(16)30088-7.

13. Onur Ketenoglu, Sündüz Sezer Kiralan, Mustafa Kiralan, Gulcan Ozkan, Mohamed Fawzy Ramadan. Cold pressed black cumin (Nigella sativa L.) seed oil. *Cold Pressed Oils.* 2020. № 6. P. 53–64. doi:10.1016/b978-0-12-818188-1.00006-2.

Tarasiuk V. A.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *valeratarasuk003@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-4207-1013*

Bezvikonnyy P. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Landscaping, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *peterua@meta.ua*
ORCID: *0000-0003-4922-1763*

Potapsky Yu. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Landscaping, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *yurapotap@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-6446-9471*

VARITAL CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF SEED PRODUCTIVITY OF NIGELLA SOWING IN THE WESTERN FOREST-STEPPES

Abstract

The article presents the results of a comprehensive evaluation of nigella sowing varieties in the agro-climatic conditions of the Western Forest Steppe. It was determined that the yield of nigella sowing varieties in the conditions of the Western Forest Steppe was quite high and varied from 1.20 to 1.41 t/ha. The highest productivity of nigella sowing was observed in Ivolga and Bereginia varieties, the yield of which was 1.39 and 1.41 t/ha, respectively. The largest number of pods (17.3 pcs.) was formed in Ivolga and Bereginya varieties, while the number of seeds in one pod in these varieties was 84.0 and 86.4 pcs. The largest number of seeds in one box was of the Legend variety and amounted to 106.0 pcs. The Ivolga and Bereginia varieties had the highest productivity per plant, the weight of seeds from one plant was 2.77 and 2.47 g, respectively. The Ivolga variety had the largest seeds, the mass of 1000 seeds of which was 3.11 g.

It should be noted thatthe highest stability index was distinguished by the varieties Legend, Faraon and Bereginya, the value of which was 2.15 and 2.12, respectively, which characterizes the entire complex of biological properties of the varieties and their adaptive capabilities under different climatic conditions of cultivation.

The varieties Legenda (40.86%), Bereginya (40.76%) and Diana (40.57%) stood out in terms of seed oiliness. Conducting a qualitative analysis of nigella sowing pods showed that the fatty acid composition of the oil is dominated by the content of linoleic acid, the percentage of which varied from 59.99 to 64.79% depending on the variety. The content of linolenic acid was minimal and amounted to only 0.38–0.82%. The highest content of this acid (0.82 and 0.76%) was in the oil of the Ivolga and Pharaoh varieties. The share of oleic acid ranged from 19.42% in the Diana variety to 25.49% in the Pharaoh variety. The content of saturated palmitic and stearic acids was 11.9-12.74 and 2.98-3.75%, respectively. Moreover, the maximum value of palmitic acid was noted in the Legend variety (12.92%), stearic acid in the Znaharka variety (3.75%).

Thus, nigella sowing under the conditions of the Western Forest Steppe is a promising crop for oil purposes and as a valuable source of essential omega-6 and omega-9 fatty acids.

Key words: *nigella sowing (Nigella sativa L.), varieties, yield, crop structure, fatty acid composition of the oil.*

References

1. Bakhmat M. I., Kvashchuk O. V., Khomina V. Ya., & Komarnitskyi V. M. (2011). Likarske roslynnytstvo: Navch. posib. [Medicinal plant breeding: Education. manual] Kamianets-Podilskyi, 256 p [in Ukrainian].

2. Bezvikonnyi, P.V., & Tarasiuk, V.A. (2021). Urozhainist sortiv novoho pokolinnia roztoropshi pliamystoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Productivity of varieties of the new generation of spotted thistle in the conditions of the Right Bank Forest Steppe]. Suchasnyi rukh nauky: materialy XII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii [Modern movement of science: materials of the 12 th international scientific and practical internet conference] pp. 386–387 [in Ukrainian].

3. Bondarenko, G.L., & Yakovenko, K.I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methodology of experimental work in vegetable growing and melon growing]. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].

4. Vorontsov, V.T., Opara, N.M., & Opara, M.M. (2007). Kulturni roslyny v ratsionalnomu kharchuvanni ta ozdorovlenni [Cultivated plants in rational nutrition and health]. RVV Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. – RVV of the Poltava State Agrarian Academy, pp. 39–40 [in Ukrainian].

5. Kvashchuk, O.V., Khomina, V.Ya., & Nedilska, U.I. (2011). Vplyv biohennykh chynnykiv na pokaznyky struktury urozhaiu chornushky posivnoi (Nigella Sativa L.) [The influence of biogenic factors on indicators of the structure of the crop of Nigella Sativa L.]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu – Collection of scientific works of the Podillia state agrotechnical university*, iss. 19. pp. 30–33 [in Ukrainian].

6. Melnyk, A.V., Romanko, Yu.O., Romanko, A.Yu., & Dudka, A.A. (2019). Vplyv pohodno klimatychnykh parametriv na vrozhainist zerna suchasnykh sortiv soi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of weather and climate parameters on the grain yield of modern soybean varieties in the conditions of the Northeastern Forest-steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, iss. 109(1). pp. 76–83 [in Ukrainian].

7. Riabukha, S.S., Chernyshenko, P.V., Sierikova, L.H., & Sviatchenko, S.I. (2018). Osoblyvosti formuvannia biokhimichnoho skladu nasinnia suchasnykh sortiv soi [Peculiarities of the formation of the biochemical composition of seeds of modern soybean varieties.]. *Selektsiia i nasinnytstvo – Breeding and seed production,* iss. 114. pp. 71–78 [in Ukrainian].

8. Tarasiuk, V.A., Bezvikonnyi, P.V., & Potapskyi, Yu.V. (2022). Produktyvnist ahrotsenozu roztoropshi pliamystoi zalezhno vid strokiv, sposobiv sivby ta normy vysivu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The productivity of the spotted thistle agrocenosis depending on the timing, methods of sowing and the rate of sowing in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky – Taurian Scientific Bulletin. Series: Agricultural sciences*, iss. 124. pp. 92–97 [in Ukrainian].

9. Khomina, V.Ya. (2013). Ahroekolohichni aspekty vyroshchuvannia chornushky posivnoi (Nigela sativa L.) v umovakh pivdennoi chastyny Lisostepu zakhidnoho [Agro-ecological aspects of growing nigella sowing (Nigela sativa L.) in the conditions

of the southern part of the Western Forest Steppe*]. Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, iss. 84. pp. 265–270 [in Ukrainian].

10. Khomina, V.Ya., & Doroshenko, O.L. (2016). Chornushka posivna (nigella sativa) – v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Nigella sativa – in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Tekhnika i tekhnolohii APK – Agricultural machinery and technologies*, iss. 1. pp. 27–30 [in Ukrainian].

11. Khomina, V.Ya., & Stroianovskyi, V.S. (2016). Pokaznyky yakosti olii netradytsiinykh zhyrovmisnykh kultur zalezhno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh Lisostepu Ukrainy [Oil quality indicators of non-traditional fat-containing crops depending on agrotechnical measures in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo : mizhvid. temat. nauk. zb. – Irrigated agriculture: interdiv. subject of science coll.,* iss. 66. pp. 65–69 [in Ukrainian].

12. Kooti, W., Hasanzadeh-Noohi, Z., Sharafi-Ahvazi, N., Asadi-Samani, M., & Ashtary Larky, D. (2016). Phytochemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (Nigella sativa). Chinese Journal of Natural Medicines, vol. 14, iss. 10, pp. 732–745 [in Chinese].

13. Onur Ketenoglu, Sündüz Sezer Kiralan, Mustafa Kiralan, Gulcan Ozkan, Mohamed Fawzy Ramadan. Cold pressed black cumin (Nigella sativa L.) seed oil. *Cold Pressed Oils,* 2020. c. 6. P. 53–64 [in Turkey].

УДК 631.5:633.78:635.54:631.81

Ткач О. В.
доктор сільськогосподарських наук, кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *oleg.v.tkach@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1368-673X*

Овчарук О. В.
доктор сільськогосподарських наук, доцент,
професор кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів и природокористування
Київ, Україна
E-mail: *ovcharuk.oleh@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1117-962X*

Овчарук В. І.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *plspg@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-2115-0916*

Петриченко Є. А.
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри агроінженерії,
Уманський національний університет садівництва
Умань, Україна
E-mail: *22102210g@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-1037-077X*

ВПЛИВ РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЦИКОРІЮ НА ЗВ'ЯЗОК МІЖ ФОРМУВАННЯМ ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ ТА КОРЕНЕПЛОДАМИ

Анотація

Формування фотосинтетичного апарату цикорію коренеплідного представляє собою складний процес, який пов'язаний з індивідуальними особливостями розвитку рослин. При цьому проходження найбільшої продуктивності фотосинтезу не збігається з найвищою продуктивністю окремо взятих рослин. Однак закономірності формування продуктивності, як ценозу, так і окремих його індивідуумів неоднакові. Таким чином, формування фітоценозів індивідуального розвитку рослин впливає на врожайність коренеплодів цикорію.

Формування площі листкової поверхні у посівах цикорію коренеплідного пов'язане з основними факторами, такими як рівень живлення, водозбереження, агротехнічні заходи, густота розміщення рослин тощо. У формуванні вегетативної маси важливу роль відіграє сонячна енергія впродовж вегетаційного періоду.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що важливим у формуванні вегетативної маси і коренеплодів у період вегетації є застосування комплексних мінеральних добрив, особливо азотних, які прискорюють з'явлення листків і покращують їх ріст, фосфорних і калійних, які підвищують період життєдіяльності та сприяють нагромадженню інуліну в коренеплодах.

Ключові слова: *цикорій коренеплідний, фітоценоз, ріст і розвиток, мінеральне живлення, вегетативна маса, коренеплід.*

Вступ. Ріст і розвиток рослин цикорію коренеплідного має свої особливості та залежить як від спадкових властивостей організму, так і від умов середовища. Процеси росту та розвитку взаємопов'язані та взаємозумовлені. Умови, за яких відбуваються ці процеси, не завжди однакові. У цикорію коренеплідного на першому році життя за сприятливих умов формуються продуктивні органи та вегетативна маса. При цьому якісні зміни

© Ткач О. В., Овчарук О. В., Овчарук В. І., Петриченко Є. А., 2023 **DOI:** https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.11

в коренеплодах відбуваються послідовно й окремими етапами за відповідних умов. У першій фазі на ріст і формування листкової поверхні найбільше впливає температурне середовище. Ця фаза може тривати до трьох місяців [1; 2; 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У житті рослин і в забезпеченні високого врожаю важливе місце посідає кореневе живлення. В.М. Кузьміч, А.О. Яценко стверджують, що на долю ґрунтового живлення припадає всього близько 5% сухої маси врожаю, а 95% – на долю органічних і мінеральних речовин. Це відіграє важливу роль в одержані врожаю рослин [5].

Багаточисельні дані досліджень підтверджують, що для одержання високих врожаїв коренеплодів цикорію з хорошими якісними показниками основною вимогою залишається забезпечення збалансованого живлення рослин мінеральними добривами та розподіл їх протягом вегетації [3; 10].

О.М. Вьютнова, Т.Ю. Полянина відмічають, що внесення підвищених доз добрив з порушеним співвідношенням елементів живлення негативно впливає на ріст і розвиток рослин [4].

Також слід відмітити, що кращим джерелом мінерального живлення рослин є органічні добрива. Вони містять усі поживні елементи в співвідношенні із тими елементами, які потрібні рослині. Проте в органічних добривах багато елементів живлення перебуває у важкодоступних для рослин формах. Отже, для забезпечення безперебійного доступу до рослин всіх елементів, які містяться в органічних добривах, потрібно створити умови для повного та інтенсивного їх розкладання. Цю роль виконують мікроорганізми ґрунту за сприятливих умов для їх інтенсивної життєздатності [11].

У своїх дослідженнях А.О. Яценко, А.В. Корнієнко, Т.П. Жужжалова підтверджують, що для удобрення цикорію застосовуються будь-які види органічних добрив. Кращим слід вважати напівперепрілий гній у нормі 40–50 т/га. Вносять його під оранку [13].

Із великої кількості мінеральних елементів, які вбираються коренями із ґрунту, тільки незначна їх частина входить до складу органічних речовин і безпосередньо бере участь у нагромадженні врожаю. Це, зокрема, азот, фосфор, сірка, кальцій, магній та деякі інші елементи. Більше поглинальних елементів повністю не беруть участі в нагромадженні врожаю, проте вони також мають свій вплив [8].

Проведені дослідження [6] свідчать про те, що кожний із елементів, який входить в ту чи іншу групу, однаково є необхідним для проходження життєвих процесів. Відсутність або недостатність того чи іншого елементу живлення впливає на урожайність.

B. Vandoorne, A.S. Mathieu, W. Van den Ende, R. Vergauwen, C. Périlleux, M. Javaux and S. Lutts рекомендують дози мінеральних добрив $N_{60–90}P_{60–90}K_{120–180}$. Фосфорні та калійні добрива вносять під оранку восени, азотні – перед посівом та в підживлення (N50–60), яке проводять після формування густоти насаджень під час другого розпушення міжрядь. Кращим співвідношенням мінеральних добрив є 1:0,5:2 або 1:1:2 [15].

Залежно від умов зовнішнього середовища та забезпечення ґрунту елементами живлення показники урожайності коренеплодів цикорію можуть зміщуватись як у бік збільшення, так і в бік зменшення. Як правило, вміст елементів живлення у великих дозах, що потребує рослина, впливає на неї негативно. Інтервали між оптимальними і токсичними нормами у кожного елементу різні [7; 12; 14; 16].

Проблему підвищення продуктивності цикорію коренеплідного можна вирішити шляхом підбору оптимальних норм внесення мінеральних добрив, нових високоврожайних сортів, які адаптовані до умов вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методика дослідження. Польові дослідження проводились протягом 2017–2019 рр. на дослідних ділянках Хмельницької ДСГДС ІКСГП НААНУ. Під час закладання дослідів і проведення фенологічних спостережень використовували методику польового досліду в рослинництві. Перше підживлення рослин цикорію проводили у фазі 3–4 листки в нормі $N_{15}P_{90}K_{15}$. Друге підживлення проводили у фазі початку формування коренеплодів з внесенням мінеральних добрив $N_{15}P_{90}K_{15}$ із заробкою в ґрунт на глибину 6–10 см на відстані 10 см від рядка рослин. Третє підживлення проводили при інтенсивному формуванні коренеплодів $N_{15}P_{90}K_{15}$ кг/га. Висівали сорти Уманський-99, Уманський-97, Уманський-96.

Результати. У ході експериментальних досліджень встановлено, що індивідуальний розвиток рослин, їх врожай головним чином залежить від інтенсивності наростання площі листкової поверхні. Ця закономірність спостерігається при вирощуванні цикорію впродовж вегетаційного періоду.

Залежно від тих чи інших факторів у технологіях вирощування цикорію листковий апарат може розвиватися сповільнено. При цьому не створюється оптимальна площа листків, вони не можуть забезпечити одержання високого врожаю коренеплодів. Проте у цей же період може відбутися інтенсивний ріст надземної маси, за якого всі продукти фотосинтезу (асимілянти) або їх частина буде використовуватися для зростання рослин. Нагромадження проходить сповільнено, внаслідок чого при формуванні листкового апарату рослина формує середню врожайність із максимальним вмістом інуліну.

Як встановлено у дослідженнях, врожай коренеплодів нагромаджується у процесі росту та фотосинтезу рослин. Ріст і фотосинтез між собою тісно пов’язані. Наці процеси впливають різні фактори зовнішнього середовища. Так, оптимальні умови 2017 та 2018 р із добрим вологозабезпеченням сприяли кращому розвитку вегетативної маси і коренеплодів. Водночас при дефіциті вологи посилюється інтенсивність фотосинтезу. Це викликає

часткове сповільнення росту. За таких умов рослини мають ксероморфну структуру, а листки виростають відносно малих розмірів. Підвищення інтенсивності фотосинтезу залежить від освітленості, яка впливає на ріст рослин.

Важливим фактором в рості і розвитку рослин цикорію коренеплідного є створення оптимальних умов живлення, що сприяють інтенсивному росту рослин, із застосуванням комплексних мінеральних добрив. Переважно застосовується азот, а не фосфор і калій. Для фотосинтезу, навпаки, перевага надається фосфору і калію над азотом.

З метою вивчення впливу азотних, фосфорних і калійних добрив на фізіологічні процеси, що проходять в рослинах цикорію, згідно з планом досліджень, проведено три підживлення мінеральними добривами. Як показали дослідження, більшість молодих листків до збирання врожаю продовжує свій ріст, що впливає на зниження якісних показників коренеплодів. Підвищена доза мінеральних добрив на фоні внесення органічних добрив сприяє більш повному використанню фосфору та калію і забезпечує підвищену надбавку врожаю (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив підживлення мінеральними добривами на продуктивність цикорію коренеплідного (середні значення за 2017–2019 рр.)

Варіанти досліду	Середня маса рослини, г			густота рослин на період збирання, тис./га	Врожай, т/га		надбавка врожаю коренеплодів, т/га
	усієї рослини	кореплоду	вегетативної частини		коренеплодів	інуліну	
без добрив (контроль)	212	128	84	106,5	12,5	2,25	–
перше підживлення $N_{15}P_{90}K_{15}$	246	154	92	98,7	15,5	2,79	2,7
друге підживлення $N_{15}P_{90}K_{15}$	290	187	103	92,9	17,4	3,14	4,9
третє підживлення $N_{15}P_{90}K_{15}$	340	219	121	87,1	19,0	3,42	6,5
30 т/га органічних добрив під глибоку оранку	436	251	185	99,0	24,6	4,43	12,1
$НІР_{05}$	–	–	–	–	0,9	–	0,11

Також встановлено, що підживлення рослин цикорію коренеплідного впливає на нагромадження маси коренеплодів і вегетативної частини і між ними спостерігається тісний взаємозв'язок. При першому підживленні $N_{15}P_{90}K_{15}$ середня маса коренеплоду підвищилась на 26 г, вегетативної частини на 0,8 г порівняно з варіантом без внесення добрив (контроль). Така закономірність спостерігається і при другому та третьому підживленні. Суттєве підвищення середньої маси рослини, коренеплоду і вегетативної частини спостерігається від внесення органічних добрив (30 т/га) з показниками 251 г і 185 г, що порівняно з контрольним варіантом на 123 г та 101 г більше. Усе це вплинуло на врожай коренеплодів, особливо при внесенні органічних добрив (30 т/га) 24,6 т/га, що перевищує контрольний варіант на 12,1 т/га.

Таким чином, одностороннє підвищення внесення мінерального добрива сприяє більш повному і раціональному використанню рослинами інших елементів живлення із ґрунту. Це пояснюється позитивним впливом підживлення одним видом добрива. Внесення 30 т/га органічних добрив сприяє більш інтенсивному росту рослин. Надбавка врожаю коренеплодів цикорію на кожну тонну органічного добрива складала 0,4 т/га.

Підживлення фосфорним і калійним добривом сприяє прискоренню процесу технічної стиглості. При цьому листки до кінця вегетації поступово жовтіють і відмирають інтенсивніше порівняно з внесенням повного мінерального добрива або тільки азотного. Калійне добриво підвищує вміст інуліну.

Інтенсивному росту цикорію коренеплідного сприяють підвищені норми азотних добрив. Крім того, гарна аерація ґрунту покращує надходження елементів мінерального живлення рослин. Завдяки якісному обробітку ґрунту цикорій має великі і широкі листки. Це сприяє інтенсивному росту. Водночас слід відмітити, що за неправильного регулювання росту надземної частини ми не отримали високого врожаю цикорію коренеплідного і нагромадження інуліну. При цьому ми одержали велику вегетативну масу, меншого розміру коренеплоди із низькими якісними показниками.

Однією з характерних особливостей розвитку цикорію коренеплідного є те, що у перший період вегетації проходить інтенсивний ріст вегетативної маси. У цей період більшість асимілянтів використовується для росту надземної маси і розвитку кореневої системи другого, третього порядків і кореневих волосків, розвитку органів, за допомогою яких рослини поглинають поживні речовини і воду із атмосфери та ґрунту. Після цього починає інтенсивно розвиватися коренеплід цикорію та відбувається нагромадження у ньому інуліну. Переваги маси коренеплоду над вегетативною масою настає в ранні строки при оптимальному розвитку.

Також у ході дослідження встановлено, що в динаміці з'явлення листків та їх ріст і розвиток залежить від умов живлення рослин. Азотні добрива прискорюють з'явлення листів і покращують їх ріст. При підвищеному азотному живленні листки (вегетативна маса) на 20–25 добу сповільнюють свій розвиток. Особливість рослин

підтримується за рахунок новоутворених листків, внаслідок чого розвинена вегетативна маса при підвищеному азотному живленні не забезпечує високого врожаю коренеплодів цикорію. Підвищені норми фосфорних добрив сповільнюють листоутворення і ріст та розвиток листків, проте підвищують період їх життєдіяльності та нагромадження інуліну й інших якісних показників у коренеплодах цикорію. Калійні добрива сприяють розвитку листків, підвищують їх продуктивність, продовжують період життя. Таким чином, для формування високопродуктивного листкового апарату слід у перший період росту рослин давати їй підвищене азотне живлення. Коли розпочнеться інтенсивний ріст листків, з'являється необхідність вносити у ґрунт більше фосфорного та калійного добрива. При цьому не можна допускати передчасного пожовтіння листків.

У програмі досліджень було заплановане й позакореневе підживлення. У разі значного відмирання листків багато продуктів фотосинтезу витрачається на ріст нових, що негативно впливає на розвиток коренеплодів і нагромадження інуліну та інших якісних показників.

У ході дослідження встановлено, що у формуванні листкового апарату рослин цикорію важливу роль відіграє забезпечення їх водою. Добре розвинена вегетативна маса може бути тільки на багатому фоні живлення і за високої вологості ґрунту. В умовах проведення досліджень на ґрунтах, добре забезпечених поживними речовинами, рослини під впливом весняного запасу вологи швидко розвиваються. Формується добре розвинена листкова поверхня, яка інтенсивно використовує вологу із ґрунту. Також відмічено, що у деякі роки за недостатньої кількості вологи затримується ріст листків і вони відмирають. У таких випадках у результаті неякісного використання поживних речовин і вологи ми отримали невисокий врожай коренеплодів.

Висновки. Формування площі листкової поверхні у посівах цикорію коренеплідного пов'язане з такими основними факторами, як рівень живлення, водозбереження, агротехнічні заходи, густота розміщення рослин тощо. У формуванні вегетативної маси важливу роль відіграє сонячна енергія впродовж вегетаційного періоду. Важливим у формуванні вегетативної маси і коренеплодів у період вегетації є застосування комплексних мінеральних добрив, особливо азотних, які прискорюють з'явлення листків і покращують їх ріст, фосфорних і калійних, які збільшують період життєдіяльності та сприяють нагромадженню інуліну в коренеплодах.

Список використаних джерел

1. Бахмат М.І., Ткач О.В. Вплив строку сівби і глибини загортання насіння на польову схожість та врожайність цикорію коренеплідного. *Вісник Уманського Національного університету садівництва.* 2019. Вип. 2. С. 39–42.

2. Бахмат М.І., Ткач О.В. Обґрунтування площі живлення рослин для технології вирощування цикорію коренеплідного. *Таврійський науковий вісник.* 2018. Вип. 104. С. 16–20.

3. Енергозберігаюча технологія вирощування цикорію коренеплідного з комбінованою шириною міжрядь (рекомендації) / М.І. Бахмат, О.В. Ткач, В.Л. Курило, В.Г. Молдован, А.В. Моргун. Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2019. 56 с.

4. Вьютнова О.М., Полянина Т.Ю. Кореневий цикорій – цінна культура. *Картопля і овочі*. 2008. № 7. С. 21–22.

5. Кузьміч В.М., Яценко А.О. Рекомендації по вирощуванню цикорію кореневого. Самчики : ХІАВ НААНУ, 2010. 15 с.

6. Миколайко В.П. Особливості росту та розвитку насінників рослин цикорію коренеплідного залежно від агротехнологічних умов вирощування насіння. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. *Серія «Сільськогосподарські науки».* 2016. Вип. 24. С. 151–158.

7. Овчарук В.І., Ткач О.В., Овчарук О.В. Значення ролі органо-мінеральних добрив в кореневому живленні рослин цикорію коренеплідного. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія».* 2022. Випуск 1 (47). С. 97–102.

8. Стельмах В.М., Бурлака В.А. Напрямки наукових досліджень з використання цикорію та продуктів на його основі з профілактичною й лікувальною метою. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2012. № 2. С. 65–72.

9. Вплив комплексу системи обробітку грунту на особливості проростання і показники харчової цінності цикорію / О.В. Ткач, О.В. Овчарук, В.І. Овчарук, Л.В. Ткач, О.В. Аморциту. *Подільський вісник. Серія «Сільське господарство, техніка, економіка».* 2023. Вип. 1 (38). С. 64–69.

10. Ткач О.В. Енергозберігаючий спосіб вирощування цикорію коренеплідного з комбінованою шириною міжрядь. *Подільський вісник. Серія «Сільське господарство, техніка, економіка».* 2019. Вип. 31. С. 30–36.

11. Ткач О.В. Урожайність коренеплодів цикорію залежно від густоти рослин *Таврійський науковий вісник.* 2020. Вип. 112. С. 150–156.

12. Ткач О.В. Продуктивність цикорію коренеплідного залежно від способу вирощування з комбінованою шириною міжрядь. *Збірник наукових праць Уманського Національного університету садівництва.* 2020. Вип. 96. С. 592–605.

13. Яценко А.О. Цикорій коренеплідний: біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів : навчальний посібник. Умань : ФІЦБ УААН, 2003. 161 с.

14. Formation of the Yield of Matricaria recutita and Indicators of Food Value of Sychorium intybus by Technological Methods of Co-Cultivation in the Interrows of an Orchard / M. Bakhmat, T. Padalko, T. Krachan, O. Tkach, H. Pantsyreva, L. Tkach. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. № 24 (8). P. 250–259.

15. Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in Cichorium intybus (var. sativum) independently of photosynthesis / B. Vandoorne, A.S. Mathieu, W. Van den Ende, R. Vergauwen, C. Périlleux, M. Javaux, S. Lutts. *Journal of Experimental Botany*. 2012. Vol. 63. № 12. P. 4359–4373.

16. Peculiarities of growth and development of chicory root seed plants / O.V. Tkach O.V. Ovcharuk V.I. Ovcharuk T.O. Padalko. *World Journal*. Bulgaria. 2023. Issue № 18. Part 2. C. 84–90.

Tkach O. V.
Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Energy Saving Technologies and Energy Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *oleg.v.tkach@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1368-673X*

Ovcharuk O. V.
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Plant Industry,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: *ovcharuk.oleh@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1117-962X*

Ovcharuk V. I.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Horticulture and Viticulture,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *plspg@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0000-0003-2115-0916*

Petrychenko Ye. A.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Agroengineering,
Uman National University of Horticulture
Uman, Ukraine
E-mail: *22102210g@ukr.net*
ORCID: *0000-0003-1037-077X*

INFLUENCE OF DIFFERENT CHICORY GROWING CONDITIONS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE FORMATION OF VEGETATIVE MASS AND ROOT CROPS

Abstract

The formation of the photosynthetic apparatus of chicory root is a complex process that is associated with individual characteristics of plant development. At the same time, the highest photosynthetic productivity does not coincide with the highest one in individual plants. Nevertheless, the patterns of productivity formation of both the cenosis and its individual individuals are fundamentally different. Thus, in the formation of phytocoenoses, the individual development of plants further affects the yield of chicory root crops.

The formation of leaf surface area in chicory root crops is interconnected with the main factors such as: the level of nutrition, water conservation, agrotechnical measures, plant density, etc. Solar energy plays an important role in the formation of vegetative mass during the growing season.

As a result of experimental studies, it was found that the use of complex mineral fertilizers, especially nitrogen fertilizers, which accelerate the emergence of leaves and improve their growth, phosphorus and potassium fertilizers, which increase the period of life and promote the accumulation of inulin in root crops, is important in the formation of vegetative mass and root crops during the growing season.

Key words: *Chicory root, phytocoenosis, growth and development, mineral nutrition, vegetative mass, root crop.*

References

1. Bakhmat, M.I., & Tkach, O.V. (2019). Vplyv stroku sivby i hlybyny zahortannia nasinnia na polovu skhozhist ta vrozhainist tsykoriiu koreneplidnoho [Influence of sowing time and depth of seeding on field germination and yield of chicory root]. *Visnyk Umanskoho NUS. Naukovyi zhurnal – Bulletin of Uman NUS. Scientific journal,* 2. Uman. [in Ukrainian].

2. Bakhmat, M.I., & Tkach, O.V. (2018). Obgruntuvannia ploshchi zhyvlennia roslyn dlia tekhnolohii vyroshchuvannia tsykoriiu koreneplidnoho [Substantiation of plant nutrition area for chicory root cultivation technology]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Naukovyi zhurnal – Tavriyskyi naukovyi vestnyk. Scientific journal, 104.* Kherson, [in Ukrainian].

3. Bakhmat, M.I., Tkach, O.V., Kurylo, V.L., Moldovan, V.G., & Morgun, A.V. (2019). *Enerhozberihaiucha tekhnolohiia vyroshchuvannia tsykoriiu koreneplidnoho z kombinovanoiu shyrynoiu mizhriad (rekomendatsii) [Energy-saving technology of chicory root cultivation with combined row spacing (recommendations)*]. Kamianets-Podilskyi: Axiom. [in Ukrainian].

4. Vyutnova, O.M., & Polyanyna, T.Y. (2008). Korenevyi tsykoryi – tsinna kultura [Root chicory is a valuable crop]. *Kartoplia i ovochi – Potatoes and vegetables,* 7. [in Ukrainian].

5. Kuzmich, V.M., & Yatsenko, A.O. (2010*). Rekomendatsii po vyroshchuvanniu tsykoriiu korenevoho [Recommendations for the cultivation of chicory root].* Samchyky: *KHIAW NAAN*, [in Ukrainian].

6. Mykolayko, V.P. (2016). Osoblyvosti rostu ta rozvytku nasinnykiv roslyn tsykoriiu koreneplidnoho zalezhno vid ahrotekhnolohichnykh umov vyroshchuvannia nasinnia [Peculiarities of growth and development of chicory root plants' seedlings depending on agrotechnological conditions of seed cultivation]. Zbirnyk naukovykh prats PDATU. Silskohospodarski nauky – *Collection of scientific works of PSTAE. Agricultural sciences,* 24, part 1 [in Ukrainian].

7. Ovcharuk, V.I., Tkach, O.V., & Ovcharuk, O.V. (2022). Znachennia roli orhano-mineralnykh dobryv v korenevomu zhyvlenni roslyn tsykoriiu koreneplidnoho [The importance of the role of organic-mineral fertilizers in the root nutrition of chicory plants]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Ahronomiia i biolohiia» - Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series "Agronomy and Biology"*, 1 (47). Sumy. [in Ukrainian].

8. Stelmakh, V.M., & Burlaka, V.A. (2012). Napriamky naukovykh doslidzhen z vykorystannia tsykoriiu ta produktiv na yoho osnovi z profilaktychnoiu y likuvalnoiu metoiu [Directions of scientific research on the use of chicory and products based on it for preventive and therapeutic purposes]. *Visnyk ZhNAEU - Bulletin of ZhNAEU,* 2. [in Ukrainian].

9. Tkach, O.V., Ovcharuk, O.V., Ovcharuk, V.I., Tkach, L.V., & Amortsytu, O.V. (2023). Vplyv kompleksu systemy obrobitku hruntu na osoblyvosti prorostannia i pokaznyky kharchovoi tsinnosti tsykoriiu [Influence of the complex of soil tillage system on the features of germination and indicators of nutritional value of chicory]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podilskyi Visnyk: agriculture, technology, economics,* 1 (38). Kamianets-Podilskyi. [in Ukrainian].

10. Tkach, O.V. (2019). Enerhozberihaiuchyi sposib vyroshchuvannia tsykoriiu koreneplidnoho z kombinovanoiu shyrynoiu mizhriad [Energy-saving method of growing chicory root with combined row spacing]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podilskyi Visnyk: agriculture, technology, economy,* 31. Kamianets-Podilskyi. [in Ukrainian].

11. Tkach, O.V. (2020). Urozhainist koreneplodiv tsykoriiu zalezhno vid hustoty Roslyn [Yield of chicory root crops depending on the density of plants]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Naukovyi zhurnal – Tavriyskyi naukovyi vestnyk. Scientific journal,* 112. Kherson. [in Ukrainian].

12. Tkach, O.V. (2020). Produktyvnist tsykoriiu koreneplidnoho zalezhno vid sposobu vyroshchuvannia z kombinovanoiu shyrynoiu mizhriad [Productivity of chicory root depending on the method of cultivation with combined row spacing]. *Zb. nauk. prats Umanskoho NUS – Collection of scientific works of Uman NUS,* 96, p.1. Uman. [in Ukrainian].

13. Yatsenko, A.O. (2003). *Tsykorii koreneplidnyi: Biolohiia, selektsiia, vyrobnytstvo i pererobka koreneplodiv: navch. Posib [Root chicory: Biology, breeding, production and processing of root crops: a textbook].* Uman: FICB UAAN [in Ukrainian].

14. Bakhmat, M., Padalko, T., Krachan, T., Tkach, O., Pantsyreva, H., & Tkach, L. (2023). Formation of the Yield of Matricaria recutita and Indicators of Food Value of Sychorium intybus by Technological Methods of Co-Cultivation in the Interrows of an *Orchard. Journal of Ecological Engineering,* 24(8) [in English].

15. Vandoorne, B., Mathieu, A.S., Vanden Ende, W., Vergauwen, R., Périlleux, C., Javaux, M., & Lutts, S. (2012). Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in Cichorium intybus (var. sativum) independently of photosynthesis. *Journal of Experimental Botany.* Vol. 63. № 12. [in English].

16. Tkach, O.V., Ovcharuk, O.V., Ovcharuk, V.I., & Padalko, T.O. (2023). Peculiarities of growth and development of chicory root seed plants. *SWorld Journal.* Issue №18, Part 2. [in English].

УДК 631.559:635.55:631.5(477.7)

Уляніч О. І.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,
Уманський національний університет садівництва
Умань, Україна
E-mail: *olena.ivanivna@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1687-834X*

Шевчук К. М.
кандидат сільськогосподарських наук,
докторант кафедри овочівництва,
Уманський національний університет садівництва
Умань, Україна
E-mail: *k.shevchuk@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-3370-6021*

ВИВЧЕННЯ АДАПТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СОРТІВ ІНДАУ ПОСІВНОГО ТА ДВОРЯДНОГО ТОНКОЛИСТОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

Стаття присвячена актуальним питанням адаптивності сортів та удосконаленню технології вирощування індау посівного та дворядника тонколистого у Південному Степу України. Передбачалося дослідити наявний асортимент індау посівного та дворядника тонколистого, а також з'ясувати його адаптивність до умов Південного степу України, урожайність та якість продукції. Використовували загальноприйняті методи досліджень. Звертали найбільшу увагу на біометричні показники росту рослин та урожайність. У результаті проведених досліджень доведено, що контрольний сорт індау посівного Знахар характеризується більшою кількістю листків – 18 шт./росл. Крім того, даний показник був стабільний протягом років досліджень. Сорти Барвінковий та Спаркл показали нижчі результати, кількість листків на рослинах склала 16–17 шт./росл. Серед сортів дворядника тонколистого вищим показником листків характеризувалися сорти Синоп та Темісто – 18 шт./росл. Найнижчий показник забезпечив сорт Пруденція – 15 шт./росл. Загалом площа листка виявилась вищою в індау посівного як на початку росту розетки, так і у фазі технічної стиглості. В середньому за роки досліджень у індау посівного на момент формування розетки найвищим досліджуваний показник виявився у сорту Барвінковий – 18,4 см². Водночас контрольний сорт Знахар показав найнижчий результат – 17,5 см². Сорти дворядника тонколистого Летіція та Темісто забезпечили найбільшу площу листка як на початку росту розетки – 15,3 та 14,9 см², так і у фазі технічної стиглості рослин – 85,5 та 87,6 см² відповідно. Тоді як на початку росту розетки вищим досліджуваний показник був у сорту Летіція, у фазі технічної стиглості вищим він був у сорту Темісто. Найнижчий показник площі листка в середньому за роки досліджень забезпечив досліджуваний сорт Синоп як на початку росту розетки – 11,8 см², так і у фазі технічної стиглості – 66,5 см². Високою урожайністю в індау посівного серед досліджуваних сортів відзначився сорт Спаркл – 18,1 т/га, що перевищило контроль на 2,9 т/га. Сорт Барвінковий показав найнижчий результат, що був нижчим від контролю на 2,4 т/га. Серед досліджуваного сортименту дворядника тонколистого виділились сорти Пруденція та Темісто, що переважали контроль на 1,0 та 1,3 т/га відповідно. Сорти Летіція та Синоп відставали від контрольного сорту Тріція на 0,6 та 0,3 т/га відповідно. Доведено, що оптимальним сортами для умов Півдня України є сорт Спарк серед сортів індау посівного та сорти Темісто та Пруденція у дворядника тонколистого.

Ключові слова: *індау посівний, дворядник тонколистий, сорт, площа листка, урожайність.*

Вступ. У сучасних економічних умовах постійного зростання цін стабільне одержання врожаю високої якості неможливе без знання біологічних особливостей кожного конкретного сорту та застосування науково обґрунтованих технологій вирощування [13; 2; 10]. Окремі регіони України за ґрунтово-кліматичними умовами істотно різняться. Це впливає на встановлення оптимальних параметрів сівби індау посівного та дворядника тонколистого.

Сорт відіграє вирішальну роль. Його частка у збільшенні виробництва продукції овочівництва становить 30–50%. Правильно підібраний сортимент дозволяє не лише збільшити урожайність рослин, але й поліпшити їх якість, подовжити строки надходження урожаю споживачам, підвищити загальний вихід готового продукту [1; 4]. Необхідність безперервного впровадження нових сортів зумовлена багатьма чинниками – старінням сорту, появою нових рас хвороб та шкідників, оновленими технологіями вирощування, зберігання та переробки, розширенням ареалу вирощування, підвищенням вимог споживачів до якості продукції [6].

© Уляніч О. І., Шевчук К. М., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.12

У наш час селекційну роботу з нетрадиційними і малопоширеними овочевими рослинами в Україні проводять на досить високому рівні у профільних науково-дослідних установах [7]. Так, вдало підібраний сорт для відповідної зони вирощування сприяє формуванню дружніх і вирівняних сходів, оптимальному настанню й проходженню фаз росту і розвитку рослин, забезпечує рівномірну технічну стиглість високоякісної зелені [11; 14]. Використання неадаптованого сортименту, як вказують провідні вчені, спричиняє зниження продуктивності посівів та зниження якості отриманої продукції [2].

Сукупність даних факторів створює особливу зацікавленість в індау посівному та дворядника тонколистому в українського виробника, проте широке впровадження у виробництво обмежується відсутністю сучасної науково обґрунтованої технології вирощування культури.

Вивчення агробіологічних особливостей рослин, елементів технології вирощування індау посівного і дворядника тонколистого, реакції рослин на умови вирощування, низькі температури та посушливі умови задля отримання високих показників урожайності в умовах Півдня України не проводилося і має важливе значення для поліпшення сортименту рослин, розширення терміну надходження свіжої зелені та забезпечення продовольчої безпеки України в цілому [12; 10]. Одержання високих і сталих врожаїв індау посівного і дворядника тонколистого, як і інших сільськогосподарських культур, зумовлюється трьома такими факторами: високоякісним насіннєвим матеріалом, чітко відпрацьованою технологією вирощування та сприятливими погодними умовами [15].

Сорти, що використовуються для отримання пряного насіння, як правило, скоростиглі та маловрожайні, мають велике насіння. Такі сорти зустрічаються у північній Африці, Індії, Південно-Східній Азії [9]. Нині селекціонерами виведені високоякісні сорти руколи посівної та дворядника тонколистого, що відрізняються гарною якістю зелені, ніжним запахом, стійкі до стрілкування, придатні до вирощування у різні строки сівби та у захищеному ґрунті [3].

Селекція протягом тривалого часу була спрямована на створення сортів з високим вмістом ефірних олій у зелених листках і насінні. Листки цих сортів їстівні, але їх мало в розетці, вони швидко переходять до фази стрілкування, особливо за довгого світлового дня [8].

З огляду на це використання сучасного та адаптованого сортименту індау посівного і дворядника тонколистого з метою отримання вищої врожайності в умовах Південного Степу України є важливим і актуальним завданням.

Мета. Передбачалося вивчити сучасний сортимент індау посівного та дворядника тонколистного та з'ясувати їх вплив на урожайність рослин в умовах Півдня України. Для досягнення мети поставлено відповідні завдання: виявити оптимальний сорт індау посівного та дворядника тонколистого, встановити вплив сорту на урожайність і якість отриманої продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі проведення досліджень ми вивчали поведінку сортів індау посівного та дворядника тонколистого упродовж 2019–2021 рр. на полях фермерського господарства «Октавія-К». Досліджували три сорти індау – Знахар (контроль), Барвінковий, Спаркл, а також 5 сортів дворядника тонколистого – Тріція (контроль), Летіція, Пруденція, Синоп та Темісто. Загальна площа дослідної ділянки становила 10 м^2, повторність досліду – чотириразова. Як об'єкт досліджень обрано сорти індау посівного та дворядника тонколистого. Схема розміщення рослин – 45×15 см (148 тис. шт/га). Дослід закладено у чотирьох повтореннях, площа облікової ділянки – 5 м^2. З метою контролю якісних показників цикорію салатного в Україні користувалися стандартом ЕЭК ООН FFV-22 та UNECE STANDARD FFV-38, 2017. Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [5]. Дисперсійний аналіз отриманих результатів виконувався на ПК за програмою Agrostat.

У науковій літературі зустрічається мало інформації щодо сучасного сортименту індау посівного та дворядника тонколистого. У наших умовах проведення досліджень поява поодиноких сходів індау посівного та дворядника тонколистого спостерігалася через 5–7 діб. Відмічено, що вже на 15–19 день утворювалася розетка, а фаза технічної стиглості наставала в проміжку 43–46 днів в середньому за роки досліджень.

Серед основних біометричних показників росту рослин особлива увага приділялась встановленню певних відмінностей у досліджуваних сортів щодо кількості листя. Загальна кількість листків у індау посівного та дворядника тонколистого змінювалася відповідно до сорту і варіювала по роках досліджень (табл. 1).

Відмічено, що сорт індау посівного Спаркл характеризувався найбільшою кількістю листків серед досліджуваних років – 8–10 шт./росл. у період початку росту розетки. Проте у фазі технічної стиглості сорт Спаркл мав посередні показники – 16–18 шт./росл., тоді як контрольний сорт Знахар забезпечив найвищі – 18 шт./росл.

Серед досліджуваних рослин дворядника тонколистого відмічено дещо нижчі показники порівняно з сортами індау посівного. Так, у середньому за роки досліджень на початку росту розетки сорти Пруденція та Темісто показали найнижчі показники – 6 шт./росл. Сорти Тріція, Летіція та Синоп забезпечили однаковий показник – 7 шт./росл. У фазі технічної стиглості сорти Темісто та Синоп показали один з найвищих показників кількості листків на рослину, які у середньому за роки досліджень становили 18 шт./росл. Дещо нижчим показник кількості листків був у сортів дворядника вузьколистого Летіція та Тріція – 17 шт./росл. У сорту Пруденція зафіксовано найнижчий показник серед усіх досліджуваних сортів як по роках досліджень – 14–16 шт./росл., так і в середньому за роки спостережень – 15 шт./росл. За роки проведених досліджень

Таблиця 1. Кількість листків на рослині індау посівного і дворядника тонколистого залежно від сорту, шт/росл

Сорт	Початок росту розетки				Фаза технічної стиглості			
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє значення за 2019–2021 рр.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє значення за 2019–2021 рр.
Індау посівний								
Знахар (*к)	8	8	9	8	18	18	18	18
Барвінковий	8	8	7	8	17	15	16	16
Спаркл	8	9	10	9	16	18	17	17
$НІР_{05}$	0,5	0,4	0,2		0,8	1,1	0,9	
Дворядник тонколистий								
Тріція (*к)	7	7	8	7	18	17	16	17
Летіція	7	7	6	7	16	17	18	17
Пруденція	6	6	6	6	16	14	15	15
Синоп	7	7	7	7	18	18	18	18
Темісто	6	6	7	6	19	17	18	18
$НІР_{05}$	*0,3*	*0,3*	*0,2*		*1,3*	*0,9*	*1,2*	

Примітка: (К)* – контроль

найвищий показник був зафіксований у 2019 році у сорту Темісто на рівні 19 шт./росл. Характеризуючи загальну кількість листків на рослині, відмічаємо порівняно сталу їх кількість на ранніх фазах обліку. Проте у контрольного сорту Знахар у індау посівного відмічено, що кількість листків по роках досліджень виявилась сталою, тоді як решта сортів мала певні відхилення, що можна пов'язати з погодними умовами у роки вирощування на ранніх етапах росту рослин, зокрема з кількістю опадів. Нестача вологи та досить високі показники температури від часу появи сходів до настання фази інтенсивного росту позначилися на формуванні загальної кількості листків на рослині.

За спостереженнями за основними біометричними показниками росту рослин встановлено певні відмінності у досліджуваних сортів. Площа листка у індау посівного та дворядника тонколистого змінювалася відповідно до сорту (рис. 1, 2).

Встановлено, що загалом площа листка виявилась вищою в індау посівного як на початку росту розетки, так і у фазу технічної стиглості. В середньому за роки досліджень у індау посівного на момент формування розетки найвищим досліджуваний показник виявився у сорту Барвінковий – 18,4 см^2. Водночас контрольний сорт Знахар показав найнижчий показник – 17,5 см^2. Подібна залежність площі листка зберіглась і у фазу технічної стиглості. Так, контроль показав розмір листка лише на рівні 85,6 см^2, тоді коли досліджувані сорти Спаркл та Барвінковий забезпечили 92,3 та 97,7 см^2 відповідно.

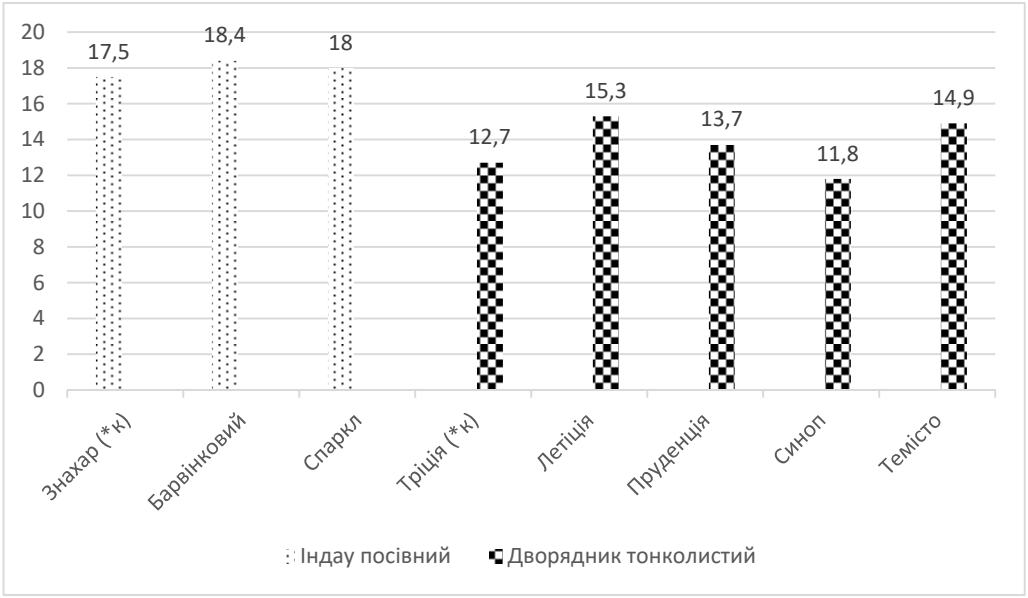

Рис. 1. Площа листка індау посівного і дворядника тонколистого на початку росту розетки залежно від сорту, см² (середнє значення за 2019–2021 рр.)

Примітка: (К)* – контроль

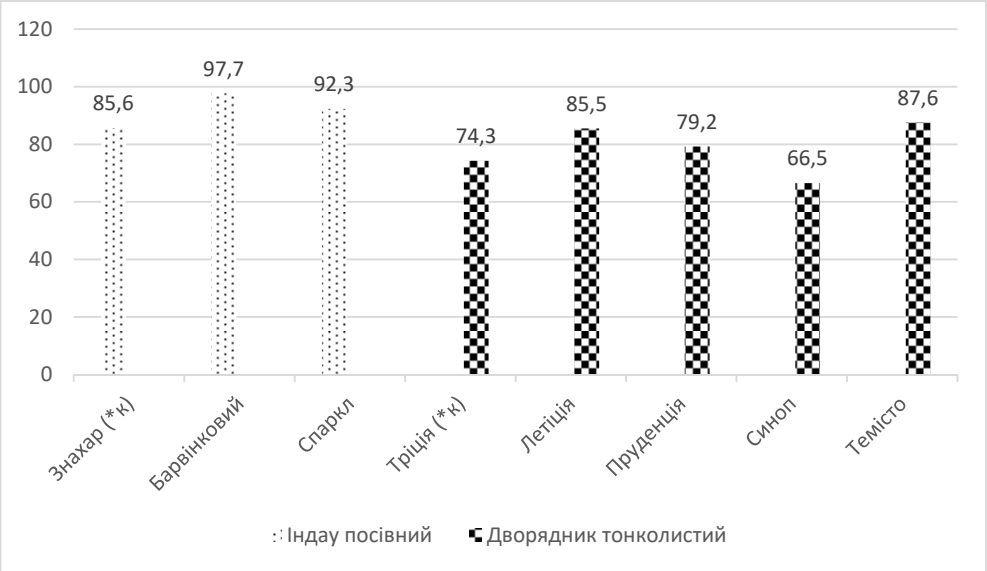

Рис. 2. Площа листка індау посівного і дворядника тонколистого у фазу технічної стиглості залежно від сорту, см² (середнє значення за 2019–2021 рр.)

Примітка: (К)* – контроль

Досліджувані сорти дворядника тонколистого Летіція та Темісто забезпечили найбільшу площу листка як на початку росту розетки – 15,3 та 14,9 см^2 відповідно, так і у фазу технічної стиглості рослин – 85,5 та 87,6 см^2 відповідно. На початку росту розетки вищим досліджуваний показник був у сорту Летіція, а у фазу технічної стиглості вищим він був у сорту Темісто.

Найнижчий показник площі листка в середньому за роки досліджень забезпечив досліджуваний сорт Синоп як на початку росту розетки – 11,8 см^2, так і у фазу технічної стиглості – 66,5 см^2. Контрольний сорт Тріція забезпечив 12,7 см^2 на початку росту розетки та 74,3 см^2 у фазу технічної стиглості рослин дворядника тонколистого.

Отже, характеризуючи отримані дані основних біометричних ознак, відмічаємо, що на їх значення впливають як сортові ознаки досліджуваних сортів, так і умови року проведення досліджень. Під час аналізу результатів біометричних вимірювань індау посівного та дворядника тонколистого, проведених на час збирання врожаю, встановлено, що упродовж років досліджень кількість листків та їх розмір значною мірою впливали на продуктивність сортів.

Облік урожайності досліджуваних сортів індау посівного та дворядника тонколистого показав, що вона залежала від сортименту (табл. 2).

Аналізуючи показники урожайності за роки досліджень, відмічаємо певне їх перевищення у сортів індау посівного, зокрема у сорту Спаркл – 18,1 т/га, що вище від контрольного сорту на 2,9 т/га. Перевищення врожайності за $НІР_{05}$ у роки досліджень порівняно з контролем статистично підтверджене також у сорту Спаркл. Сорт Барвінковий показав істотно нижчу урожайність порівняно з контрольним сортом по роках досліджень. У середньому різниця становила мінус 2,4 т/га.

Таблиця 2. Урожайність зеленої маси індау посівного і дворядника тонколистого залежно від сорту, т/га

Сорт	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє значення за 2019–2021 рр., т/га	± до контролю
Індау посівний					
Знахар (*к)	18,0	17,0	17,9	17,6	0
Барвінковий	15,7	15,9	14,0	15,2	-2,4
Спаркл	16,8	18,4	19,0	18,1	+2,9
НІР05	0,5	0,4	0,3		
Дворядник тонколистий					
Тріція (*к)	17,0	17,3	15,3	16,5	0
Летіція	16,9	15,6	15,1	15,9	-0,6
Пруденція	17,9	16,9	17,7	17,5	+1,6
Синоп	16,2	16,8	15,6	16,2	-1,3
Темісто	18,0	18,2	17,1	17,8	+1,6
НІР05	0,3	0,2	0,2		

Примітка: (К)* – контроль

Урожайність сортів дворядника тонколистого також різнилась залежно від сорту. Так, по роках досліджень сорти Пруденція та Теміос мали показники, істотно вищі від контрольного сорту Тріція. У середньому за роки досліджень така перевага становила 1,0 та 1,3 т/га відповідно. Контрольний сорт Тріція забезпечив урожайність на рівні 16,5 т/га, що було середнім показником, адже Летіція та Синоп забезпечили урожайність відповідно на 0,6 та 0,3 т/га нижчу від контролю.

Аналізуючи хімічний склад товарної продукції індау посівного та дворядника тонколистого, ми виявили значний вплив досліджуваного сортименту на низку показників, таких як відсоток сухої розчинної речовини, вміст нітратів та вміст вітаміну С у листках (табл. 3). Проте за вмістом хлорофілу відхилення між сортами було незначним.

Таблиця 3. Хімічні показники товарної зелені сортів індау посівного і дворядника тонколистого залежно від сорту (2019–2021 рр.)

Сорт	Уміст				
	сухої розчинної речовини, %	хлорофілу, (а+в), мл/л	нітратів, мг/кг	цукрів, %	вітаміну С, мг/100 г
	Індау посівний				
Знахар (*к)	13,3	0,44	85	2,0	123,4
Барвінковий	14,0	0,44	85	2,2	138,4
Спаркл	12,1	0,43	95	2,2	127,6
	Дворядник тонколистий				
Тріція (*к)	14,4	0,45	85	2,4	125,2
Летіція	15,5	0,44	90	2,5	128,4
Пруденція	13,7	0,43	75	2,2	143,5
Синоп	14,0	0,44	75	2,1	132,6
Темісто	11,0	0,42	80	1,9	144,1

Примітка: (К)* – контроль

В індау посівного вищий вміст вітаміну С відмічено у сорту Барвінковий – 138,4 мг/100 г. Водночас сорт Спаркл показав показник близький до контрольного сорту – 127,6 та 123,4мг/100 г відповідно. Усі досліджувані сорти дворядника тонколистого мали показники, вищі за контрольний сорт Тріція – 125,2 мг/100 г з найвищими параметрами даного показника у сортів Пруденція та Темісто – 143,5 та 144,1 мг/100 г відповідно. Сорти Летфція та Синоп показали посередні показники щодо вмісту вітаміну С – 128,4 та 132,6 мг/100 г відповідно.

У період проведення досліджень в індау посівного відмічено певне перевищення вмісту сухої розчинної речовини в листках сорту Барвінковий – 14,0%. Водночас сорт Спаркл показав лише 12,1%, що було нижче контрольного сорту на 1,3%. У сортів дворядника тонколистого найвищий вміст сухої розчинної речовини забезпечив сорт Летіція – 15,5%. Водночас контрольний сорт Тріція забезпечив дещо нижчий показник – 14,4%. Решта досліджуваних сортів мала показник нижче контролю – 14,0–11,0%.

Уміст хлорофілу майже не різнився з-поміж досліджуваних сортів індау посівного і становив 0,43–0,44 мл/л. Вищим показник був у сортів Барвінковий та Знахар. Подібну ситуацію ми маємо у дворядника тонколистого. Так, у досліджуваних сортів показник варіював у діапазоні 0,42–0,45 мл/л з найвищим значенням у контрольного сорту Тріція – 0,45 мл/л та найнижчим у досліджуваного сорту Темісто – 0, 42 мл/л.

Вміст цукрів в сортів індау посівного знаходився в діапазоні від 2,0 до 2,2% з найнижчим показником у контролю – 2,0%. У дворядника тонколистого даний показник варіював у межах від 1,9 до 2,5% з найнижчим значенням у сорту Темісто та найвищим у сорту Летіція.

Отже, кращий хімічний склад товарної продукції в індау посівного спостерігався у сорту Барвінковий, а у дворядника тонколистого у сортів Летіція, Пруденція та Синоп.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що у Південному Степу України вибраний сорт впливає на з'явлення сходів і, змінюючи тривалість вегетації рослин, значно впливає на врожайність і якість як в індау посівного, так і у дворядника тонколистого. В індау посівного найвищу урожайність отримано за вирощування сорту Спаркл, проте оптимальний вміст хімічних показників забезпечив сорт Барвінковий. У дворядника тонколистого найвищу урожайність забезпечили сорти Пруденція та Темісто – 17,5 та 17,8 т/га відповідно. Крім того, сорт Пруденція забезпечив отримання відносно високих показників хімічного складу.

Подяки. Автори вдячні співробітникам кафедри овочівництва Уманського національного університету садівництва за співпрацю у проведенні досліджень.

Конфлікт інтересів відсутній.

Список використаних джерел

1. Андрющенко А.В., Кривицький К.М. Випробування сортів в Україні: минуле і сучасне. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2005. № 2. С. 156–168.
2. Бахмат М.І., Ткач О.В. Вплив строку сівби і глибини загортання насіння на польову схожість та врожайність цикорію коренеплідного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. Вип. 2. С. 39–42. URL: https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-2-39-42.
3. Гіль Л.С. Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Київ : Нова Книга, 2008. 265 с.
4. Системи технологій в рослинництві / Г.М. Господаренко, В.О. Єщенко, С.П. Полторецький, О.І. Улянич та ін. Умань : СПД «Сочінський», 2008. 368 с.
5. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Калієвський М.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : ФОП «Рогальська О.І.», 2018. 208 с.
6. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. Київ : Дія, 2005. 288 с.
7. Особливості технології вирощування нетрадиційних овочевих культур / С.І. Корнієнко, В.В. Хареба, О.В. Хареба, О.В. Позняк. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 133 с.
8. Довідник овочівника Степу України / Г.І. Латюк, Попова Л.М., Тихонов П.С. та ін. Одеса : ВМВ, 2010. 472 с.
9. Нечитайло В.А., Баданіна В.А., Грищенко В.В. Культурні рослини України. Київ : Фітосоціоцентр. 2005. 351 с.
10. Вплив комплексу системи обробітку ґрунту на особливості проростання і показники харчової цінності цикорію / О.В. Ткач, О.В. Овчарук, В.І. Овчарук, Л.В. Ткач, О.В. Аморциту. *Подільський вісник. Серія «Сільське господарство, техніка, економіка».* 2023. № 1 (38). С. 64–69. URL: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.9.
11. Ткач О.В. Особливості формування маси коренеплодів цикорію залежно від мінерального живлення. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2019. Вип. 27. С. 77–83. URL: http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/77-83_0.pdf.
12. Улянич О.І., Воєвода Л.І. Адаптивна видатність сортів салату цифрового вітру в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2018. Вип. 93. Ч. 1. С. 118–126. URL: https://doi.org/10.31395/2415-8240-2018-93-1-118-126.
13. Ahmed F.F., Ghareeb O.A., Al-Bayti A.A.H. Nephro Defensive Efficiency of Cichorium Intybus Against Toxicity Caused by Copper Oxide Nanoparticles. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*. 2022. № 16 (03). P. 542–552. URL: https://doi.org/10.53350/pjmhs22163542.
14. Chornyi V., Kushniruk V., Georgiyants V. Design and implementation of green chemistry approaches into pharmaceutical analysis of benzydamine dosage formes. *ScienceRise: Pharmaceutical Science.* 2019. № 5 (21). P. 12–17. URL: https://doi.org/10.15587/2519-4852.2019.182024.
15. Panwar M., Keerti D.R. Traditional Uses of Cichorium Intybus and its Medicinal Importance for Health. *Article Sidebar. Main Article Content*. 2023. Vol. 11. P. 24–35. URL: https://www.jclmm.com/index.php/journal/article/view/1204/889.

Ulianych O. I.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Corresponding Member of the National Academy of Sciences,
Uman National University of Horticultur
Uman, Ukraine
E-mail: *olena.ivanivna@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1687-834X*

Shevchuk K. M.
PhD,
Doctoral Student at the Department of Vegetable Growing,
Uman National University of Horticultur
Uman, Ukraine
E-mail: *k.shevchuk@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-3370-6021*

STUDY OF ADAPTIVE CAPABILITIES OF ARUGULA (ERUCA SATIVA MILL.) AND WILD ROCKET (DIPLOTAXIS TENUIFOLIA (L.) DC.) IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

Abstract

The article is devoted to topic of adaptability of varieties and improvement of the technology of cultivation of arugula and wild rocket in the Southern Steppe of Ukraine. The research was supposed to investigate the existing assortment of arugula and wild rocket, as well as to find out its adaptability to the conditions of the Southern Steppe Ukraine, yield, and quality of products. Conventional research methods were used. The highest attention was paid to biometric indexes of plant growth and yield. Studies have proven that the control variety of arugula Znakhar was characterized by a larger number of leaves – 18 pcs./plant. In addition, the data and indexes have been stable over the years of research. Varieties Barvinkovyi and Sparkle showed lower results and the number of leaves was

16–17 pcs./plant. Among the varieties of wild rocket, the Sinope and Themisto varieties were characterized by the highest leaf index – 18 pcs./plant. In turn, the lowest rate was provided by the Prudenzia variety – 15 pcs./plant. On average, over the years of research, at the time of the formation of the rosette, the highest studied index was in the Barvinkovyi variety – 18,4 cm². At the same time, the control variety Znakhar showed the lowest figure – 17,5 cm². The varieties Leticia and Themisto provided the highest leaf surface both at the beginning of rosette growth – 15,3 and 14,9 cm2, respectively, and in the phase of technical maturity of plants – 85,5 and 87,6 cm², respectively. However, while at the beginning of rosette growth the studied index was higher in the Leticia variety, in the phase of technical maturity it was higher in the Themisto variety. The lowest leaf surface, on average over the years of research, was provided by the studied variety Sinope both at the beginning of rosette growth – 11,8 cm², and at the phase of technical maturity – 66,5 cm². The Sparkle variety had a high yield of 18,1 t/ha, which exceeded the control by 2,9 t/ha. In turn, the Barvinkovyi variety showed the lowest result, which was lower than the control by 2,4 t/ha. Among the studied assortment of wild rocket, the Prudenzia and Themisto varieties stood out, which prevailed over the control by 1,0 and 1,3 t/ha, respectively. In turn, Leticia and Sinope varieties lagged the control variety Tricia by 0,6 and 0,3 t/ha, respectively. It has been proved that the optimal varieties for the conditions of the South of Ukraine are the Sparkle variety among the varieties of arugula, and the varieties Themisto and Prudenzia in the wild rocket.

Key words: *arugula (Eruca sativa Mill.), wild rocket (Diplotaxis tenuifolia L. DC.), variety, leaves surface, productivity.*

References

1. Andriushchenko, A.V., & Kryvytskyi, K.M. (2005). *Vyprobuvannia sortiv v Ukraini: mynule i suchasne. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn [Variety testing in Ukraine: past and present]*. K, Alefa, 2, 156–168 [in Ukrainian].

2. Bakhmat, M. I., & Tkach, O.V. (2019). Vplyv stroku sivby i hlybyny zahortannia nasinnia na polovu skhozhist ta vrozhainist tsykoriiu koreneplidnoho [Influence of sowing time and seed depth on field germination and yield of chicory root]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 2, 39–42 https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-2-39-42 [in Ukrainian].

3. Hil, L.S., Pashkovskyi, A.I., & Sulima, L.T. (2008). *Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho hruntu [Modern technologies of vegetable growing in closed and open ground]*. K.: Nova Knyha, 265 [in Ukrainian].

4. Hospodarenko, H.M., Yeshchenko, V.O., Poltoretskyi, S.P., & Ulianych, O.I. et al. (2008). *Systemy tekhnolohii v roslynnytstvi [Technology systems in crop cultivation]*. Uman: SPD Sochinskyi, 368 [in Ukrainian].

5. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., & Kaliievskyi, M.V. et al (2018). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]*. Vinnytsia, FOP Rohalska O. I., 208 [in Ukrainian].

6. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk [Fundamentals of scientific research in agronomy: a textbook]*. K, Diia, 288 [in Ukrainian].

7. Korniienko, S.I., Khareba, V.V., Khareba, O.V., & Pozniak, O.V. (2015). *Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia netradytsiinykh ovochevykh kultur [Features of the technology non-traditional vegetable crops growing]*. Vinnytsia, Nilan-LTD, 133 [in Ukrainian].

8. Latiuk, H.I., Popova, L.M., & Tykhonov, P.S. et al. (2010). *Dovidnyk ovochivnyka Stepu Ukrainy [Vegetable grower's handbook of the Steppe of Ukraine]*. Odesa, VMV, 472 [in Ukrainian].

9. Nechytailo, V.A., Badanina V.A., & Hryshchenko, V.V. (2005*). Kulturni roslyny Ukrainy [Cultivated plants of Ukraine]*. Kyiv.: Fitosotsiotsentr, 351 [in Ukrainian].

10. Tkach, O.V., Ovcharuk, O.V., Ovcharuk, V.I., Tkach, L.V., & Amortsytu, O.V. (2023). Vplyv kompleksu systemy obrobitku gruntu na osoblyvosti prorostannia i pokaznyky kharchovoi tsinnosti tsykoriiu [The influence of the tillage system complex on the germination characteristics and indexes of the nutritional value of chicory]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika,* 1(38), 64–69 https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.9 [in Ukrainian].

11. Tkach, O.V. (2019). Osoblyvosti formuvannia masy koreneplodiv tsykoriiu zalezhno vid mineralnoho zhyvlennia [Features of the formation of the mass of chicory root crops depending on mineral nutrition]. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv,* 27, 77–83. Retrieved from: http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/77-83_0.pdf [in Ukrainian].

12. Ulianych, O.I., & Voievoda, L.I. (2018). Adaptyvna vydatnist sortiv salatu tsyfrovoho vitru v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Adaptive prominence of digital wind lettuce varieties in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 93(1), 118–126. K, Osnova. https://doi.org/10.31395/2415-8240-2018-93-1-118-126 [in Ukrainian].

13. Ahmed, F.F., Ghareeb, O.A., & Al-Bayti, A. A.H. (2022). Nephro Defensive Efficiency of Cichorium Intybus Against Toxicity Caused by Copper Oxide Nanoparticles. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 16(03), 542–552. https://doi.org/10.53350/pjmhs22163542 [in English].

14. Chornyi, V., Kushniruk, V., & Georgiyants, V. (2019). Design and implementation of green chemistry approaches into pharmaceutical analysis of benzydamine dosage formes. *Scientific Journal "ScienceRise:* Pharmaceutical Science" 5(21), 12–17. https://doi.org/10.15587/2519-4852.2019.182024 [in English].

15. Panwar, M., Keerti, & Divya Rawat. (2023). Traditional Uses of Cichorium Intybus and its Medicinal Importance for Health. Article Sidebar. Main Article Content, 11(2), 24–35. Retrieved from: https://www.jclmm.com/index.php/journal/article/view/1204/889 [in English].

УДК 332.54:332.33:332.3

Ясінецька І. А.
доктор економічних наук,
професор кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *kinash.irina@meta.ua*
ORCID: *0000-0002-2996-4394*

Кушнірук Т. М.
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *kuschniruk81@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-3983-6070*

Гриб В. В.
аспірант факультету агротехнологій і природокористування,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ ТА ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯМ

Анотація

Економічні перетворення в Україні значною мірою зумовили важливість і значення управління земельними ресурсами та землекористуванням. Це пов'язано з тим, що земля, крім її традиційних властивостей (засіб виробництва, територіальний базис, природне тіло тощо), стала об'єктом правовідносин та нерухомості. Вивчення та розроблення заходів щодо вдосконалення системи управління земельними ресурсами як економічної функції права власності на землю в різних соціально-економічних суспільствах є надзвичайно важливим завданням, оскільки вони відіграють чи не найголовнішу роль у системі економічних відносин.

Система заходів щодо врахування екологічного чинника в земельній політиці включає три групи методів та інструментів формування і регулювання екологічного землекористування, а саме: збереження цінних територій методами землевпорядного та містобудівного формування обмежень і регламентів у використанні земель та інших природних ресурсів, а також регулювання землекористування; упровадження методів економічного впливу на землекористувачів, які порушують встановлені обмеження та режими використання території, а також природоохоронне і земельне законодавство; установлення земельних та екологічних платежів, адекватних природній цінності території та ступеню шкідливого впливу землекористувачів на земельні й інші природні ресурси.

Економічна сутність управління земельними ресурсами в умовах реформування економіки аграрного землекористування полягає в обґрунтуванні заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання землі як економічного ресурсу, що реалізується в міру здійснення земельної політики держави. З безлічі напрямів виділено такі: розподіл земель за видами і формами прав власності, а також стійкості землекористування як об'єкта господарювання та природокористування; розподіл земель за цільовим призначенням і дозволеним використанням; установлення відповідних режимів використання земель; формування екологобезпечної та економічно ефективної структури землекористування.

У статті наведено результати досліджень основних напрямів удосконалення управління земельними ресурсами та землекористуванням. Відзначено, що нині відбувається реформування економіки аграрного землекористування, що полягає в обґрунтуванні заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання землі як економічного ресурсу, що реалізується в міру здійснення земельної політики держави.

Ключові слова: *земля, земельні ресурси, землекористування, економічна функція, власність на землю, державне управління.*

Вступ. Управління у сфері використання земель, з одного боку, логічно відповідає загальним підходам до управління земельними ресурсами, а з іншого, – має низку специфічних особливостей. Воно пов'язане з можливими негативними чинниками розвитку земельного ринку, повсякденної господарської діяльності й перебігу процесів природного характеру, тому необхідно створити умови для більш ефективного господарювання та якнайшвидшої адаптації власників землі та землекористувачів до якісно нових економічних умов, а також мінімізувати негативні процеси, що погіршують можливості використання земель. При цьому державне управління в галузі

© Ясінецька І. А., Кушнірук Т. М., Гриб В. В., 2023 **DOI:** https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.13

використання та охорони земель не повинне обмежуватися сферою виробництва. Важливим акцентом земельних перетворень в Україні є екологізація землекористування та система плати за землю.

Земельні ресурси – найважливіша частина світового багатства й будь-якої держави. Земля існує вічно, вона передається від покоління до покоління. Від якості земельних ресурсів, особливо родючості сільськогосподарських земель, значною мірою залежить задоволення потреб людей у продуктах харчування, житлі, відпочинку. Наприклад, зниження родючості у результаті нераціонального використання земель призводить до зменшення рівня виробництва сільськогосподарської продукції. Виведення з обігу цих земель означає, що ніколи в майбутньому вони вже не зможуть використовуватися для виробництва сільськогосподарської продукції. Зараження земель хімічними та радіоактивними речовинами унеможливлює їх використання для будь-яких цілей, тому суспільство повинне здійснювати заходи щодо охорони земель, збереження їх для нинішніх і майбутніх поколінь [1].

Землекористування пов'язане з побічними ефектами – негативними й позитивними. Спорудження житлового будинку на земельній ділянці може призвести до того, що сусідня ділянка виявиться затіненою, що вплине на можливості її використання. Інтенсивне застосування в сільському господарстві хімічних добрив, пестицидів спричиняє забруднення підземних вод, погіршення ґрунтів, загибель риби тощо. Через вирубку лісів для виробництва деревини й відповідної продукції зникають не лише ліси, а тварини. Усе це призводить до погіршення умов життя людей. Суспільство повинне встановлювати такі правила землекористування, які спрямовані на усунення дії негативних факторів.

Власники землі одержують дохід, що створюється при використанні земельних ресурсів, тобто земельну ренту. Приватні власники земель акумулюють значні доходи, створюючи основу для значної нерівності в суспільстві. З огляду на це одним з важливих завдань суспільства є перерозподіл доходів, пов'язаних із земельною власністю [2].

Земельні ресурси необхідні для розміщення виробництва, будівництва житла, задоволення інших потреб людей. Суспільство не може допустити того, щоб вона повністю перебувала у приватній власності й окремі люди повністю визначали можливість доступу до земельних ресурсів усіх інших громадян. Суспільство повинно обмежувати права приватних власників для того, щоб створювати можливість для розвитку держави й окремих громадян.

Земельні ресурси, права на землю мають важливе соціальне й політичне значення. Для людей завжди було й буде важливо володіти землею, мати доступ до неї та гарантії прав на неї. Забезпечення гарантій прав власності, створення соціально справедливої системи розподілу земельних ресурсів – важливе завдання будь-якої сучасної держави, тому що це є базою соціальної й політичної стабільності.

Метою статті є обґрунтування теоретичних і методологічних положень щодо дослідження формування цілісної системи управління земельними ресурсами як економічної функції власності на землю їх власником – державою – та управління землекористуванням, насамперед сільськогосподарським, власниками земельних часток (паїв) та суб'єктами господарювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними цілями вдосконалення державного управління земельними ресурсами та землекористуванням як економічною функцією права власності на землю є такі: охорона й поліпшення земельних ресурсів; охорона навколишнього середовища й формування сприятливих умов для життя людей; створення системи розподілу земель на користь найбільш ефективних варіантів використання з урахуванням не тільки індивідуальних витрат і вигод, але й суспільних; формування системи гарантування прав на землю; перерозподіл доходів від використання земельних ресурсів.

Відповідно до визначених цілей формуються найважливіші напрями державного регулювання (адміністрування), а саме:

– контроль за використанням і розпорядженням земельними ресурсами;
– оподатковування земельних ресурсів;
– використання й розпорядження земельними ресурсами, що перебувають у державній і комунальній власності;
– відчуження земель у приватних власників для використання в суспільних цілях [3].

Контроль за використанням земельних ресурсів здійснюється за допомогою різних інструментів, зокрема установлення правил і норм щодо різних категорій земель та їх видів і контролю їх дотримання. До таких правил належать природоохоронні, санітарні, агротехнічні, містобудівні тощо.

Важливим інструментом адміністрування (регулювання) використання земель є їх зонування за категоріями і типами землекористування або планування розвитку землекористування територій. Зонування визначає дозволені або заборонені в межах зони способи використання земель.

Для здійснення контролю за розпорядженням землями використовується багато інструментів. Ведення земельного кадастру, реєстрація угод із земельними ділянками й іншою нерухомістю спрямовані на здійснення контролю за виконанням угод і забезпеченням прав власників і користувачів земель. Регулювання орендних відносин за допомогою встановлення граничних або мінімальних строків оренди й орендних ставок, складу учасників ринків земель (заборони тим або іншим особам здобувати землі чи стимулювання певних покупців), установлення спеціальних правил здійснення угод із придбання земель – усе це можна віднести до інструментів

регулювання розпорядження земельними ділянками. Набір інструментів, застосовуваних у реальній практиці земельного адміністрування (регулювання), дуже великий.

Оподатковування земельних ресурсів є важливим напрямом й інструментом державного регулювання загалом і земельного зокрема. За допомогою системи оподатковування вирішуються завдання перерозподілу доходів від використання земельних ресурсів, стимулювання перерозподілу останніх [4].

Крім того, держави є власниками значної частини земельних ресурсів. Розпорядження ними, їхнє використання є важливою частиною управління земельними ресурсами та землекористуванням і може розглядатися як один з інструментів втручання держави. Відомі приклади участі держави на ринку землі з метою впливу на ціни земельного ринку. Найчастіше держава є власником земельних ресурсів, які необхідні для суспільних цілей, або тих, у придбанні яких не зацікавлені приватні власники.

Для досягнення різних цілей земельної політики, зокрема розподілу земельних ресурсів на користь найбільш ефективних з погляду суспільства варіантів використання земель, держава вилучає (у ринковій економіці, як правило, за плату) землі у приватних власників для суспільних цілей. Форми управління земельними ресурсами та землекористуванням є різними. Держава відіграє роль регулятора земельних відносин і ринку землі, є безпосереднім учасником земельних відносин як власник земель, продавець і покупець на земельному ринку. Систему методів та інструментів урахування екологічного чинника в земельній політиці умовно можна поділити на три групи:

а) збереження цінних територій методами землевпорядного та містобудівного регулювання, формування обмежень і регламентів у використанні земель та інших природних ресурсів, а також регулювання землекористування;

б) упровадження методів економічного впливу на землекористувачів, які порушують встановлені обмеження та режими використання території, а також природоохоронне і земельне законодавство;

в) встановлення земельних та екологічних платежів, адекватних природній цінності території та ступеню шкідливого впливу землекористувачів на земельні та інші природні ресурси [5].

До *першої групи* належить ухвалення нормативних актів та розроблення проєктів організації території національних природних парків, спрямованих на фізичне збереження цінних природних об'єктів і територій та недопущення їх нецільового використання. Цей напрям в Україні набув початкового розвитку, але недостатньо задіяний у сфері створення та реалізації еколого-земельних чи містобудівних концепцій розвитку територій.

Другий і третій напрями комплексу методів та інструментів, спрямованих на врахування екологічного чинника в земельній політиці, перебувають тільки на початковій стадії формування. У їх основі лежить ідея введення інструментів економічного впливу на землекористувачів, які порушують встановлені обмеження землекористування та режими використання території, а також природоохоронне і земельне законодавство. Тут можливі кілька напрямів дій. Перший – це включення екологічних вимог та обмежень у використанні земель та діяльності землекористувачів до реєстру обмежень і обтяжень при державній реєстрації правоустановчих документів, а також договорів оренди земельних ділянок. Він тісно пов'язаний із введенням екологічних паспортів земельних ділянок, розробкою системи екологічних вимог та обмежень і встановленням розміру штрафних санкцій та пені за їх порушення або невиконання. Реалізація цього напряму в сучасних умовах можлива також через формування і затвердження екологічних вимог до використання земельних ділянок, зафіксованих у регламентах проєктів землеустрою та правилах землекористування і забудови. Другий напрям – це введення вимог щодо компенсації минулого екологічного збитку при зміні прав власності на будь-які земельні ділянки. Він пов'язаний з розвитком як власне концепції минулого екологічного збитку, так і систем страхування відповідальності за подібні ризики та екологічного аудиту, а також методів економічної оцінки збитків і втрат різних суб'єктів земельних відносин. Третій напрям передбачає диференціацію земельного податку та орендної плати за землю залежно від місця розташування і ступеня негативного впливу на земельні ресурси й навколишнє середовище, а також введення спеціальних платежів, спрямованих на компенсацію екологічної шкоди, заподіяної ґрунтам і землям. Його реалізація може відбуватися через збільшення розміру земельних платежів для «шкідливих» землекористувачів і зниження для мешканців та організацій, що сприяють оздоровленню природного середовища. Для реалізації цього напряму необхідно:

– включати до земельного податку й орендної плати за землю величину відповідних збитків, заподіяних конкретними землекористувачами, наприклад за неотримання доходу від установлених санітарно-захисних зон промислових підприємств;

– стягувати штрафи за порушення природоохоронних вимог та землевпорядних і містобудівних регламентів, зафіксованих обмеженнями та обтяженнями у правоустановчих документах чи договорах оренди землі;

– стягувати плату за дозволене зняття родючого шару ґрунту під час будівельних і гірничих робіт [6].

Методи розрахунку земельних платежів недостатньо обґрунтовані, багато в чому не відповідають економічним реаліям сучасного рівня розвитку суспільства. Система плати за землю має чисто фіскальний характер і не стимулює ефективне використання сільськогосподарських земель. Не існує пільг для сільськогосподарських товаровиробників, що раціонально використовують земельні ресурси.

Актуальність поглиблення знань, удосконалення теоретичних і методичних питань створення економічного механізму управління землекористуванням, особливо сільськогосподарським, зумовлена сучасними

економічними завданнями держави й переходом землекористування на якісно новий рівень у зв'язку з формуванням ринку землі й розвитком земельних відносин ринкового типу [7].

Державне управління земельними ресурсами та землекористуванням як економічна функція права власності на землю держави здійснюється на всіх рівнях влади – державному й муніципальному. Як правило, у всіх країнах існує національне, регіональне й місцеве адміністрування (регулювання) земельних відносин та землекористування. Важливу роль в управлінні землекористуванням як економічною функцією права власності на землю держави має місцеве регулювання. Усі особливості місцевих умов, специфіка землекористування повинні враховуватися на загальнодержавному рівні.

Конкретні набори цілей, завдань, напрямів й інструментів земельної політики відмінні в різних країнах, для різних типів земель, у різні періоди економічного й соціального розвитку.

Найважливішим інструментом державного управління земельними ресурсами та землекористуванням як економічною функцією права власності на землю держави є зонування земель або територій. Зонування земель за їх категоріями і типами землекористування визначає наявні й майбутні варіанти їх дозволеного використання. Зонування сільських територій спрямоване на захист земель від міської експансії, а також охорону навколишнього природного середовища. У багатьох країнах не дозволяється нецільове використання сільськогосподарських земель. Держава також регулює земельні відносини за допомогою встановлення правил, здійснення угод, земельного планування й інших методів. Крім цього, в розвинених країнах держава здійснює пряме втручання на ринках землі, у багатьох із них існують спеціальні організації, які мають право купувати й продавати фермерські землі, надавати пільги при продажі цих земель. Цілями такого втручання є запобігання перерозподілу земель на користь несільськогосподарських варіантів використання, продаж земель фермерам, котрі самостійно не можуть придбати землі, вплив на ціни сільськогосподарських земель [8].

Управління землекористуванням в умовах земельної реформи становить систему взаємозалежних економічних, правових, організаційних, політичних й інших заходів, за допомогою яких держава впливає на інтереси різних учасників земельних відносин з метою організації раціонального використання та охорони земельних ресурсів.

Економічна сутність управління земельними ресурсами в умовах реформування економіки аграрного землекористування, на нашу думку, полягає в обґрунтуванні заходів щодо підвищення ефективності використання землі як економічного ресурсу, які реалізуються в міру здійснення земельної політики держави. З безлічі напрямів реформування земельних відносин та системи землекористування можна виділити такі [9]:

1) розподіл земель за видами та формами прав власності, а також стійкості землекористування як об'єкта господарювання та природокористування;

2) розподіл земель за цільовим призначенням і дозволеним використанням;

3) установлення відповідних режимів використання земель, формування екологічно безпечної та економічно ефективної структури землекористування.

Стратегічною метою державної політики у сфері управління земельними ресурсами, реформування й регулювання правовідносин на землю як невід'ємної частини державної соціально-економічної політики є забезпечення умов для ефективного використання землі й розвитку ринку – однієї із ключових умов стійкого економічного розвитку України й підвищення добробуту її громадян. Наявна система управління земельними ресурсами має більш виражений адміністративний, контрольний характер [10]. Її функціонування здійснюється переважно через розподіл виконавчої влади «по вертикалі», що ще не завершено. «Горизонтальне» вдосконалення земельного законодавства та реалізація повноважень у галузі використання й охорони земель здійснюється в трьох напрямах відповідно до складу земельних і екологічних норм: власне екологічне або природоохоронне законодавство; природоресурсне законодавство, у тому числі земельне; інші галузі законодавства, що регулюють відносини, які виникають у процесі використання й охорони земель (цивільна, адміністративна, фінансова тощо).

У сучасних умовах залучення землі у сферу товарного обігу стає очевидною необхідністю для упровадження більш ефективного механізму управління, заснованого на економічних методах впливу. У зв'язку із викладеним пропонується концептуальний перехід до регулювання раціонального землекористування на основі економічних механізмів відповідно до регіональних умов. Його основою є механізм економічного регулювання земельних відносин за допомогою заходів матеріального впливу на землевласників і землекористувачів, спрямованих на реалізацію пріоритетних напрямів земельної політики.

До основних елементів економічного механізму належать такі: установлення диференційованих земельних платежів; економічне стимулювання раціонального землеволодіння й землекористування, застосування економічних санкцій за безгосподарне ставлення до землі, зниження ґрунтової родючості; економічний захист від вилучення земель сільськогосподарського призначення для інших потреб (промисловості, транспорту тощо); кредитно-фінансова й інвестиційна політика держави.

Слід зазначити, що наразі диференціація плати за землю належним чином не відображає розбіжності щодо місця розташування й родючості земельних ділянок у межах однієї території ради, а інколи й району, а також внесок землевласників у поліпшення використання землі. Безкоштовність, яка раніше існувала в землекористуванні, негативно позначилася на якості землі й була однією з причин погіршення стану й ефективності її використання.

З метою економічного стимулювання раціонального використання земель власники та користувачі повинні на певний час звільнятися від плати за землю, одержувати пільги по сплаті земельного податку. Держава або місцеві органи влади можуть виділяти асигнування за рахунок коштів, що надходять при відшкодуванні втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництв, для відновлення або рекультивації земель, грошові компенсації при тимчасовій їхній консервації, установлювати підвищені ціни на екологічно чисту продукцію, заохочувати власників за поліпшення якості земель, підвищення родючості ґрунтів, продуктивності земель лісового фонду. Найважливішим регулятором збільшення ефективності використання землі в сільському господарстві повинна стати науково обґрунтована система диференціації оподаткування земель, здатна компенсувати як державі, так і землекористувачам усі витрати, пов'язані з її використанням [10].

Чинним законодавством установлений загальний порядок диференціації податкових ставок залежно від категорій земель і (або) дозволеного використання земельної ділянки. Така схема, на нашу думку, нічим не обґрунтована: вона не пов'язана з результатами економічної діяльності сільськогосподарських товаровиробників і не стимулює останніх до ефективного використання землі. Розміри земельного податку повинні пов'язуватися із продуктивним потенціалом земельної ділянки. Підсумкові показники базової нормативної грошової оцінки поряд із природними факторами мають ураховувати територіальні умови землекористування, ступінь забруднення земель, обсяг правомочностей власника чи користувача земельної ділянки, результати економічної діяльності сільськогосподарських товаровиробників.

Висновки. Таким чином, концепція регулювання раціонального землекористування передбачає ефективне використання економічних механізмів, котрі повинні включати методи економічного стимулювання раціонального землеволодіння й землекористування, економічні санкції за безгосподарне ставлення до землі, зниження ґрунтової родючості, а також економічні гарантії у вигляді фінансування землевпорядних робіт і компенсаційних платежів. Вони повинні бути пристосовані до регіональних умов, зокрема здійснення диференціації земельних платежів залежно від придатності земель, місця розташування, виду використання й складу угідь, обсягу правомочностей їх власників чи користувачів, урахування факторів і тенденцій, що впливають на процеси ціноутворення землі й формування регіонального земельного ринку.

Найважливішим методом підвищення ефективності сільськогосподарського землекористування є впорядкування платежів за землю у вигляді податку, орендної плати й компенсаційних платежів. Основним фактором цього є диференціація платежів не тільки на основі загальнопоширених особливостей якості й місця розташування земельної ділянки, але й з урахуванням регіональних умов і специфіки землекористування. Зокрема, має розглядатися зонування земель за придатністю, місцем розташування земельної ділянки, заходами щодо ліквідації забруднення земель, збереження й підвищення родючості ґрунтів, обсягом правомочностей власників та користувачів земельної ділянки, результатами економічної діяльності сільськогосподарських товаровиробників. Розроблений механізм диференціації земельного податку на основі комплексу показників стане регулятором попиту та пропозиції на землі різної якості, а головне, створить певні умови землекористувачам.

Список використаних джерел

1. Гуцуляк Ю.Г. Управління земельними ресурсами в умовах ринкової економіки. Чернівці : Прут, 2002. 124 с.

2. Добряк Д.С., Бабміндра Д.І. Еколого-економічні засади реформування землекористування в ринкових умовах. Київ : Урожай, 2006. 336 с.

3. Дорош О.С. Стимулювання раціонального землекористування як економічний механізм поліпшення екологічного стану земельних ресурсів. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 11. С. 59–61.

4. Дорош О.С., Грінь Д.С. Теоретико-методологічні засади територіального планування землекористування : монографія. Харків : 2012. 434 с.

5. Другак В.М., Третяк Н.А. Методологічні засади формування екології землекористування в системі суспільних інтересів. *Екологічні науки*. 2013. № 3. С. 61–68.

6. Про державний земельний кадастр : Закон України від 7 липня 2011 року № 3613-VI / Верховна Рада України. *Відомості Верховної Ради України.* 2012. № 8. Ст. 61.

7. Kushniruk T., Shkuratov O., Khokhuliak O. The role of land resources in the financial provision of rural areas of Ukraine. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development"*. 2022. Vol. 22. Issue 3. P. 643–649.

8. Кушнірук Т.М., Ясінецька І.А., Додурич В.В. Засади Інноваційного Сільськогосподарського землекористування. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки».* 2022. Вип. 128. С. 77–82.

9. Третяк А.М., Третяк Н.А. Інституціональне забезпечення обороту земельних ділянок сільськогосподарського призначення та прав на них у контексті формування нормативної правової бази. *Землевпорядний вісник.* 2010. № 10. С. 12–19.

10. Третяк А.М., Курильців Р.М, Третяк Н.А. Концептуальні засади розвитку в Україні сучасної багатофункціональної системи управління земельними ресурсами. *Землевпорядний вісник.* 2013. № 9. С. 25–28.

Yasinetska I. A.
Doctor of Economy,
Professor at the Department of Horticulture, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *kinash.irina@meta.ua*
ORCID: *0000-0002-2996-4394*

Kushniruk T. M.
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Horticulture, Geodesy and Land Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *kuschniruk81@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-3983-6070*

Grub V. V.
Postgraduate Student at the Faculty of Agricultural Technologies and Nature Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine

MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE MANAGEMENT OF LAND RESOURCES AND LAND USE

Abstract

Economic transformations in Ukraine largely determined the importance and meaning of land resources management and land use.

This is due to the fact that land, in addition to its traditional properties (means of production, territorial base, natural body, etc.), has become an object of legal relations and real estate. Studying and developing measures to improve the land management system as an economic function of land ownership in various socio-economic societies is an extremely important task, as they play almost the most important role in the system of economic relations.

The system of measures to take into account the environmental factor in land policy includes three groups of methods and tools for the formation and regulation of ecological land use: preservation of valuable territories by methods of land management and urban planning, formation of restrictions and regulations in the use of land and other natural resources, as well as regulation of land use; implementation of methods of economic influence on land users, which violate established restrictions and regimes of territory use, as well as nature protection and land legislation; establishment of land and environmental payments adequate to the natural value of the territory and the degree of harmful influence of land users on land and other natural resources.

The economic essence of land resource management in the conditions of reforming the economy of agrarian land use consists in substantiating measures aimed at increasing the efficiency of land use as an economic resource, which is implemented as the state's land policy is implemented. The following are highlighted from many areas: distribution of land by types and forms of property rights, as well as sustainability of land use as an object of management and nature management; distribution of land according to intended purpose and permitted use; establishment of appropriate land use regimes; formation of an environmentally safe and economically efficient structure of land use.

The article presents the results of research into the main directions of improving land resources management and land use. It is noted that it is in the conditions of reforming the economy of agrarian land use, which consists in the justification of measures aimed at increasing the efficiency of the use of land as an economic resource, which is implemented in the course of the implementation of the land policy of the state.

Key words: *land, land resources, land use, economic function, land ownership, state administration.*

References

1. Guculjak, Ju.G. (2002). *Upravlinnja zemel'nymy resursamy v umovah rynkovoi' ekonomiky [Land management in a market economy]*. Chernivci : Prut, 124 [in Ukrainian].

2. Dobrjak D.S., & Babmindra D.I. (2006). *Ekologo-ekonomichni zasady reformuvannja zemlekorystuvannja v rynkovyh umovah [Ecological and economic principles of land use reform in market conditions]*. Kyiv : Urozhaj, 336 [in Ukrainian].

3. Dorosh, O.S. (2006). Stymuljuvannja racional'nogo zemlekorystuvannja jak ekonomichnyj mehanizm polipshennja ekologichnogo stanu zemel'nyh resursiv [Promotion of rational land use as an economic mechanism for improving environmental of land resources]. *Visnyk agrarnoi' nauky – Bulletin of Agricultural Science],* 11, 59–61 [in Ukrainian].

4. Dorosh, O.S., & Grin', D.S. (2012). *Teoretyko-metodologichni zasady terytorial'nogo planuvannja zemlekorystuvannja [Theoretical and methodological principles of territorial land use planning]*: monografija. Harkiv, 434 [in Ukrainian].

5. Drugak, V.M., & Tretjak, N.A. (2013). Metodologichni zasady formuvannja ekologii' zemlekorystuvannja v systemi suspil'nyh interesiv [Methodological principles of formation of ecology of land use in the system of public interests]. *Ekologichni nauky: naukovo-praktychnyj zhurnal – Environmental sciences*, 3, 61–68 [in Ukrainian].

6. Verkhovna Rada Ukraine (2011, July 7, № 3613-VI.). Zakon Ukrainy "Pro derzhavnyj zemel'nyj kadastr" ["On State Land Cadastre"]. *Vidomosti Verkhovnoi' Rady Ukraine – Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy,* 2012, 8, 61 [in Ukrainian].

7. Kushniruk, T., Shkuratov, O., & Khokhuliak, O. (2022). The role of land resources in the financial provision of rural areas of Ukraine/ Scientific Papers: Series Management, *Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22. Issue 3. P. 643–649. [in English]

8. Kushniruk, T.M., Jasinec'ka, I.A, & Dodurych, V.V. (2022). Zasady Innovacijnogo Sil's'kogospodars'kogo zemlekorystuvannja [Principles of Innovative Agricultural Land Use]. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk: Sil's'kogospodars'ki nauky – Taurida Scientific Herald*, 128. 77–82 [in Ukrainian].

9. Tretjak, A.M., & Tretjak, N.A. (2010). Instytucional'ne zabezpechennja oborotu zemel'nyh diljanok sil's'kogospodars'kogo pryznachennja ta prav na nyh u konteksti formuvannja normatyvnoi' pravovoi' bazy [Institutional provision of turnover of agricultural land and rights to them in the context of the formation of the regulatory legal framework]. *Zemlevporjadnyj visnyk – Land Management visnyk,* 10, P. 12–19 [in Ukrainian].

10. Tretjak, A.M., Kuryl'civ, R.M, & Tretjak, N.A. (2013). Konceptual'ni zasady rozvytku v Ukrai'ni suchasnoi' bagatofunkcional'noi' systemy upravlinnja zemel'nymy resursamy [Conceptual principles of the development of a modern multifunctional management system land resources management]. *Zemlevporjadnyj visnyk – Land Management visnyk,* 9, P. 25–28 [in Ukrainian].

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 656.025.6

Доля К. В.
доктор технічних наук,
доцент кафедри автомобілів та транспортної інфраструктури,
Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
Харків, Україна
E-mail: *k.v.dolia@gmail.com*
ORCID:*0000-0002-4693-9158*

Доля О. Є.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних управляючих систем,
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харків, Україна
E-mail: *olena.dolya@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-0364-988X*

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ МАРШРУТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Анотація

У роботі продовжено обстеження побудованої моделі маршрутної мережі пасажирського транспорту. Запропонована у попередніх дослідженнях модель, на відміну від наявних моделей маршрутів пасажирського транспорту, враховує сукупне функціонування маршруту в середовищі маршрутів конкурентів і можливого існування в одному регіоні двох і більше мереж. Параметри функціонування маршруту є важливими при керуванні маршрутом та всією транспортною системою маршрутів пасажирського транспорту. Врахування в моделі системності такого функціонування надає можливість приймати управлінські рішення при врахуванні внутрішніх та зовнішніх факторів впливу на систему та її окремі елементи, у ролі яких можна приймати окремі маршрути. У роботі розкрито частину моделювання роботи автомобільного транспорту. Параметрами для прийняття рішень про керування перевезень прийнято чистий прибуток на маршруті від його функціонування в часі, період окупності проєкту із закупівлі засобів транспорту на даний маршрут, чистий дисконтований дохід та витрати на утримання персоналу з обслуговування даного маршруту. Опираючись на попередні дослідження, ми вважали, що обрані параметри є актуальними для рішення технічних, економічних та соціальних задач при керуванні регіональним транспортом. Проведене моделювання надало змогу встановити моделі окупності проєктів, фінансових потоків тощо. Отримані графічні моделі доводять, що при виявленні певного регіону пасажирських перевезень його можна змоделювати та отримати моделі розвитку певних подій. Графічні моделі, імовірно, мають певні закони розподілу розрахованих параметрів. Вивчення можливостей визначення прямих або непрямих впливів факторів функціонування маршруту на його параметри є перспективним напрямом подальшого дослідження. Взаємопов'язаність технічних та економічних параметрів при функціонуванні маршруту транспорту в системі є прямою або безпосередньою та потребує вивчення й моделювання для прийняття вірних управлінських рішень для отримання соціальних або соціально-економічних результатів.

Ключові слова: *маршрут, система, транспорт, окупність, прибуток, квартал, моделювання.*

Вступ. Транспорт є важливою галуззю розвитку та функціонування певних регіонів. У рамках наукової роботи побудовано модель маршрутної транспортної мережі регіону.

Мета дослідження полягає в отриманні нових знань про функціонування пасажирських маршрутних мереж та удосконалення відомих.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримано результати моделювання параметрів функціонування автомобільної мережі. При моделюванні передбачено зміну вартості засобів транспорту на 50000 умовних одиниць для кожного з розрахунків. Основними показниками роботи транспорту можна вважати чистий

© Доля К. В., Доля О. Є., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.14

прибуток [1–7], чистий дисконтований прибуток [8–15], витрати на заробітну платню персоналу та період окупності [16–20].

У таблиці 1 зведено відомості розрахунків про моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України. Для відображення результатів дослідження в таблицю 1 зведено відомості про маршрути номер 10 та 44. Відомості про результати моделювання інших маршрутів не наведено.

Імовірність окупності на маршруті номер 44 розподілилась на 28 кварталів. Аналіз відповідних даних можна проаналізувати. На цій основі можна побудувати функцію відгуку розподілу імовірності. Отримане рівняння наведене в залежності (1):

$$I_{ki} = -0{,}2641+0{,}0162*x-0{,}0002*x^2, \quad (1)$$

де: I_{ki} – імовірність настання окупності маршруту I виду транспорту $_k$ маршруту $_i$ (у даному випадку маршрут номер 44 автомобільного виду транспорту);

x – квартал.

Таблиця 1. Відомості розрахунків про моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України

№ з/п	Квартал, №	Імовірність окупності, k_i	Середній дохід, у.о.*доб.	Пасажиропотік, Qt пас. кв.
Маршрут № 10				
1	2	3	4	5
1	28	0,0043000	11672608,75	116435
2	27	0,0131300	11672608,75	116435
3	26	0,0282500	11672608,75	116435
4	25	0,0635200	11672608,75	116435
5	24	0,1085600	11672608,75	116435
6	23	0,1661100	11672608,75	116435
7	22	0,2050900	11672608,75	116435
8	21	0,2047200	11672608,75	116435
9	20	0,1349300	11672608,75	116435
10	19	0,0529700	11672608,75	116435
Маршрут № 44				
1	59	0,0007000	15829745,83	259150
2	58	0,0016300	15829745.83	259150
3	57	0.0031000	15829745.83	259150
4	56	0,0026000	15829745,83	259150
5	55	0,0048600	15829745,83	259150
6	54	0,0068300	15829745,83	259150
7	53	0,0051500	15829745,83	259150
8	52	0,0093200	15829745,83	259150
9	51	0,0114900	15829745,83	259150
10	50	0,0192300	15829745,83	259150
11	49	0,0177300	15829745,83	259150
12	48	0,0189800	15829745,83	259150
13	47	0,0325800	15829745,83	259150
14	46	0,0387200	15829745,83	259150
15	45	0,0448400	15829745,83	259150
16	44	0,0506200	15829745,83	259150
17	43	0,0703300	15829745,83	259150
18	42	0,0605900	15829745,83	259150
19	41	0,0748900	15829745,83	259150
20	40	0,0835000	15829745,83	259150
21	39	0,0918600	15829745,83	259150
22	38	0,0703300	15829745,83	259150
23	37	0,0738000	15829745,83	259150
24	36	0,0669500	15829745,83	259150
25	35	0,0512400	15829745,83	259150

Результат аналізу регресії для залежної змінної: R = 0,68656384, R^2 = 0,47136991, скорегований – R^2 = 0,45103798; критерій Фішера – F(1,26) = 23,184; імовірна похибка – p<,00005; стандартна похибка оцінки – 6,0948.

Чистий прибуток автомобільного маршруту номер 10 розраховано й зведено у таблицю 2.

Аналогічні відомості розрахунку чистого прибутку за маршрутом номер 44 автомобільної маршрутної мережі зведено в таблицю 3.

Оцінку фінансових потоків можна провести за дисконтованим фінансовим потоком. У моделюванні використано ставку дисконту у розмірі 10% та ставку виплат за запозиченим капіталом розміром 10%. Ставка податку на прибуток прийнята в моделюванні в розмірі 1%, амортизаційні відрахування – 10%. Тривалість модельованого

Таблиця 2. Грошовий фінансовий потік чистого прибутку на маршруті номер 10 автомобільної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
28	2223401,66	2310070,58	–	6303504,18	6349290,37
27	2282107,23	2370097,03	–	6426025,05	6472537,17
26	2376036,15	2466139,34	–	6622058,45	6669732,06
25	2481706,18	2574186,95	–	6842596,02	6891576,3
24	2610858,45	2706245,14	–	7112141,94	7162719,27
23	2740010,71	2838303,33	–	7381687,86	7433862,24
22	2880904,08	2982366,8	–	7675737,95	7729654,56
21	3033631,58	3138530,67	–	7994486,33	8050291,51
20	3209981,16	3318848,11	–	8362534,93	8420520,78
19	3409844,01	3523207,88	–	8779656,67	8840113,96
18	3621463,5	3739588,81	–	9221314,99	9284389,07

Таблиця 3. Грошовий фінансовий потік чистого прибутку на маршруті номер 10 автомобільної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
59	1261402,13	1342129,94	–	5050292,73	5091968,73
58	1273829,99	1354837,42	–	5076383,85	5118214,43
57	1298685,71	1380252,4	–	5128566,08	5170705,84
56	1335969,29	1418374,85	–	5206839,43	5249442,96
55	1360825,01	1443789,83	–	5259021,66	5301934,37
54	1398108,59	1481912,28	–	5337295,01	5380671,48
53	1435392,16	1520034,74	–	5415568,36	5459408,59
52	1460247,88	1545449,71	–	5467750,59	5511900
51	1497531,46	1583572,17	–	5546023,94	5590637,12
50	1534815,04	1621694,63	–	5624297,28	5669374,23
49	1584526,47	1672524,58	–	5728661,75	5774357,05
48	1621810,05	1710647,03	–	5806935,1	5853094,16
47	1659093,63	1748769,49	–	5885208,44	5931831,28
46	1708805,07	1799599,44	–	5989572,91	6036814,09
45	1758516,5	1850429,38	–	6093937,37	6141796,91
44	1808227,94	1901259,33	–	6198301,84	6246779,73
43	1857939,38	1952089,27	–	6302666,3	6351762,55
42	1920078,67	2015626,7	–	6433121,88	6482991,07
41	1969790,11	2066456,64	–	6537486,34	6587973,89
40	2031929,41	2129994,08	–	6667941,92	6719202,41
39	2094153,31	2193618,02	–	6798575,13	6850609,62
38	2168848,13	2269993,47	–	6955389,84	7008353,45
37	2231093,81	2333639,68	–	7086068,76	7139806,63
36	2305788,63	2410015,13	–	7242883,47	7297550,46
35	2392932,58	2499119,82	–	7425833,96	7481584,92
34	2480076,53	2588224,51	–	7608784,45	7665619,38
33	2567220,48	2677329,2	–	7791734,93	7849653,84
32	2666813,56	2779163,13	–	8000821,21	8059978,94
31	2766406,65	2880997,06	–	8209907,48	8270304,04

Таблиця 4. Розподіл чистого дисконтованого прибутку на маршруті номер 10 автомобільної маршрутної мережі, по кварталах імовірної окупності проєкту

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
28	2223401,66	2310070,58	–	1659909,5	1671966,44
27	2282107,23	2370097,03	–	1692173,07	1704421,17
26	2376036,15	2466139,34	–	1743794,79	1756348,74
25	2481706,18	2574186,95	–	1801869,22	1814767,26
24	2610858,45	2706245,14	–	1872849,08	1886167,67
23	2740010,71	2838303,33	–	1943828,93	1957568,08
22	2880904,08	2982366,8	–	2021261,51	2035459,43
21	3033631,58	3138530,67	–	2105197,91	2119893,16
20	3209981,16	3318848,11	–	2202116,6	2217386,09
19	3409844,01	3523207,88	–	2311957,78	2327878,07
18	3621463,5	3739588,81	–	2428260,21	2444869,58

проєкту прийнята у розмірі 65 кварталів. Практика демонструє, що тривалість проєкту 65 кварталів – понад 7 років – є терміном експлуатації засобів транспорту в рамках їхньої технічної актуальності. У таблицю 4 зведено відомості розрахунку дисконтованого чистого прибутку маршруту 10 автомобільної маршрутної мережі України.

У таблицю 5 внесені відомості розрахунку чистого дисконтованого прибутку маршруту номер 44 автомобільної маршрутної мережі.

Таблиця 5. Відомості розрахунку чистого дисконтованого прибутку маршруту номер 44 автомобільної маршрутної мережі

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
59	1261402,13	1342129,94	–	1318910,95	1329899,79
58	1273829,99	1354837,42	–	1325741,09	1336770,4
57	1298685,71	1380252,4	–	1339401,36	1350511,61
56	1335969,29	1418374,85	–	1359891,77	1371123,43
55	1360825,01	1443789,83	–	1373552,05	1384864,64
54	1398108,59	1481912,28	–	1394042,46	1405476,45
53	1435392,16	1520034,74	–	1414532,87	1426088,27
52	1460247,88	1545449,71	–	1428193,15	1439829,48
51	1497531,46	1583572,17	–	1448683,56	1460441,3
50	1534815,04	1621694,63	–	1469173,97	1481053,12
49	1584526,47	1672524,58	–	1496494,52	1508535,54
48	1621810,05	1710647,03	–	1516984,93	1529147,35
47	1659093,63	1748769,49	–	1537475,35	1549759,17
46	1708805,07	1799599,44	–	1564795,9	1577241,59
45	1758516,5	1850429,38	–	1592116,45	1604724,02
44	1808227,94	1901259,33	–	1619437	1632206,44
43	1857939,38	1952089,27	–	1646757,54	1659688,86
42	1920078,67	2015626,7	–	1680908,23	1694041,89
41	1969790,11	2066456,64	–	1708228,78	1721524,31
40	2031929,41	2129994,08	–	1742379,47	1755877,34
39	2094153,31	2193618,02	–	1776576,66	1790277,14
38	2168848,13	2269993,47	–	1817627,64	1831571,35
37	2231093,81	2333639,68	–	1851836,79	1865983,19
36	2305788,63	2410015,13	–	1892887,78	1907277,4
35	2392932,58	2499119,82	–	1940780,59	1955453,98
34	2480076,53	2588224,51	–	1988673,41	2003630,56
33	2567220,48	2677329,2	–	2036566,22	2051807,14
32	2666813,56	2779163,13	–	2091300,86	2106866,08
31	2766406,65	2880997,06	–	2146035,51	2161925,02

Зміни фінансових потоків чистого прибутку, дисконтованого чистого прибутку не відображають витратну частину проєкту із закупівлі засобів транспорту. У таблицю 6 внесені данні розрахунку фінансового потоку, передбаченого для заробітної платні персоналу для обслуговування маршруту номер 10 загального користування автомобільної маршрутної мережі.

У таблицю 7 зведено дані моделювання фінансових потоків витрат на заробітну плату персоналу з обслуговування маршруту номер 44 автобусного маршруту мережі.

Таблиця 6. Фінансовий потік витрат на заробітну платню персоналу обслуговування маршруту номер 10 автобусної маршрутної мережі

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
28	2470446,29	2566745,09	–	7003893,53	7054767,08
27	2535674,71	2633441,14	–	7140027,83	7191707,97
26	2640040,17	2740154,83	–	7357842,72	7410813,4
25	2757451,32	2860207,72	–	7602884,46	7657307
24	2900953,83	3006939,04	–	7902379,93	7958576,97
23	3044456,34	3153670,36	–	8201875,39	8259846,93
22	3201004,54	3313740,89	–	8528597,72	8588505,07
21	3370701,76	3487256,3	–	8882762,59	8944768,35
20	3566645,73	3687609,02	–	9291705,48	9356134,2
19	3788715,57	3914675,42	–	9755174,08	9822348,84
18	4023848,34	4155098,68	–	10245905,54	10315987,86

Таблиця 7. Відомості розрахунку фінансового потоку витрат на заробітну плату ЗП персоналу з обслуговування маршруту номер 44 автомобільної маршрутної мережі за кварталами імовірної окупності проєкту

№ кварталу	**Розмір фінансового потоку витрат на заробітну плату, ЗП у.о.**				
	1	**2**	**–**	**59**	**60**
1	2	3	4	5	6
59	1261402,13	1342129,94	–	1318910,95	1329899,79
58	1273829,99	1354837,42	–	1325741,09	1336770,4
57	1298685,71	1380252,4	–	1339401,36	1350511,61
56	1335969,29	1418374,85	–	1359891,77	1371123,43
55	1360825,01	1443789,83	–	1373552,05	1384864,64
54	1398108,59	1481912,28	–	1394042,46	1405476,45
53	1435392,16	1520034,74	–	1414532,87	1426088,27
52	1460247,88	1545449,71	–	1428193,15	1439829,48
51	1497531,46	1583572,17	–	1448683,56	1460441,3
50	1534815,04	1621694,63	–	1469173,97	1481053,12
49	1584526,47	1672524,58	–	1496494,52	1508535,54
48	1621810,05	1710647,03	–	1516984,93	1529147,35
47	1659093,63	1748769,49	–	1537475,35	1549759,17
46	1708805,07	1799599,44	–	1564795,9	1577241,59
45	1758516,5	1850429,38	–	1592116,45	1604724,02
44	1808227,94	1901259,33	–	1619437	1632206,44
43	1857939,38	1952089,27	–	1646757,54	1659688,86
42	1920078,67	2015626,7	–	1680908,23	1694041,89
41	1969790,11	2066456,64	–	1708228,78	1721524,31
40	2031929,41	2129994,08	–	1742379,47	1755877,34
39	2094153,31	2193618,02	–	1776576,66	1790277,14
38	2168848,13	2269993,47	–	1817627,64	1831571,35
37	2231093,81	2333639,68	–	1851836,79	1865983,19
36	2305788,63	2410015,13	–	1892887,78	1907277,4

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6
35	2392932,58	2499119,82	–	1940780,59	1955453,98
34	2480076,53	2588224,51	–	1988673,41	2003630,56
33	2567220,48	2677329,2	–	2036566,22	2051807,14
32	2666813,56	2779163,13	–	2091300,86	2106866,08
31	2766406,65	2880997,06	–	2146035,51	2161925,02

Відповідні графіки побудовано для проєктів із вартістю закупки засобів автомобільного транспорту 9500000 у.о. Вартість засобів транспорту зумовлює їхню комфортність та привабливість. Водночас вартість засобів транспорту впливає на їхню технічну характеристику безпечності, швидкості, екологічності тощо.

Для забезпечення можливості закупівлі транспортних засобів меншої вартості, не нових автомобілів й відповідності ринку було проведено моделювання для однакових умов при зниженні вартості засобів транспорту на 50000 для кожної розрахункової ітерації.

За отриманими даними можна побудувати графік зміни періоду окупності із імовірністю настання такої окупності, який наведено на рисунку 1.

Таблиця 8. Відомості розрахунків моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України при вартості засобів транспорту 9450000 у.о.

№ з/п	**Квартал, №**	**Імовірність окупності, k_i**	**Середній дохід, у.о.*доб.**	**Пасажиропотік, Qt пас. кв.**
Маршрут № 10				
1	2	3	4	5
1	28	0,0043000	11672608,75	116435
2	27	0,0131300	11672608,75	116435
3	26	0,0282500	11672608,75	116435
4	25	0,0635200	11672608,75	116435
5	24	0,1085600	11672608,75	116435
6	23	0,1661100	11672608,75	116435
7	22	0,2050900	11672608,75	116435
8	21	0,2047200	11672608,75	116435
9	20	0,1349300	11672608,75	116435
10	19	0,0529700	11672608,75	116435
Маршрут № 44				
1	59	0,0007000	15829745,83	259150
2	58	0,0016300	15829745.83	259150
3	57	0.0031000	15829745.83	259150
4	56	0,0026000	15829745,83	259150
5	55	0,0048600	15829745,83	259150
6	54	0,0068300	15829745,83	259150
7	53	0,0051500	15829745,83	259150
8	52	0,0093200	15829745,83	259150
9	51	0,0114900	15829745,83	259150
10	50	0,0192300	15829745,83	259150
11	49	0,0177300	15829745,83	259150
12	48	0,0189800	15829745,83	259150
13	47	0,0325800	15829745,83	259150
14	46	0,0387200	15829745,83	259150
15	45	0,0448400	15829745,83	259150
16	44	0,0506200	15829745,83	259150
17	43	0,0703300	15829745,83	259150
18	42	0,0605900	15829745,83	259150
19	41	0,0748900	15829745,83	259150
20	40	0,0835000	15829745,83	259150
21	39	0,0918600	15829745,83	259150
22	38	0,0703300	15829745,83	259150
23	37	0,0738000	15829745,83	259150
24	36	0,0669500	15829745,83	259150
25	35	0,0512400	15829745,83	259150

Графік розподілу імовірності окупності проєкту наведено на рисунку 2.

На рисунку 2 наведено графік окупності проєкту із закупівлі засобів транспорту на маршрут автомобільної мережі маршрутів при вартості засобів транспорту 9450000 умовних одиниць.

У таблицю 9 зведено результати моделювання періодів окупності проєкту при різних вартостях засобів автомобільного транспорту, що є купівельною спроможністю суспільства.

У таблиці 9 наведено результати моделювання окупності проєктів із закупівлі засобів транспорту на автобусні маршрути автомобільної маршрутної мережі номер 10 та номер 44. У моделюванні було прийнято вартість засобів транспорту від 9500000 у.о. до 9050000 у.о. Під час кожного моделювання вартість була зменшена на 50 000 у.о. Зменшення вартості засобів транспорту вплинуло на значення функції розподілу пасажирів між видами транспорту (2). Зменшення вартості призвело до зменшення значення f(Fk) функції комфортності поїздки – складової частини привабливості маршруту.

Водночас періоди окупності маршрутів змінились. Що стосується маршруту номер 10, то окупність становила 28–19 кварталів, а змінилась вона на 26–18 кварталів. Імовірність настання окупності проєкту із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 44 приймала істотні значення від 59 до 32 кварталів у першому моделюванні та від 51 до 29 кварталів при останньому моделюванні.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отримано нові знання в теорії пасажирських перевезень на маршрутах загального користування. Доведено, що параметри функціонування маршрутів є результатами роботи системи й залежать від комплексу зовнішніх та внутрішніх впливів. Вдосконалено моделювання маршрутної мережі з урахуванням розширення факторів функціонування маршруту в комплексі факторів, що враховуються одночасно. Можна проводити моделювання маршрутних мереж та визначати їхні параметри функціонування.

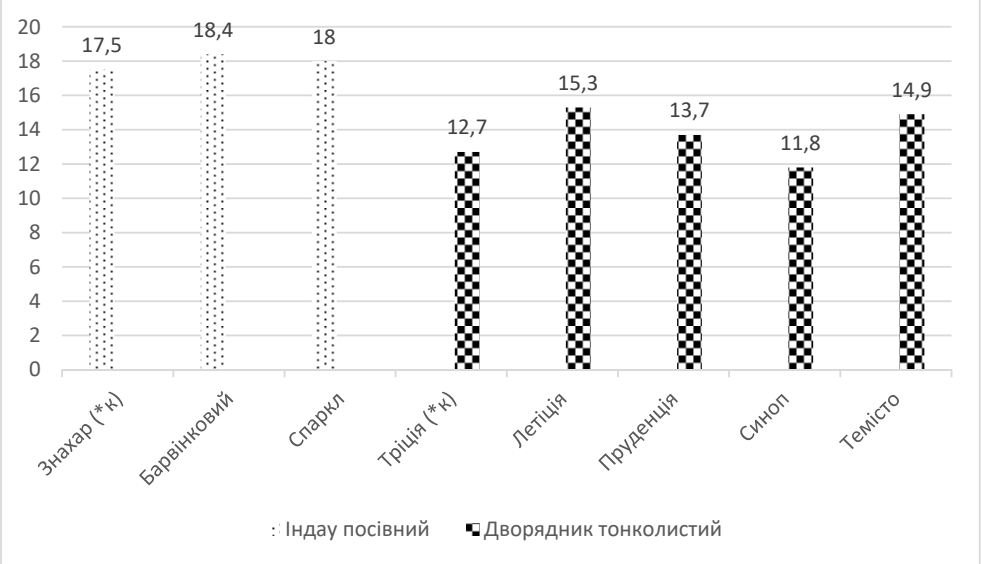

Рис. 1. Графік імовірності окупності проєкту

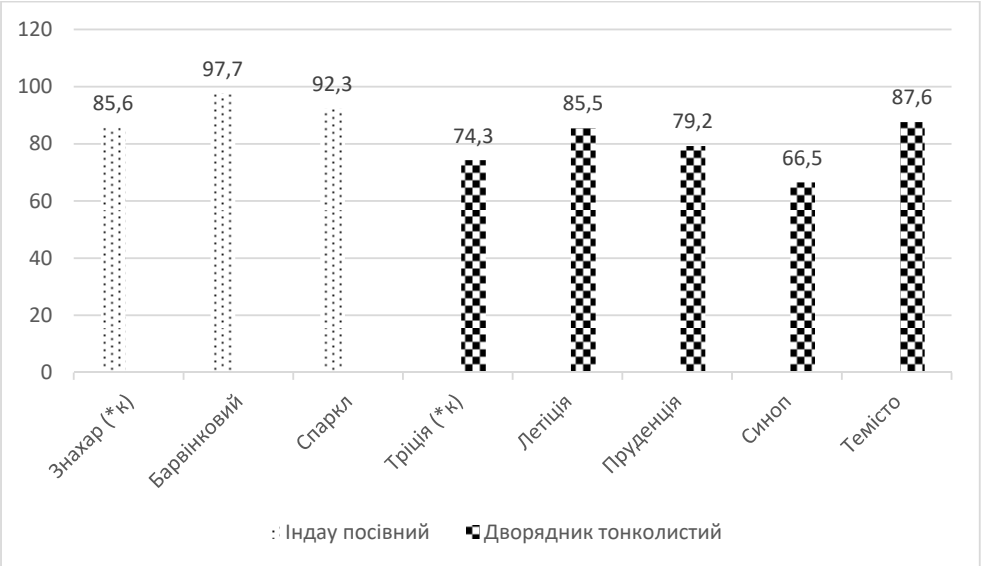

Рис. 2. Розподіл імовірності окупності проєкту

Таблиця 9. Імовірність окупності проєкту при зміні вартості транспортних засобів в автомобільній мережі на маршрутах 10 та 44

№ моделювання	Квартал, №	Імовірність окупності, k_i	Імовірність окупності, k_i	Імовірність окупності, k_i
Маршрут № 10				
1	2	3	–	11
Вартість транспортного засобу		9500000	–	9050000
1	28	0,0043	–	–
2	27	0,01313	–	–
3	26	0,02825	–	0,0023300
4	25	0,06352	–	0,0151000
5	24	0,10856	–	0,0326200
6	23	0,16611	–	0,0754400
7	22	0,20509	–	0,1297300
8	21	0,20472	–	0,2189700
9	20	0,13493	–	0,2456900
10	19	0,05297	–	0,1722100
11	18	–	–	0,0813600
Маршрут № 44				
1	59	0,0007	–	–
2	58	0,00163	–	–
3	57	0,0031	–	–
4	56	0,0026	–	–
5	55	0,00486	–	–
6	54	0,00683	–	–
7	53	0,00515	–	–
8	52	0,00932	–	–
9	51	0,01149	–	0,0023300
10	50	0,01923	–	0,0031000
11	49	0,01773	–	0,0040900
12	48	0,01898	–	0,0052900
13	47	0,03258	–	0,0100600
14	46	0,03872	–	0,0093200
15	45	0,04484	–	0,0158600
16	44	0,05062	–	0,0204400
17	43	0,07033	–	0,0311300
18	42	0,06059	–	0,0325800
19	41	0,07489	–	0,0493600
20	40	0,0835	–	0,0588200
21	39	0,09186	–	0,0673600
22	38	0,07033	–	0,0741300
23	37	0,0738	–	0,0903200
24	36	0,06695	–	0,0992000
25	35	0,05124	–	0,1051300
26	34	0,0348	–	0,0798500
27	33	0,02416	–	0,0865900
28	32	0,01258	–	0,0606600
	31	–		0,0410500
	30	–		0,0267800
	29	–		0,0129200

Параметри функціонування транспорту є взаємозалежними. Фінансові потоки не є постійними в часі. Термін окупності проєкту залежить від вартості рухомого складу. Якість засобів транспорту впливає на перерозподіл пасажирів менше, ніж інтервал руху.

Можна розробити модель мережі засобами комп'ютерного моделювання. Встановлено функцію перерозподілу пасажирів між альтернативними маршрутами в рамках розглянутої системи для 2012 року дослідження.

Список використаних джерел

1. COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry / A. Afaq, L. Gaur, G. Singh, A. Dhir. Tourism Recreation Research. 2021. № 6. С. 22–39 doi:10.1080/02508281.2021.200821.

2. Comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting / Y. Bao, D. Yi, T. Xiong, Z. Hu. Advances in Information Sciences and Service Sciences. 2011. № 3 (5). С. 43–254. doi:10.4156/aiss.vol3.issue5.28.

3. The boeing 737 maxreturn to service and competition: How passengers' preferences would change due to the latent fear of flying / A. Bravo, D.R. Vieira, G. Ferrer. Journal of Modern Project Management. 2020. № 8 (3). С. 113–123. doi:10.19255/JMPM02510.

4. Cai J., Zhang N. The dynamic correlation between civil aviation passenger traffic volume and its influential factors based on DCC-GARCH model. 2020. № 2. С. 35–46. Doi:10.1007/978-981-13-9406-5_76.

5. Dang Y., Li W. Air passenger flow structure analysis with network view. Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. 2010. № 10 (5). С. 167–174.

6. Dang Y., Song S. Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. Complex Systems and Complexity Science. 2013. № 10 (1). С. 75–82.

7. Fassiaux S. The difficult balance between the crisis of the aviation sector and air passenger rights in the era of covid-19. Le difficile equilibre entre la crise du secteur de l'aviation et les droits des passagers aeriens a l'ere du covid-19; El difícil equilibrio entre la crisis del sector aéreo y los derechos de los pasajeros en la era de la covid-19. Revista De Derecho Comunitario Europeo. 2021. № 68. С. 185–225. Doi:10.18042/cepc/rdce.68.06.

8. Huang F., Peng J., You M. Analyses of charactеristics of air passenger group mobility behaviors. Wuli Xuebao. Acta Physica Sinica. 2016. № 65 (22). С. 65–75. Doi:10.7498/aps.65.228901.

9. Ida Y. Changes of air passenger distribution patterns in japan. Japanese. Journal of Human Geography. 1993. № 45 (3). С. 221–243. Doi:10.4200/jjhg1948.45.221.

10. Jing He.J., Xu L., Ning Guo X. Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series. 2021. № 6. С. 13–17. Doi:10.1145/3503491.3503494.

11. Urban functions of guangzhou and shenzhen focusing on the city network relationship: A comparative analysis on the original places of air passenger flow / G. Leixian, W. Xiaoli, G. Xiaofang, Z. Xuejun, K. Changcheng. Tropical Geography. 2021. № 41 (2). С. 229–242. Doi:10.13284/j.cnki.rddl.003323.

12. An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis. Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian / X. Liang, Z. Guo, Q. Zhang, M. Yang, S. Wang. System Engineering Theory and Practice. 2020. № (7). С. 1844–1855. Doi:10.12011/1000-6788-2019-1010-12.

13. An integrated forecasting model for air passenger traffic in china based on singular spectrum analysis. Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian / X. Liang, H. Qiao, S. Wang, X. Zhang. System Engineering Theory and Practice. 2017. № 37 (6). С. 1479–1488. Doi:10.12011/1000-6788(2017)06-1479-10.

14. Reyna O.S.S., De La Mota I.F. Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan's airport. Paper presented at the 30th European Modeling and Simulation Symposium. 2018. № 18. С. 123–128.

15. Rodríguez-Doncel V., Santos C., Casanovas P.A model of air transport passenger incidents and rights. 2014. № 6. С. 22–41. Doi:10.3233/978-1-61499-468-8-55.

16. Saifei N., Renxu G. The spatial and temporal dimensions of the interdependence between the air passenger industry and regional economy in the yangtze river delta. Tropical Geography. 2021. № 41 (2). С. 340–350. Doi:10.13284/j.cnki.rddl.003324.

17. Sharma H. K., Kumari K., Kar S. Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential smoothing model. Intelligent Automation and Soft Computing. 2019. № 25 (1). С. 1–14. Doi:10.31209/2018.100000036.

18. Valutytė R. Striking a healthier balance between air passenger rights and air carriers' vital interests in the light of COVID-19. Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2020. № 8 (2). С. 546–558. Doi:10.9770/jesi.2020.8.2(33).

19. Time-varying forecast averaging for air passengers in china. Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System / J. Zhang, Y. Sun, X. Zhang, S. Wang. Engineering Theory and Practice. 2020. № 40 (6). С. 1509–1519. Doi:10.12011/1000-6788-2020-0443-11.

20. Zuo P., Li H., Liu W. Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car. Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science. 2010. № 31 (2). С. 137–140.

Dolia K. V.
Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Infrastructure,
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"
Kharkiv, Ukraine
E-mail: *k.v.dolia@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-4693-9158*

Dolia O. Ye.
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Information Management Systems,
Kharkiv National University of Radio Electronics
Kharkiv, Ukraine
E-mail: *olena.dolya@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-0364-988X*

MODELING OF PASSENGER ROUTE TRANSPORTATION TECHNOLOGY

Abstract

The paper continues the examination of the built model of the passenger transport route network. The model proposed in previous studies, unlike the existing models of passenger transport routes, takes into account the aggregate functioning of the route in the environment of competitors' routes and the possible existence of two or more networks in one region. The parameters of route

operation are important in managing the route and the entire transport system of passenger transport routes. Taking into account the systematic nature of such functioning in the model makes it possible to make management decisions, taking into account internal and external factors of influence on the system and its individual elements, which can be used as individual routes. The paper describes a part of modeling the operation of road transport. The parameters for making decisions on transportation management are the net profit on the route from its operation over time, the payback period of the project for the purchase of vehicles for this route, the net discounted income and the cost of maintaining personnel for the maintenance of this route. Based on previous studies, it is believed that these selected parameters are relevant for solving technical, economic and social problems in regional transport management. The modeling provided an opportunity to establish payback models for projects, financial flows, and others. The resulting graphical models prove that if a certain region of passenger transportation is identified, it can be modeled and models of the development of certain events can be obtained. Graphical models are likely to have certain laws of distribution of the calculated parameters. Investigating the possibilities of determining the direct or indirect effects of route functioning factors on its parameters is a promising area for further research. The interconnectedness of technical and economic parameters in the functioning of a transport route in the system is direct or immediate and requires study and modeling to make the right management decisions in obtaining social or socio-economic results.

Key words: *route, system, transport, payback, profit, quarter, modeling.*

References

1. Afaq, A., Gaur, L., Singh, G., & Dhir, A. (2021). COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry. Tourism Recreation Research, doi:10.1080/02508281.2021.200821. [in English].

2. Bao, Y., Yi, D., Xiong, T., Hu, Z., & Zheng, S. (2011). A comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting. Advances in Information Sciences and Service Sciences, 3(5), 243–254. doi:10.4156/aiss.vol3.issue5.28. [in English].

3. Bravo, A., Vieira, D. R., & Ferrer, G. (2021). The boeing 737 maxreturn to service and competition: How passengers' preferences would change due to the latent fear of flying. Journal of Modern Project Management, 8(3), 113-123. doi:10.19255/JMPM02510. [in English].

4. Cai, J., & Zhang, N. (2020). The dynamic correlation between civil aviation passenger traffic volume and its influential factors based on DCC-GARCH model doi:10.1007/978-981-13-9406-5_76. [in English].

5. Dang, Y., & Li, W. (2010). Air passenger flow structure analysis with network view. Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 10(5), 167–174. [in English].

6. Dang, Y., & Song, S. (2013). Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. Complex Systems and Complexity Science, 10(1), 75–82. [in English].

7. Fassiaux, S. (2021). The difficult balance between the crisis of the aviation sector and air passenger rights in the era of covid-19. [Le difficile equilibre entre la crise du secteur de l'aviation et les droits des passagers aeriens a l'ere du covid-19; El difícil equilibrio entre la crisis del sector aéreo y los derechos de los pasajeros en la era de la covid-19] Revista De Derecho Comunitario Europeo, 2021(68), 185–225. doi:10.18042/cepc/rdce.68.06. [in English].

8. Huang, F., Peng, J., & You, M. (2016). Analyses of characetristics of air passenger group mobility behaviors. Wuli Xuebao/Acta Physica Sinica, 65(22) doi:10.7498/aps.65.228901. [in English].

9. Ida, Y. (1993). Changes of air passenger distribution patterns in japan. Japanese Journal of Human Geography, 45(3), 221–243. doi:10.4200/jjhg1948.45.221. [in English].

10. Jing He, J., Xu, L., Ning Guo, X., & Hu, Y. (2021). Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series, 13–17. doi:10.1145/3503491.3503494. [in English].

11. Leixian, G., Xiaoli, W., Xiaofang, G., Xuejun, Z., & Changcheng, K. (2021). Urban functions of guangzhou and shenzhen focusing on the city network relationship: A comparative analysis on the original places of air passenger flow. Tropical Geography, 41(2), 229–242. doi:10.13284/j.cnki.rddl.003323. [in English].

12. Liang, X., Guo, Z., Zhang, Q., Yang, M., & Wang, S. (2020). An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis. Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice, 40(7), 1844–1855. doi:10.12011/1000-6788-2019-1010-12. [in English].

13. Liang, X., Qiao, H., Wang, S., & Zhang, X. (2017). An integrated forecasting model for air passenger traffic in china based on singular spectrum analysis. Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice, 37(6), 1479–1488. doi:10.12011/1000-6788(2017)06-1479-10. [in English].

14. Reyna, O. S. S., & De La Mota, I. F. (2018). Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan´s airport. Paper presented at the 30th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2018, 123–128. [in English].

15. Rodríguez-Doncel, V., Santos, C., & Casanovas, P. (2014). A model of air transport passenger incidents and rights doi:10.3233/978-1-61499-468-8-55. [in English].

16. Saifei, N., & Renxu, G. (2021). The spatial and temporal dimensions of the interdependence between the air passenger industry and regional economy in the yangtze river delta. Tropical Geography, 41(2), 340–350. doi:10.13284/j.cnki.rddl.003324. [in English].

17. Sharma, H. K., Kumari, K., & Kar, S. (2019). Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential smoothing model. Intelligent Automation and Soft Computing, 25(1), 1–14. doi:10.31209/2018.100000036. [in English].

18. Valutytė, R. (2020). Striking a healthier balance between air passenger rights and air carriers' vital interests in the light of COVID-19. Entrepreneurship and Sustainability Issues, 8(2), 546–558. doi:10.9770/jesi.2020.8.2(33). [in English].

19. Zhang, J., Sun, Y., Zhang, X., & Wang, S. (2020). Time-varying forecast averaging for air passengers in china. Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice, 40(6), 1509–1519. doi:10.12011/1000-6788-2020-0443-11. [in English].

20. Zuo, P., Li, H., Liu, W., & Liu, D. (2010). Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car. Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science, 31(2), 137–140. [in English].

УДК 622.53:681.518./62.83

Яжук Д. В.
магістр агроінженерії,
асистент кафедри тракторів, автомобілів та енергетичних засобів,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *yazhuk@pdatu.edu.ua*
ORCID: *0009-0008-3174-6864*

ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС РОБОТИ НАСОСНИХ УСТАНОВОК В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ДОБАВОК

Анотація

У статті розглянуто вплив полімерних добавок на способи зниження втрат напору при подоланні гідравлічних опорів у системах роботи насосних установок та їх режиму для потреб агропромислового комплексу. Представлено результати експериментальних досліджень роботи на промисловому стаціонарному консольному центробіжному насосі марки 2К-6 шляхом закриття вентилю на напірному трубопроводі і запуску насосного агрегату в роботу відповідно до і після введення в воду полімерних добавок. Під час роботи насосів у воду додавали високомолекулярний полімер дозою 0,01%. Після виходу насосної установки на нормальний режим роботи, змінюючи ступінь відкриття вентиля, ми встановлювали по п'ять довільних подач насосом води з домішками і без них, починаючи з нульової і доводячи подачу до максимального значення (повне відкриття вентиля). Тобто було виконано десять дослідів. При кожному варіанті подачі насоса було взято показання вакуумметра, манометра і амперметра (останнього для визначення споживаної потужності), по трикутному мірному водозливу було відібрано показання величини подачі в кожному досліді. Усі показники внесено у відповідні таблиці дослідів.

Порівняння робочих характеристик насосів, що перекачують воду з додаванням ПАА, з паспортними характеристиками показало поліпшення характеристик насосів. Зокрема, подача насоса Qн збільшилася приблизно на 30%, а коефіцієнт корисної дії на 10%.

Аналіз досліджень дає можливість зробити висновок про те, що використання полімерних добавок підвищує ефективність роботи насосних установок і значно знижує їхні енерговитрати. Крім того, застосування полімерів дає змогу отримувати задані робочі параметри насоса, не збільшуючи діаметра трубопроводу.

Ключові слова: *гідравлічні опори, втрати напору, насосна установка, турбулентна течія, поліакриламід, полімерна добавка, коефіцієнт тертя.*

Вступ. Для потреб агропромислового комплексу, щоб переміщувати трубами різні рідини, гази, суміші рідин і твердих частинок на значні відстані, використовують гідравлічні системи, головним елементом яких є насосні установки [8].

Насосні установки та трубопроводи – найважливіші складові частини будь-якого технологічного процесу [8]. Їх використовують: у виробничих процесах нафтової та газової промисловості, пов'язаних із транспортуванням нафти й газу від місця видобутку до місця перероблення і далі до споживача; для переміщення глинистих і цементних розчинів у будівельній, гірничій, хімічній промисловості, в агропромисловому секторі; у системах промислового водопостачання і постачання питною водою міст і селищ, водовідведення, пожежогасіння тощо. Робота таких систем потребує величезних енергетичних витрат [8].

Насосно-силове обладнання, яке використовується на перекачувальних станціях, може мати різні типи і навіть при однакових марках відрізнятися за своїми технічними характеристиками на 3–5% [8].

Наявні насоси не можуть забезпечити роботу при максимальних ККД для всього діапазону необхідних подач і напорів [8]. Для забезпечення заданих параметрів перекачування необхідно регулювати роботу кожного насосного агрегату з мінімізацією витрат, а також мати аналітичні залежності цих параметрів від подачі насоса. Стандартні насосні установки включають насос, електродвигун, трубопроводи (напірні та всмоктувальні), прилади контролю і регулювання [8]. Споживаючи енергію від електродвигуна, насос віддає її рідині для транспортування трубами. Рідина, що рухається трубами, втрачає отриману енергію на подолання гідравлічних опорів, тобто на втрати напору, які бувають двох видів – втрати на тертя і місцеві втрати [8]. Коефіцієнт корисної дії та енергетичні витрати насосної установки безпосередньо пов'язані з втратами напору рідини, що рухається по трубах і в насосі [8].

Дослідження низки авторів засвідчили, що застосування полімерних добавок ефективне під час руху не тільки води, а й нафтопродуктів як малої, так і великої в'язкості [8; 4; 5]. Нині полімерні добавки використовують для збільшення швидкості перекачування трубами при турбулентному режимі нафтопродуктів, емульсій, водних суспензій, знижуючи енерговитрати, а отже, і потужність силових установок під час нафтовидобутку і газовидобутку, збільшуючи швидкість проходження порід під час буріння свердловин [8].

© Яжук Д. В., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.15

Низка авторів [8] експериментально довела, що для зниження втрат напору в магістральних нафтопроводах у якості нафторозчинних полімерів можливе застосування добавок асфальгенів і смол – продуктів, що містяться в нафтових залишках після переробки нафти. Зокрема, проводилися масштабні дослідження щодо впливу полімерних добавок на зниження гідравлічних опорів у трубах і пожежних шлангах (зокрема, вони додавали полімер у всмоктувальну лінію насоса, тим самим знижуючи гідравлічні втрати і в самому насосі) [8].

Нині у зв'язку зі зростанням цін на електроенергію все актуальнішим стає питання підвищення ефективності роботи насосів і трубопроводів з метою зниження експлуатаційних витрат на переміщення нафти, газу, нафтопродуктів, води тощо [8].

Мета роботи – дослідження впливу полімерної добавки ПАА на роботу відцентрових насосів 2К-6 і К20/18 та зниження енергозатрат під час роботи насосних установок для потреб агропромисловості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися на промисловому стаціонарному консольному центробіжному насосі марки 2К-6 шляхом закриття вентилю на напірному трубопроводі і запуску насосного агрегату в роботу відповідно до і після введення в воду полімерних добавок. Під час роботи насосів у воду додавали високомолекулярний полімер дозою 0,01%.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою стандартного пакету Statistica у програмі Microsoft Exsel 2013 і Statsf. Результати дослідження оброблялися на кафедрі тракторів, автомобілів та енергетичних засобів Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Після виходу насосної установки на нормальний режим роботи, змінюючи ступінь відкриття вентиля, ми встановлювали по п'ять довільних подач насосом води з домішками і без них, починаючи з нульової і доводячи подачу до максимального значення (повне відкриття вентиля). Тобто було виконано десять дослідів. При кожному варіанті подачі насоса було взято показання вакуумметра (рис. 1), манометра і амперметра (останнього для визначення споживаної потужності), по трикутному мірному водозливу було відібрано показання величини подачі в кожному досліді. Усі показники внесено у відповідні таблиці дослідів.

Відомо, що втрати напору на подолання сил тертя можуть бути визначені для труб круглого перерізу за рівнянням Дарсі (1):

$$h_{тр} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad (1)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного опору тертя; l – довжина трубопроводу; d – внутрішній діаметр труби; v – середня швидкість потоку.

Втрати напору на подолання місцевих гідравлічних опорів визначають за рівнянням Вейсбаха (2):

$$h_м = \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (2)$$

де ζ – коефіцієнти місцевого опору.

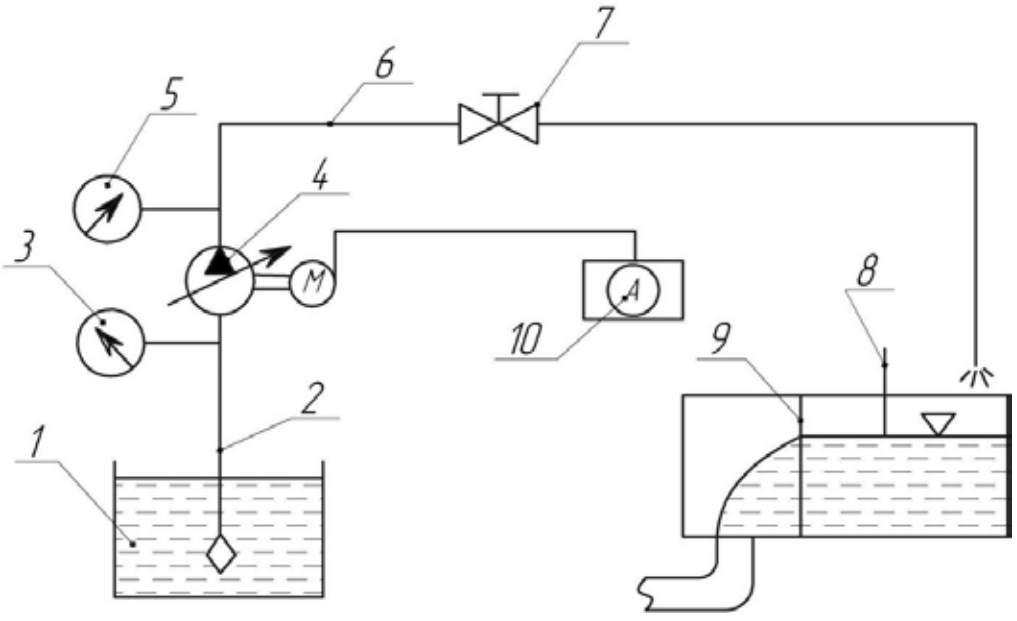

Рис. 1. Схема установки для випробувань насоса 2К-6: 1 – резервуар для води; 2 – усмоктувальний трубопровід; 3 – вакуумметр; 4 – насос, який випробовується; 5 – манометр; 6 – напірний трубопровід; 7 – вентиль; 8 – мірна голка; 9 – трикутний мірний водозлив; 10 – амперметр

До місцевих гідравлічних опорів відносять крани, вентилі, засувки, клапани, фільтри, коліна, ділянки звуження трубопроводу і його відвовідного розширення (конфузор і дифузор) тощо [9], що є причиною додаткових втрат напору (енергії) в трубопроводі, тобто місцевих втрат.

Отже, повні втрати напору в трубопроводі складатимуть (3):

$$h_{полн} = h_{тр} + \Sigma h_{м}, \tag{3}$$

Середня швидкість руху рідини в трубі (4):

$$\upsilon = \frac{4Q}{\pi d^2}, \tag{4}$$

де Q – витрата рідини в трубі, що дорівнює подачі насоса; $Q_н$ – кількість рідини, що подається насосом у трубопровід за одиницю часу.

Найважливішим завданням під час проєктування та експлуатації гідравлічних систем і підвищення ефективності їхньої роботи є зниження втрат напору рухомої рідини.

Рівняння (1), (2), (4) показують, що для зменшення втрат напору, а отже, витрат енергії насосної установки найпростіший спосіб – це збільшення діаметра труби *d*, що веде до зменшення швидкості руху рідини в трубі *v*.

Однак збільшення діаметра труби може суттєво збільшити вартість гідравлічної системи в цілому. Зниження втрат напору в трубах можна отримати, змінюючи вид і зменшуючи кількість місцевих гідравлічних опорів або використовуючи труби малої шорсткості тощо, але ці способи не дають великого ефекту щодо зниження втрат напору.

Зменшення енергетичних витрат будь-якої системи, зокрема гідравлічної системи типу «насос – трубопровід», веде до збільшення коефіцієнта корисної дії системи.

Коефіцієнт корисної дії насоса (5):

$$\eta_н = \frac{N_п}{N_{пт}}, \tag{5}$$

де $N_{пт}$ – споживана насосом потужність (близька до потужності електродвигуна); $N_п$ – корисна потужність насоса.

Корисна потужність насоса дорівнює (6):

$$N_н = pgQ_нH_н = p_нQ_н, \tag{6}$$

де $H_н$ – напір насоса; $Q_н$ – подача насоса; $p_н$ – тиск насоса; ρ – густина рідини, що перекачується.

Робота насосної установки та її енергетичні показники оцінюються за такими характеристиками насоса:

$H_н = f(Q_н)$; $N_{пот} = f(Q_н)$; $\eta_н = f(Q)_н$.

На рис. 2 представлено робочі характеристики Нн = f(Qн) і ηн = f(Qн) відцентрового насоса марки 2К-6 і характеристики насоса після додавання поліакриламіда (ПАА).

Енергетичні параметри насоса Н, $\eta_{нн}$, $Q_н$, який подає рідину в трубопровід, визначають *режимною* точкою (точкою А на рис. 2), тобто точкою перетину головної характеристики насоса $H_н = f(Q_н)$ з характеристикою трубопроводу $H_{тр} = f(Q)$. *Режимна*, або робоча, точка насоса – це точка, що відповідає матеріальній та енергетичній

Рис. 2. Характеристики насоса 2К-6: Нтр1 = f(Q) – характеристика трубопроводу, що відповідає діаметру трубопроводу d1; Нтр2 = f(Q) – характеристика трубопроводу, що відповідає діаметру d2 >d1

рівновазі системи. Використовуючи вищезазначені способи зниження втрат напору в системі, можна змінити характеристику трубопроводу таким чином, щоб насос працював з більшим коефіцієнтом корисної дії (ККД).

Протягом останніх десятиліть для зниження втрат напору в гідравлічних системах використовують метод, спрямований на зменшення коефіцієнта тертя λ (рівняння (7), що залежить у загальному випадку від числа Рейнольдса Re і відносної шорсткості труби [9]).

У функціональному вигляді (7):

$$\lambda = f\left(Re; \frac{\Delta_э}{d}\right), \tag{7}$$

де $\Delta_э$ – еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труби.

Зараз для зменшення коефіцієнта тертя в системах із турбулентним режимом руху рідини успішно використовують полімерні добавки, що знижують гідравлічні опори завдяки гасінню турбулентності в прикордонному шарі вздовж стінок трубопроводу [9]. Також як добавку до води, що перекачується, використовували розчини карбоксиметилцелюлози (КМЦ). У результаті проведених експериментів за різних чисел Рейнольдса коефіцієнт тертя λ було знижено на 15–20%.

Дещо пізніше було розроблено першу методику визначення оптимальної дози полімеру у воді для значного зниження втрат напору в трубах [3].

Під час руху трубами води з добавками полімерів коефіцієнт тертя λ за турбулентного режиму руху рідини може бути визначений за рівнянням (8) [4]:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left[\left(\frac{2{,}8\upsilon^*_{пор}}{\upsilon\sqrt{\lambda}}\right)^{\beta/5{,}75} * \left(\frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta_э}{3{,}7d}\right)\right], \tag{8}$$

де υ^* – порогова динамічна швидкість, що залежить від виду полімеру, після досягнення якої починається зниження втрат напору; υ – середня швидкість руху рідини в трубі; β – коефіцієнт, що залежить від виду полімеру та його концентрації.

Критичні значення динамічної швидкості (9):

$$\upsilon^*_{пор} = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}, \tag{9}$$

з яких починається інтенсивне руйнування макромолекул деяких полімерів (0,05÷0,15) м/с.

Для поліакриламіду (ПАА) рекомендується приймати $\upsilon^* = 0{,}05$ м/с, а коефіцієнт β знаходити за емпіричною формулою (10):

$$\beta = 1000\ C, \tag{10}$$

якщо C – об'ємна концентрація поліакриламіду – перебуває в межах $0{,}005\% < C < 0{,}012\%$.

У деяких випадках за концентрації ПАА близько 0,01% втрати напору було знижено на 70%. За відсутності полімерної добавки ($C = 0$; $\beta = 0$) рівняння (9) перетворюється на відому формулу гідравліки, формулу Кольбрука – Вайта [4] (11):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{\Delta_э}{3{,}7d} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}}\right), \tag{11}$$

Експериментально встановлено, що незначний вміст у воді лінійних високомолекулярних полімерів – поліакриламіду (ПАА) або поліетиленоксиду (ПЕО) – в умовах турбулентного режиму руху води веде до зниження гідравлічних опорів тертя та збільшення пропускної здатності труби.

Висновки. Порівняння робочих характеристик насосів, що перекачують воду із додаванням ПАА, з паспортними характеристиками показало поліпшення характеристик насосів. На малюнку (2) представлено паспортні характеристики насоса, а також отримані в процесі випробувань при введенні у воду ПАА. Порівняння цих характеристик показало, що подача насоса $Q_н$ збільшилася приблизно на 30%, а коефіцієнт корисної дії на 10%.

Таким чином, аналіз досліджень дає можливість зробити висновок про те, що використання полімерних добавок підвищує ефективність роботи насосних установок і значно знижує їхні енерговитрати. Крім того, застосування полімерів дає змогу отримувати задані робочі параметри насоса, не збільшуючи діаметра трубопроводу.

На наступному етапі досліджень ми плануємо оцінити вплив різних концентрацій використовуваного полімеру на оптимальний режим роботи насоса.

Список використаних джерел

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. 2021. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555.

2. Оринчак М.І., Оринчак М.М., Бейзик О.С. Буровий розчин для якісного вторинного розкриття продуктивних горизонтів. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields.* 2019. № 1 (42). P. 25–32. URL: https://rrngr.nung.edu.ua/index.php/ rrngr/article/view/79.

3. Н.Г. Шевченко, О.Л. Шудрик, О.С. Коваль, О.В. Дорошенко. Врахування реологічних властивостей водонафтової емульсії на робочі характеристики відцентрового насоса. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series "Hydraulic machines and hydraulic units".* 2018. № 17 (1293). P. 58–65.

4. Berdugo-Clavijo C., Scheffer G., Sen A. Biodegradation of Polymers Used in Oil and Gas Operations: Towards Enzyme Biotechnology Development and Field Application. *Polymers*. 2022. Vol. 14, issue 9. P. 1871. Doi: 10.3390/polym14091871.

5. Bicerano J. Applications of Polymers and Composites in the Oil and Natural Gas Exploration and Production Industry. 2020. URL: https://polymerexpert.biz/industries/184-oil-gas-exploration-production.

6. Gavrilov A.A., Rudyak V.Ya. Reynolds-averaged modeling of turbulent flows of power-law fluid. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*. 2021. Vol. 227. P. 45–55. Doi: 10.1016/ j.jnnfm.2015.11.006.

7. Khan S., Yusuf M., Sardar N. Studies on rheological behavior of Xanthan Gum solutions in presence of additives. *Petroleum & Petrochemical Engineering Journal*. 2021. Vol. 2, issue 5. P. 1–7.

8. Mohammadi A. Analysis of non-Newtonian behavior of crude oil: experimental study annumerical modeling using computational fluid dynamics (CFD) technique. URL: https://researchspace.ukzn.ac.za/ handle/10413/18907.

9. Shudryk A. Using open software application packages for simulation of viscous incompressible fluid. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series "Hydraulic machines and hydraulic units"*. 2016. № 20 (1192). P. 90–93.

10. Zhong L., Oostrom M., Truex M.J. Rheological behavior of xanthan gum solution related to shear thinning fluid delivery for subsurface remediation. *Journal of Hazardous Materials*. 2013. Vol. 244–245. P. 160–170. Doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.11.028/

Yazhuk D. V.
Master of Agroengineering,
Assistant at the Department of the Tractors, Cars and Power Tools,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *yojikdmutro@gmail.com*
ORCID: *0009-0008-3174-6864*

THE ACTION OF POLYMER ADDITIVES ON THE REDUCTION OF POWER CONSUMPTION OF PUMP FITTING WHEN OPERATING.

Abstract

The impact of polymer additives on methods of reducing head loss when overcoming hydraulic resistances in pumping systems and their regime for the needs of the agro-industrial complex is considered. The results of experimental studies of work on an industrial stationary cantilever centrifugal pump, brand 2K-6, by closing the valve on the pressure pipeline and starting the pump unit in operation, according to and after the introduction of polymer additives into the water, are presented. During the operation of the pumps, a high molecular weight polymer was added to the water at a dose of 0.01%. After the pump set went into normal operation mode, changing the degree of opening of the valve, five arbitrary water pumps with and without impurities were set, starting from zero and bringing the supply to the maximum value, that is, ten experiments were performed. For each variant of the pump supply, the readings of the vacuum gauge, manometer and ammeter were taken, the readings of the supply value in each experiment were selected from the triangular measuring spillway and all the readings were entered in the relevant tables of experiments.

A comparison of the operating characteristics of pumps pumping water with the addition of PAA with the passport characteristics showed an improvement in the characteristics of the pumps, namely, the pump delivery Qn increased by approximately 30%, and the efficiency increased by 10%.

The analysis of research makes it possible to conclude that the use of polymer additives increases the efficiency of pump installations and significantly reduces their energy consumption. In addition, the use of polymers makes it possible to obtain the specified operating parameters of the pump without increasing the diameter of the pipeline.

Key words: *hydraulics resistance, pressure losses, pumping fitting, turbulent flow, polyacrylamide, polymer additive, constant of frictions.*

References

1. Enerhetychna stratehiya Ukrayiny na period do 2035 roku (2021) [Energy strategy of Ukraine for the period up to 2035]. Retrieved from: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555 [in Ukrainian].

2. Orynchak, M.I., Orynchak, M.M., & Beyzyk, O.S. (2019) Burovyy rozchyn dlya yakisnoho vtorynnoho rozkryttya produktyvnykh horyzontiv [Drilling solution to qualitatively secondary open the productive horizons]. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields,* no. 1 (42), pp. 25–32. [in Ukrainian].

3. Shevchenko, N.H., Shudryk, O.L., Koval', O.S., & Doroshenko, O.V. (2018) Vrakhuvannya reolohichnykh vlastyvostey vodonaftovoyi emul'siyi na robochi kharakterystyky vidtsentrovoho nasosa [Accounting rheology water-oil emulsion to performance of centrifugal pumps]. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units*. 17 (1293). Kharkiv, NTU "KhPI" Publ. pp. 58–65. [in Ukrainian].

4. Berdugo-Clavijo, C., Scheffer, G., Sen, A., & Gieg, L.M. (2022) Biodegradation of Polymers Used in Oil and Gas Operations: Towards Enzyme Biotechnology *Development and Field Application. Polymers*, vol. 14, issue 9, p. 1871. doi: 10.3390/ polym14091871

5. Bicerano, J. (2020) Applications of Polymers and Composites in the Oil and Natural Gas Exploration and Production Industry. Retrieved from: https://polymerexpert.biz/industries/184-oil-gas-exploration-production.

6. Gavrilov, A.A., & Rudyak, V.Y. (2021) Reynolds-averaged modeling of turbulent flows of power-law fluid. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, vol. 227, pp. 45–55. doi: 10.1016/ j.jnnfm.11.006 [in Ukrainian].

7. Khan, S., Yusuf, M., & Sardar, N. (2021) Studies on rheological behavior of Xanthan Gum solutions in presence of additives. Petroleum & Petrochemical *Engineering Journal,* vol. 2, issue 5, pp. 1–7.

8. Mohammadi, A. Analysis of non-Newtonian behavior of crude oil: experimental study annumerical modeling using computational fluid dynamics (CFD) technique. Retreived from: ttps://researchspace.ukzn.ac.za/handle/10413/18907.

9. Shudryk, A. (2016) Using open software application packages for simulation of viscous incompressible fluid. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units*. Kharkiv, NTU "KhPI" Publ., no. 20 (1192), pp. 90–93. [in Ukrainian].

10. Zhong, L., Oostrom, M., & Truex, M. J. (2013) Rheological behavior of xanthan gum solution related to shear thinning fluid delivery for subsurface remediation. Journal of Hazardous Materials, vol. 244–245, pp. 160–170. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.11.028.

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

УДК 619:616.61:636.8

Ковальова О. М.
магістр ветеринарної медицини,
асистентка кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *frolova.vas4422@gmail.com*
ORCID: *0009-0000-9131-9380*

АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ СЕЧОКАМ'ЯНОЇ ХВОРОБИ ДРІБНИХ ТВАРИН У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Анотація

Досліджено поширення сечокам'яної хвороби, наведено порівняльну характеристику на основі даних щодо видової, вікової та породної захворюваності дрібних тварин у м. Вінниця та прилеглих регіонах. Для визначення поширення вказаної патології були проаналізовані документи первинної ветеринарної звітності, а також ураховані особисті спостереження під час досліджень.

При дослідженні тварин, хворих на сечокам'яну хворобу, встановлено, що на розвиток патологічного процесу впливають екзогенні та ендогенні фактори. Зокрема, у котів найбільш поширеними хірургічними захворюваннями є ураження сечостатевої системи (23,6%), а потім рани (13,8%), у собак, навпаки, рани (24,5%), а потім хвороби шкіри (16,6%). У котів новоутворення виявляли частіше, ніж у собак. Серед хвороб сечостатевої системи найбільш часто реєструється саме сечокам'яна хвороба, яка складає 66,3% по відношенню до уроциститу (31%), а захворювання нижнього відділу сечовивідних шляхів становлять 17,1%. У результаті аналізу проведеної роботи виявлено 221 випадок захворюваності у котів сечостатевої системи. Серед цих тварин було виявлено 157 котів із сечокам'яною хворобою (СКХ). Слід відмітити, що 102 тварини (65%) виявилися кастрованими.

Досліджено те, що коти хворіють у 81% випадків, а кішки у 19%. Основними причинами росту захворювання можна назвати такі: зміни в годівлі (інтенсивне вживання сухих кормів), малоактивний спосіб життя, генетичну схильність тварин, завезення нових порід, погано адаптованих до наших кліматичних умов, погіршення екологічного стану та якості води.

Встановлено, що застосування лікувальних кормів Purina UR Urinary Feline у котів призводить до швидкого зниження рівня pH сечі та кристалурії, підвищення діурезу, стабілізації сечовиділення та відсутності дизурії.

Ключові слова: *сечокам'яна хвороба, уролітіаз, уроцистит, коти.*

Вступ. Одне з провідних місць серед урологічних патологій домашніх тварин займає сечокам'яна хвороба. Сечокам'яна хвороба (уролітіаз) – це поліетіологічне захворювання, яке характеризується наявністю та дією уроконкрементів або великої кількості кристалів на сечовидільні шляхи [5; 6]. Кристали, або уроліти, подразнюють слизову оболонку сечових шляхів, провокуючи порушення сечовиділення, часто викликаючи закупорку уретри. Дана хвороба в літературі зустрічається під такими назвами: уретрит, камені в сечі, камені сечового міхура, нирковокам'яна хвороба [10].

Останнім часом у структурі захворюваності котів урологічна патологія посідає одне з перших місць разом з іншими хірургічними захворюваннями за частотою реєстрації та кількістю летальних випадків [8].

Сечокам'яна хвороба має давню історію, але питання її етіології, патогенезу, клініки, лікування та профілактики залишаються дискусійними та до кінця не вивченими [2]. Про сечокам'яну хворобу вперше заговорили в 1970-х роках. Цей ефект пояснюється каліцивірусними та герпесвірусними інфекціями. Але ця причина не була підтверджена іншими дослідженнями. Вчені припускають, що використання сухого корму або змішування його з домашньою їжею може викликати СКХ. Водночас встановлено важливу роль солей магнію у виникненні сечокам'яної хвороби [9].

Нині встановлено, що при зневодненні та підвищенні pH сечі у котів формуються конкременти в органах сечовидільної системи та виникає сечокам'яна хвороба [3].

© Ковальова О. М., 2023
DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.16

Сечокам'яна хвороба трапляється у котів майже будь-якого віку і особливо поширена у віці від 1 до 6 років [6]. У домашніх котів ця патологія трапляється найчастіше. У некастрованих рідше розвивається сечокам'яна хвороба. Частіше хворіють кастровані коти. У таких тварин акт сечовиділення трохи рідше, що сприяє накопиченню кристалів. Серед породистих котів до захворювання більш сприйнятливі такі породи, як персидські, російські голубі, сіамські, бірманські, картезіанські та мейн-кун [1; 2].

Сукупність низки факторів призводить до збільшення кількості летальності від сечокам'яної хвороби котів з кожним роком, а методи діагностики, лікування та профілактики сечокам'яної хвороби котів ще не повністю розроблені [7].

Актуальним залишається питання вдосконалення наявних діагностичних, лікувальних і профілактичних заходів, що потребує продовження досліджень етіології, патогенезу та розробки лікувально-профілактичних підходів до сечокам'яної хвороби котів [4].

Лікарські препарати, дієтичні добавки та корми, створені для лікування уролітіазу котів, володіють недостатньою ефективністю. Висока смертність від цього захворювання і відсутність ефективної профілактики спонукають науковців та лікарів ветеринарної медицини до пошуку нових засобів лікування сечокам'яної хвороби [3].

Мета роботи – дослідити розповсюдження сечокам'яної хвороби, дати порівняльну характеристику на основі даних щодо вікової та породної захворюваності у м. Вінниця та прилеглих її регіонах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження виконувались на базі приватної лікарні ветеринарної медицини "VinVet" у м. Вінниця, Вінницької області та на кафедрі нормальної та патологічної морфології і фізіології факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Під час дослідження було встановлено істотне поширення заразної та незаразної патології серед дрібних тварин, особливо котів. При цьому значна питома вага належить сечокам'яній хворобі. Таким чином, об'єктом дослідження були коти різних порід віком від 2 до 8 років (157 гол.), хворих на сечокам'яну хворобу. Для більш точного визначення поширення вказаної патології були проаналізовані документи первинної ветеринарної звітності, а також ураховані особисті спостереження під час досліджень. Для вивчення поширення захворюваності сечокам'яної хвороби у котів проводили аналіз даних ветеринарної звітності клініки, записів у журналі із використанням електронної програми "JetVet" для реєстрації хворих тварин. При цьому ми враховували вікову та породну розповсюдженість сечокам'яної хвороби. При проведенні аналізу нас цікавило таке: кількість дрібних тварин, в яких протягом року реєстрували незаразні, інфекційні та паразитарні захворювання; структура зареєстрованої незаразної патології, зокрема хірургічної, видова, вікова, породна приналежність, сезонність прояву хвороби.

Діагностика незаразної патології базувалась на результатах клінічного обстеження хворих із урахуванням виявлених симптомів захворювань, стадійності їх перебігу, застосовувалися лабораторні (дослідження крові, сечі тощо), складні інструментальні (рентгенографія, ультразвукові) методи дослідження, а також результати спеціальних досліджень (копрологічних, серологічних). Ми враховували епізоотичну ситуацію в м. Вінниця та Вінницькій області.

Для лабораторного дослідження ми відбирали проби крові із стегнової вени. Проби сечі відбирали за допомогою катетеризації сечового міхура, а за неможливості її проведення проводили цистоцентез.

У крові визначали вміст еритроцитів, лейкоцитів та рівень гематокриту й гемоглобіну загальноприйнятими методами. Дослідження сечі проводили за використання тест-смужок "Nefrophan" фірми "Pliva", що дало можливість визначати pH сечі, вміст білку, крові, лейкоцитів та гемоглобіну.

При реєстрації тварин у клініку із симптомами порушень у нижньому відділі сечовивідної системи їм проводили загальне клінічне обстеження, яке включало: визначення загального стану тварини, визначення габітусу, стану волосяного покриву, шкіри, підшкірної клітковини, видимих слизових оболонок та поверхневих лімфатичних вузлів, вимірювання температури тіла, пульсу, дихання; а також спеціальні методи дослідження: ультразвукове дослідження, лабораторне дослідження крові, сечі.

Результати наших досліджень свідчать про те, що серед незаразної патології у дрібних тварин найбільша питома вага належить хірургічній. Склад хірургічної патології, зареєстрованої протягом останніх двох років у дрібних тварин за даними ветеринарної клініки «VinVet» м. Вінниця, відображений у таблиці 1.

Дані таблиці свідчать про те, що у дрібних тварин найчастіше виявляли рани (18,6%) та хвороби сечостатевої системи (17,6%), дещо менше хвороби шкіри (16,3%) та вуха (13,3%), далі ішли хвороби кісток (10,3%). Значно менше траплялися новоутворення (7,7%), хвороби суглобів (6,0%), органів зору (5,4%) та м'язів (4,8%).

Усі перераховані види патологій, окрім ран, хвороб суглобів та кісток, виявляли переважно в котів і менше в собак. Також потрібно відмітити таку різницю: у котів найбільш поширеними хірургічними захворюваннями є ураження сечостатевої системи (23,6%), а потім рани (13,8%), у собак, навпаки, – рани (24,5 %), а потім хвороби шкіри (16,6%). У котів новоутворення виявляли частіше, ніж у собак.

Таким чином, за аналізом проведених досліджень виявилося, що в умовах ветеринарної клініки "VinVet" м. Вінниця хвороби сечостатевої системи у котів займають провідне місце порівняно з іншими хірургічними хворобами.

Таблиця 1. Структура хірургічної патології, зареєстрованої в 2021–2022 роках у дрібних тварин

Патологія	Хворих тварин						Співвідношення коти/собаки, %
	всього		коти		собаки		
	гол.	%	гол.	%	гол.	%	
Рани	320	18,6	129	13,8	191	24,5	40/60
Хвороби сечостатевої системи	302	17,6	221	23,6	81	10,4	73/27
Хвороби шкіри	280	16,3	150	16,0	130	16,6	53/47
Хвороби органів слуху	228	13,3	140	14,9	88	11,3	61/39
Хвороби кісток	176	10,3	84	9,0	92	11,8	48/52
Хвороби суглобів	103	6,0	45	4,8	58	7,4	44/56
Хвороби м’язів	83	4,8	43	4,6	40	5,1	52/48
Хвороби органів зору	93	5,4	54	5,7	39	5,0	58/42
Новоутворення	132	7,7	70	7,6	62	7,9	53/47
Всього	1717	100	936	100	781	100	55/45

Дані, відображені на рис. 1, свідчать про те, що серед хвороб сечостатевої системи найбільш часто реєструється саме сечокам’яна хвороба, яка складає 66,3% відносно уроциститу (31%), а захворювання нижнього відділу сечовивідних шляхів становлять 17,1%.

У результаті аналізу проведеної роботи протягом останніх двох років у ветеринарній клініці “VinVet” м. Вінниця виявлено 221 випадок захворюваності у котів сечостатевої системи. Серед цих тварин було виявлено 157 котів із сечокам’яною хворобою (СКХ). Слід відмітити, що 102 тварини, або 65%, виявилися кастрованими.

Досліджено те, що коти хворіють у 81% випадків, а кішки у 19% (рис. 2).

Це пов’язано із анатомічною будовою уретрального каналу: уретра самців вузька і має S подібний згин перед os penis, де частіше всього проходить затримка уроконкрементів, що викликає закупорку уретрального каналу і затримку або відсутність сечовиділення, що може призвести до уремії та загибелі тварини. Уретра кішки коротка і широка, що сприяє самовільному відходженню сечового піску та дрібних уроконкрементів.

Дані щодо захворювання котів на СКХ за породами представлені у (табл. 2) За отриманими результатами досліджень виявилося, що левова частка тварин, які захворіли на СКХ, припадає на персидських котів – 35,0%.

Рис. 1. Хвороби сечостатевої системи

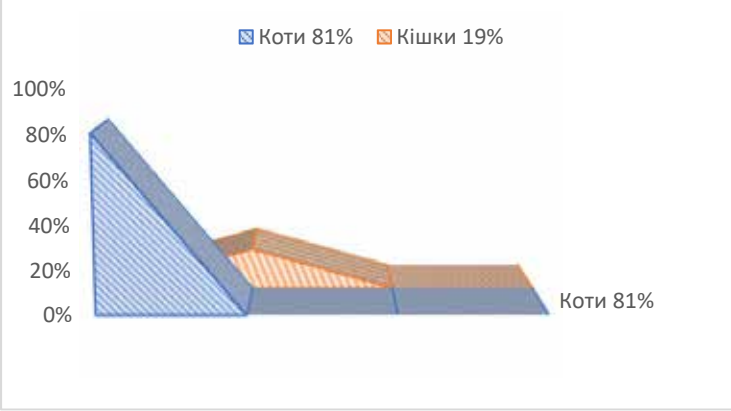

Рис. 2. Структура сечокам’яної хвороби у котів і кішок

Таблиця 2. Кількість випадків захворювання котів на СКХ залежно від породи

Порода котів, хворих на СКХ	Кількість тварин	У відсотках
Персидські	55	35
Безпородні	43	27,4
Сіамські	17	10,8
Британські	14	9,0
Інші	28	17,8
Всього	157	100

Найменшим виявився відсоток хворих серед породи британських висловухих котів – 9,1%. Цікавим виявився і той факт, що серед безпородних котів відсоток захворювання на СКХ становив 27,4%. Це був другий показник серед усіх тварин, що захворіли.

Аналізуючи матеріали, ми встановили, що частота виявлення уролітіазу котів за останні роки значно зросла відносно попередніх. Основними причинами росту захворювання можна назвати такі: зміни в годівлі (інтенсивне вживання сухих кормів), малоактивний спосіб життя, генетичну схильність тварин, завезення нових порід, погано адаптованих до наших кліматичних умов, погіршення екологічного стану та якості води. Серед хворих 157 котів більшість не мала достатнього моціону.

Раціон хворих тварин був таким: натуральні продукти (рибу, яловичину, субпродукти, овочі, крупи) отримували 24% котів; спеціальні корми (Whiskas, Kiti Ket, Hills, Royal Canin, Purina Pro Plan) отримувало 37% котів; змішаний тип годівлі отримувало 39% тварин.

Висновки. Під час дослідження тварин, хворих на сечокам'яну хворобу, було виявлено, що на розвиток патологічного процесу впливають екзогенні та ендогенні фактори. До ендогенних чинників належать такі: гіперпаратиреоз, анатомічні особливості, порушення функції шлунково-кишкового тракту, інфекція, вроджена гіпероксалатурія, аномалії розвитку сечовивідних шляхів, зниження синтезу інгібіторів. До екзогенних – підвищений вміст солеутворюючих речовин у їжі, недостатнє споживання води, гіподинамія, ожиріння, температура зовнішнього середовища, підвищена твердість води та вміст у ній кальцію та магнію, перенасичена вапняковими солями вода, нестача мікроелементів в оточуючому середовищі, надмірне вживання білкової їжі, гіповітаміноз А.

Отримані результати досліджень мають практичне значення для використання у ветеринарній терапії, зокрема при лікуванні котів. Застосування лікувальних кормів Purina UR Urinary Feline у котів призводить до швидкого зниження рівня pH сечі та кристалурії, підвищення діурезу, стабілізації сечовиділення та відсутності дизурії.

Список використаних джерел:

1. Кондрахін І.П. Уролітіаз у собак і котів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2010. № 2. С. 93–97.
2. Левченко В.І., Кондрахін І.П., Влізло В.В. Внутрішні хвороби тварин. Біла Церква, 2001. Ч. 2. 544 с.
3. Локес П.І., Стовба В.Г., Кришева Л.П. Ультразвукова діагностика у ветеринарній медицині дрібних тварин. Полтава, 2015. 69 с.
4. Поширення, діагностика сечокам'яної хвороби у собак і котів. Сучасні аспекти лікування і профілактики хвороб тварин / В.Ю. Маршук, Б.Д. Кислицький, В.М. Соколюк, І.П. Лігоміна. Полтава, 2021. С. 111–112.
5. Рубленко С.В., Ясинецька О.М. Невідкладна допомога за гострої обструкції сечовивідних шляхів у котів. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету.* 2017. № 7. С. 142–143 с.
6. Haller M. Research of kidney function in dogs and cats. *Waltham Focus*. 2023. Т. 10. № 1. С. 10–14.
7. Efficacy and safety of laser in fragmentation of urocystoliths and urethroliiths for removal in dogs / J.P. Lulich, C.A. Osborne, H. Albasan, M. Monga, J.M. Bevan. *J. Am. Vet. Assoc*. 2009. № 10. P. 1279–1285.
8. Osborne C.A., Lulich J.P., Bartges J.W. Canine and feline urolithiasis: relationship of etiopathogenesis to treatment and prevention. Febiger, Philadelphia PA Press, 2019. P. 64.
9. Smith H.E., Stevenson A.E., Peter J.M. Urinary Relative Supersaturations of Calcium Oxalate and Struvite in Cats Are Influenced by Diet. *Journal Nutrition*. 2022. № 1. P. 128.
10. Stevenson A.E., Markwell P.J., Kasldas G.P. Preliminary data from quantitative analysis of canine urolithiasis in Great Britain. *Proceedings of the 9th International Symposium on Urolithiasis*. 2021. P. 792–793.

Kovalova O. M.
Master of Veterinary Medicine,
Assistant at the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *frolova.vas4422@gmail.com*
ORCID: *0009-0000-9131-9380*

ANALYSIS OF THE SPREAD OF UROLITHIASIS DISEASE IN SMALL ANIMALS IN THE VINNITSIA REGION

Abstract

The spread of urolithiasis was investigated, and a comparative characteristic was given based on data on the species, age and breed morbidity of small animals in the city of Vinnytsia and its neighboring regions. To determine the prevalence of the specified pathology, primary veterinary reporting documents were analyzed, as well as personal observations during research.

When studying animals with urolithiasis, it was established that the development of the pathological process is influenced by exogenous and endogenous factors. In particular, in cats, the most common surgical diseases are lesions of the genitourinary system (23.6%), followed by wounds (13.8%), in dogs, on the contrary, wounds (24.5%), followed by skin diseases (16.6%); neoplasms were detected more often in cats than in dogs. Among the diseases of the genitourinary system, urolithiasis is the most frequently registered, which is 66.3% in relation to urocystitis, 31%, and diseases of the lower urinary tract are 17.1%. As a result of the analysis of the work carried out, 221 cases of diseases of the genitourinary system were found in cats. Among these animals, 157 cats with urolithiasis (UCD) were found. It should be noted that 102 animals or 65% were castrated.

It has been studied that cats get sick 81% more often than cats – 19%. The main reasons for the growth of the disease can be named: changes in feeding (intensive use of dry feed), inactive lifestyle, genetic predisposition of animals, introduction of new breeds poorly adapted to our climatic conditions, deterioration of the ecological state and water quality.

It has been established that the use of medicated feed: Purina UR Urinary Feline in cats leads to a rapid decrease in urine pH and crystalluria, increased diuresis, stabilization of urination and absence of dysuria.

Key words: *kidney stone disease, urolithiasis, urocystitis, cats.*

References

1. Kondrakhin, I.P. (2010) Urolitiaz u sobak i kotiv [Urolithiasis in dogs and cats]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2. (93–97) [in Ukrainian].
2. Levchenko, V.I., Kondrakhin, I.P., & Vlizlo, V.V. (2001) Vnutrishni khvoroby tvaryn. [Internal diseases of animals] m. Bila Tserkva, Ch. 2, P. 544 [in Ukrainian].
3. Lokes, P.I., Stovba, V.H., & Krysheva, L.P. (2015) Ultrazvukova diahnostyka u veterynarnii medytsyni dribnykh tvaryn. [Ultrasound diagnostics in veterinary medicine of small animals] Poltava, P. 69 [in Ukrainian].
4. Marshuk, V.Iu., Kyslytskyi, B.D., Sokoliuk, V.M., & Lihomina, I.P. (2021) Poshyrennia, diahnostyka sechokaminanoi khvoroby u sobak i kotiv. Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn. [Prevalence, diagnosis of urolithiasis in dogs and cats. Modern aspects of treatment and prevention of animal diseases]. Poltava (111–112) [in Ukrainian].
5. Rublenko, S.V., & Yasynetska, O.M. (2017) Nevidkladna dopomoha za hostroi obstruktsii sechovyvidnykh shliakhiv u kotiv [Uncomplicated care for acute obstruction of the sinus ducts in cats]. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*, m. Bila Tserkva, (142–143) [in Ukrainian].
6. Khaller, M. (2023) Doslidzhennia funktsii nyrok u sobak i kotiv [Study of kidney function in dogs and cats]. Waltham Focus. T. 10, № 1. (10–14) [in Ukrainian].
7. Lulich, J.P., Osborne, C.A., & Bartges, J.W. (2019) Canine and feline urolithiasis: relationship of etiopathogenesis to treatment and prevention. Febiger, Philadelphia PA Press, P. 64.
8. Osborne, C.A., Lulich, J.P., Albasan, H., Monga, M., & Bevan, J.M. (2009) Efficacy and safety of laser in fragmentation of urocystoliths and urethroliiths for removal in dogs J. Am. Vet. Assoc. № 10. (1279–1285).
9. Smith, H.E., Stevenson, A.E., & Peter, A.E. (2022) Urinary Relative Supersaturations of Calcium Oxalate and Struvite in Cats Are Influenced by Diet. Journal Nutrition. P. 128.
10. Stevenson, A.E., Markwell, P.J., & Kasldas, G.P. (2021). Preliminary data from quantitative analysis of canine urolithiasis in Great Britain. Proceedings of the 9th International Symposium on Urolithiasis. (792–793).

УДК 619:616.5-006:018

Ліщук С. Г.
кандидатка сільськогосподарських наук,
асистентка кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *itomlin@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-6294-5259*

Ковальова О. М.
магістр ветеринарної медицини,
асистентка кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *frolova.vas4422@gmail.com*
ORCID: *0009-0000-9131-9380*

Добровольський В. А.
магістр ветеринарної медицини,
асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *Dobrovolsky.va@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-2678-5649*

МОРФОЛОГО-ГІСТОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА НОВОУТВОРЕНЬ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ В КІШОК

Анотація

У статті представлено результати досліджень клініко-морфологічного прояву новоутворень у кішок, а саме пухлини молочної залози, що інфільтрує просту трубчасту помірнодиференційовану карциному за гістологічною класифікацією та відрізняється вираженим інвазійним зростанням та метастазуванням. Дослідження виконувались на базі приватної лікарні ветеринарної медицини «VinVet» у м. Вінниця, Вінницької області та на кафедрі нормальної та патологічної морфології і фізіології факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Під час аналізу даних були враховані фізіологічні, клінічні та патоморфологічні параметри. Поруч із загальними методами дослідження стану тварини (біохімічний аналіз крові, загальний аналіз крові, ультрасонографія черевної порожнини) були застосовані гістологічні методи досліджень.

Встановлено, що результати загального та біохімічного дослідження крові знаходяться в межах фізіологічної норми, змін у складі периферичної крові не виявлено, що може свідчити про лише початковий розвиток пухлинних процесів. Проте підвищення рівня гемоглобіну, еритроцитів та лімфоцитів є ознакою анемічного синдрому. Подібний результат також свідчить про наявність онкологічного захворювання на ранніх стадіях. Макроскопічно новоутворення представлено пухлинними вузлами в правих та лівих молочних пакетах.

Аналіз гістозрізу показав, що новоутворення представлене клітинами, організованими у тубули, з одним-двома шарами епітеліальних клітин з атипією та розміщеними між ними фібробластами від низьких призматичних у ділянці протокових структур до поліморфних у ділянках із солідною будовою тканини, з еозинофільною цитоплазмою, із нормальними та патологічними амітозами (асиметричний мітоз, утворення хроматидних містків в анафазі).

Ключові слова: *кішка, гістологія, карцинома, молочна залоза.*

Вступ. Останнім часом все більшу увагу привертає загальне збільшення числа пухлинних захворювань у дрібних домашніх тварин, які наразі досягають 25% від загальної патології [2]. Так, найрозповсюдженішими онкологічними захворюваннями кішок є пухлини молочної залози – надмірне і неконтрольоване організмом розростання тканин молочної залози та рак (карцинома) молочної залози (злоякісна пухлина з епітеліальної тканини молочної залози). При цьому вони займають третє місце за частотою серед усіх новоутворень у домашніх кішок і становлять приблизно 17% від загального числа [4].

У кішок 85–95% новоутворень молочних залоз є злоякісними [1]. Доброякісні патології та пухлини зустрічаються у 5–15%. До них відносять такі гіперпластичні та диспластичні процеси, як фіброепітеліальна гіперплазія, лобулярна гіперплазія, протокова ектазія молочних залоз [6]. Також трапляються різні види аденом/фіброаденом [3].

© Ліщук С. Г., Ковальова О. М., Добровольський В. А., 2023 **DOI:** https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.17

Серед злоякісних процесів у кішок переважають епітеліальні новоутворення, проте можуть траплятися саркоми та інші неепітеліальні пухлини (мастоцитома, лімфома) молочних залоз [7]. Більшість карцином розвивається з люмінарного епітелію проток та альвеол. Пухлини змішаного походження трапляються рідше [5].

Найчастіше у кішок трапляються карциноми молочних залоз тубулярно-папілярного, солідного та анапластичного типу. До більш рідкісних типів відносять карциному, що містить ліпід, муцинозну карциному, веретеноклітинну карциному і карциному з плоскоклітинною диференціацією. У кішок також трапляються запальні карциноми, але набагато рідше, ніж у собак [1; 9].

Своєчасна рання диференціальна діагностика злоякісних процесів є єдиним способом боротьби з раком молочних залоз як людини, так і тварин [1; 8]. Алгоритм діагностики при патології молочної залози включає збирання анамнезу, клінічний огляд, інструментальні методи дослідження (рентген, ультразвукове дослідження), а також мікроскопічне дослідження тканини новоутворення з метою її ідентифікації та верифікації діагнозу [5].

Гістологічне дослідження – це морфологічний метод аналізу клітинного складу патологічних процесів (пухлинних та непухлинних), за якого об'єктом дослідження служать окремі клітини та їх комплекси без урахування архітектоніки тканини, з якої вони були отримані [8].

Останнім часом метод активно використовують у клінічній ветеринарній онкології. Цілями його є: діагностика патологічних процесів при первинному надходженні тварини (це дозволяє швидко поставити морфологічний діагноз перед призначенням терапії); термінова інтраопераційна діагностика; оцінка динаміки онкологічних процесів та виявлення рецидивів [10].

Мета роботи. Завданням наших досліджень було вивчення клініко-морфологічного прояву новоутворень у кішок. Нами була вивчена пухлина молочної залози у кішки, що інфільтрує просту трубчасту помірнодиференційовану карциному за гістологічною класифікацією, що відрізнялася вираженим інвазійним зростанням та метастазуванням.

Згідно з літературними даними найчастішими ділянками метастазів при онкологічних процесах у молочній залозі у кішок є легені, печінка, рідше селезінка, нирки, надниркові залози, серце та кістки, а метастазування здійснюється лімфогенним та гематогенним шляхом [8].

У нашому ж випадку метастазування було нетиповим для даного виду пухлин, оскільки воно значною мірою було імплантаційним за своїм характером і зумовлювалося інфільтративним зростанням пухлинної тканини, тому результати даного дослідження можуть становити інтерес для діагностики та прогнозування у ветеринарній онкології.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження виконувались на базі приватної лікарні ветеринарної медицини «VinVet» у м. Вінниця, Вінницької області та на кафедрі нормальної та патологічної морфології і фізіології факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Під час аналізу даних були враховані фізіологічні, клінічні та патоморфологічні параметри. Поруч із загальними методами дослідження стану тварини (біохімічний аналіз крові, загальний аналіз крові, ультрасонографія черевної порожнини) були застосовані гістологічні методи досліджень.

Матеріалом гістологічного дослідження став патологічний матеріал, отриманий після проведеного хірургічного лікування. При проведенні тонкоголкової аспіраційної біопсії пухлину фіксують пальцями лівої руки, правою рукою перпендикулярно до шкіри вводять голку. Після цього фіксація зрізів товщиною 30 мкм, була пофарбована з використанням розчину Май – Грюнвальда за загальноприйнятою методикою, забарвлення мазків проводилося азуреозіном за Романовським – Гімза, експозиція 25 хв. Заливка в ParaplastPlus®. Частина гістологічних зрізів отримана за допомогою заморожуючого мікротому МЗ-2, частина – шляхом заливання до парафіну та нарізки на санному мікротомі МС-2. Зафарбовані зрізи поміщені у синтетичний бальзам. Для мікроскопічного дослідження застосовувався світловий мікроскоп Leica DME ок. 16х; об. 4х, 8х, 40х [3; 7].

Забір крові проводився натще з латеральної підшкірної вени передньої кінцівки. Біохімічні показники сироватки крові досліджували за допомогою автоматичного аналізатора «STAT FAX 1904+» (США). У сироватці крові визначали сечовину, загальний білок, глюкозу, аланінамінотрансферазу (АлАт), аспартатамінотрансферазу (АсАт), лужну фосфотазу.

Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили визначенням середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (p) з використанням таблиці t-критеріїв Стьюдента, а також за допомогою стандартного пакету «Statistica» у програмі Microsoft Exsel 2013 і Statsf [5].

Ультразвукове дослідження ділянки ураження змін не виявило.

Гематологічні показники підтверджують розвиток запальних процесів в організмі хворих тварин, накопичення медіаторів запалення та інтоксикацію. Реакція з боку системи крові залежить від виду пухлини, її локалізації та поширення.

Результати загального та біохімічного дослідження крові знаходяться в межах фізіологічної норми, змін у складі периферичної крові не виявлено (табл. 1 та 2), що може свідчити про лише початковий розвиток пухлинних процесів.

Таблиця 1. Біохімічний аналіз крові (M ± m)

Показник	Норма	Результати дослідження (M ± m)
АЛТ, мкмоль/л	6–76	37 ± 0,13
АСТ, мкмоль/л	10–48	19 ± 0,23
Лужна фосфотаза	81–85	84 ± 0,12
Креатинін, мг/л	5–8	5,88 ± 0,22
Глюкоза	3,4–6,1	6,2 ± 0,10
Загальний білок	50,0–85,0	61,2 ± 0,18
Сечовина	2,1–12,2	10 ± 0,13

Примітка: різниця є вірогідною (Pt < 0,05)

Таблиця 2. Загальний клінічний аналіз крові (M ± m)

Вид дослідження	Норма	Результати досліду (M ± m)
HGB, g/L	110–190	178 ± 0,05
MCV, FL	62,0–72,0	71,6 ± 0,8
MCH, pg	20,0–25,0	21,5 ± 0,13
Lymph, %	12,0–30,0	25,8 ± 0,03
Gran, %	60,0–83,0	81,9 ± 0,10
Mon, %	2,0–9,0	6,3 ± 0,18
HCT, % 4	39,0–56,0	51 ± 0,12

Примітка: різниця є вірогідною (Pt < 0,005)

Концентрація аланінамінотрансферази (АлАт), аспартатамінотрансферази (АсАт), лужної фосфотази, глюкози, загального білка, креатиніну та сечовини у сироватці крові кішки характеризувалася деякими коливаннями показників, проте не виходила за межі фізіологічних норм для цього виду тварин.

Підвищення критеріїв рівня гемоглобіну, еритроцитів та лімфоцитів є ознакою анемічного синдрому. Подібний результат свідчить про наявність онкологічного захворювання на ранніх стадіях.

Аналіз гістозрізу показав (рис. 1), що новоутворення представлене клітинами, організованими у тубули, з одним-двома шарами епітеліальних клітин з атипією та розміщеними між ними фібробластами.

У полі зору мікроскопу містяться клітини від низьких призматичних у ділянці протокових структур до поліморфних у ділянках із солідною будовою тканини, з еозинофільною цитоплазмою, із нормальними та патологічними амітозами (асиметричний мітоз, утворення хроматидних містків в анафазі). Ядра епітеліальних клітин

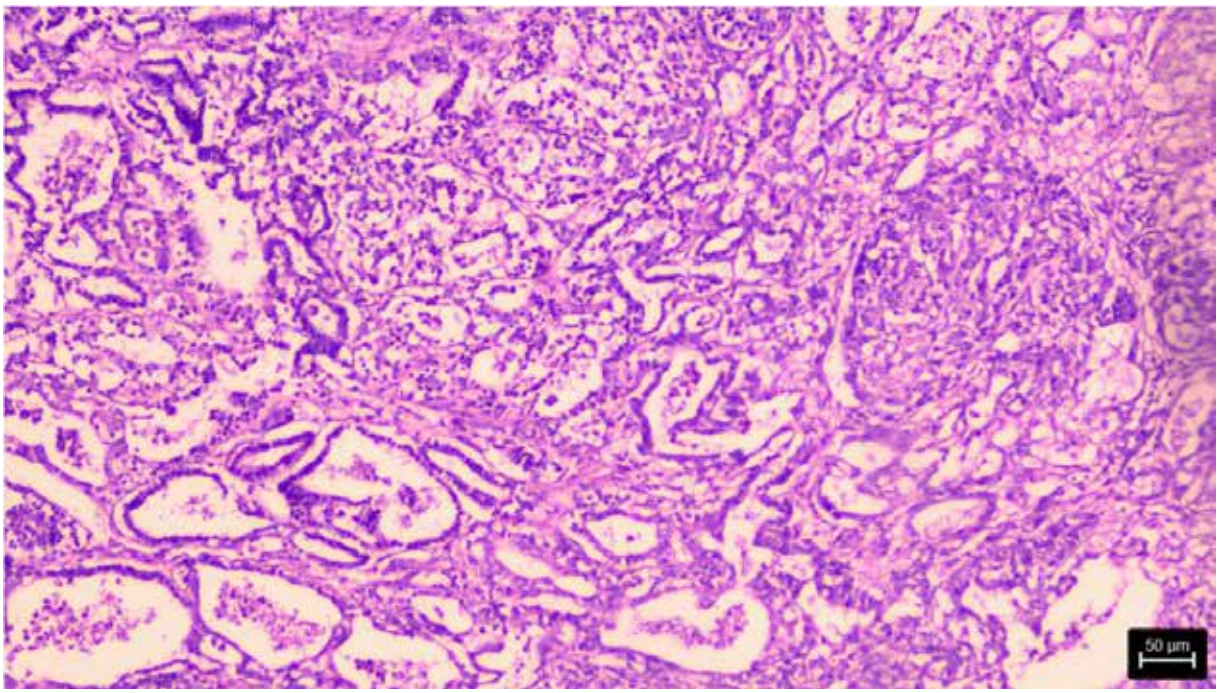

Рис. 1. Проста трубчаста карцинома молочної залози (помірнодиференційована) Фарбування азуреозіном за Романовським – Гімза. Microscope: DM3000, Zoom Iris: 50 mm, Video DOF: Camera: FLEXACAM-C1-2721240065, Format: 2160p, 3840x2160, Exposure: 30.000 ms

великі, з конденсованим крупними глибками хроматином, містять одне виражене ядерце, велике ядерно-цитоплазматичне співвідношення. Вони переважно базофільні, гіперхромні, великі, зміщені до центру клітин.

Тубулярна структура < 75%, ядерний плеоморфізм помірно виражений, 1 мітоз на поле зору (400х). Присутні некрози. Формується відмежований вузлик, заключений у псевдокапсулу, із інфільтративним ростом в неї.

Висновки. Макроскопічно новоутворення представлено пухлинними вузлами у правих та лівих молочних пакетах та може бути класифіковане як проста трубчаста карцинома молочної залози. Результат гістологічного діагнозу не є остаточним і отримав рекомендації для подальшого дослідження.

Комплекс морфологічних методів дослідження разом із фізичним оглядом – поки що єдиний метод постановки остаточного діагнозу неопластичного процесу. Загалом гістологічний метод дослідження дозволяє диференціювати доброякісні (включаючи запальні) і злоякісні процеси та у більшості випадків дає можливість поставити точний морфологічний діагноз. Накопичений на даний момент досвід гістологічного аналізу різних утворень та процесів у ветеринарній онкології розширив можливості методу та дозволяє віднести його до самостійного методу морфологічної діагностики патологічних процесів у дрібних домашніх тварин.

Список використаних джерел

1. Аткіс К. Кішка. Ваш домашній улюбленець : альбом-енциклопедія. Київ : Аткіс, 2010. 256 с.

2. Білий Д.Д. Особливості клінічного перебігу неоплазій молочної залози у кішок. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини.* 2015. № 31 (2). С. 40–43.

3. Горальський Л.П., Хомич В.Т., Кононський О.І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології. Житомир : Полісся, 2015. 388 с.

4. Дубровіна Є.В. Любителям кішок про здоров'я і хвороби. Київ : Колос, 2020. 288 с.

5. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в медикобіологічних дослідженнях із використанням Excel. Київ : Моріон, 2021. 405 с.

6. Михайленко Н.І., Войцехович Д.В. Органна локалізація пухлин у дрібних тварин різних видів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького.* 2018. Т. 19. № 77. С. 162–165.

7. Пачес А.І. Пухлини епітеліального походження. Київ : Либідь, 2017. 479 с.

8. Misdorp W., Else R., Hellmen E. Histological Classification of mammary tumors of the dog and cat. Armed Forces Inst. Pathol. in cooperation with Amer. Registry of Pathol. and World Health Organization Collaborating Center for World Reference on Compar. Oncol., Washington, DC. 2019. 158 p.

9. Classification and grading of cat mammary tumors / M. Goldschmidt, L. Pena, R. Rasotto, V. Zappulli. *Vet. Pathol.* 2021. № 48 (1). P. 117–131.

10. Serum Amyloid A Promotes Invasion of Feline Mammary Carcinoma Cells / T. Tamamoto, K. Ohno, Y. Goto-Koshino, H. Tsujimoto. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2018. Т. 76. № 8. С. 1183–1188.

Lishchuk S. G.
Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant at the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *itomlin@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-6294-5259*

Kovalova O. M.
Master of Veterinary Medicine,
Assistant at the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *frolova.vas4422@gmail.com*
ORCID: *0009-0000-9131-9380*

Dobrovolsky V. A.
Master of Veterinary Medicine,
Assistant at the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *Dobrovolsky.va@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-2678-5649*

MORPHOLOGICAL AND HISTOLOGICAL DIAGNOSIS OF MAMMARY GLAND NEUTRALS IN CATS

Abstract

The article presents the results of research into the clinical and morphological manifestation of neoplasms in cats, namely, a mammary gland tumor infiltrating a simple tubular moderately differentiated carcinoma according to histological classification and characterized by pronounced invasive growth and metastasis. Research was carried out on the basis of the private hospital of veterinary medicine "VinVet" in the city of Vinnytsia, Vinnytsia region and at the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Husbandry Technologies of the Higher Education Institution "Podilskyi State University".

Physiological, clinical and pathomorphological parameters are taken into account during data analysis. In addition to the general methods of examining the animal's condition (biochemical blood analysis, general blood analysis, ultrasonography of the abdominal cavity), histological research methods were used.

It was established that the results of the general and biochemical examination of the blood are within the physiological norm, no changes in the composition of the peripheral blood were detected, which may indicate only the initial development of tumor processes.

However, an increase in hemoglobin, erythrocyte and lymphocyte criteria is a sign of anemic syndrome. A similar result also indicates the presence of an oncological disease in the early stages. Macroscopically, the neoplasm is represented by tumor nodes in the right and left mammary gland. Analysis of the histosection showed that the neoplasm is represented by cells organized into tubules with one or two layers of epithelial cells with atypia and fibroblasts placed between them, from low prismatic in the area of ductal structures to polymorphic in areas with solid tissue structure, with eosinophilic cytoplasm, with normal and pathological amitoses (asymmetric mitosis, formation of chromatid bridges in anaphase).

Key words: *cat, histology, carcinoma, mammary gland.*

References

1. Atkis, K. (2010). Albom-entsyklopediia "Kishka. Vash domashnii uliublenets" [Album Encyclopedia. Cat. Your pet]. Kiev, "Eksmo" 256. [in Ukrainian].

2. Bilij, D.D. (2015). Osoblivosti klinichnogo perebigu neoplazij molochnoyi zalozi u kishok. [Features of the clinical course of mammary gland neoplasia in cats]. Problemi zooinzheneriyi ta veterinarnoyi medicini. №. 31 (2). S. 40–43. [in Ukrainian].

3. Horalskyi, L.P., Khomych, V.T., & Kononskyi O.I. (2015). Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii. [Basics of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions]. Zhytomyr: Polissia. [in Ukrainian].

4. Dubrovina, I.V. (2020) Liubyteliam kishok pro zdorovia i khvoroby [Lovers of cats about health and disease]. Kiev, "Kolos", 288 [in Ukrainian].

5. Lapach, S.N., Chubenko, A.V., & Babych, P.N., et al. (2021). Statystychni metody v medykobiolohichnykh doslidzhenniam iz vykorystanniam Excel. [Statistical methods in biomedical research using Excel] 2001: Kyiv, Morion. [in Ukrainian].

6. Mihajlenko, N.I., & Vojcehovich, D.V.(2018). Organna lokalizaciya puhlin u dribnih tvarin riznih vidiv. [Organ localization of tumors in small animals of various species]. Naukovij visnik LNUVMBT imeni S.Z. Gzhickogo, t 19 № 77. S. 162–165. [in Ukrainian].

7. Paches, A.I. (2017) Puhlini epitelialnogo pohodzhennya. [Tumors of epithelial origin].Kiyiv: Libid, 479 s. [in Ukrainian].

8. Eds. Misdorp, W., Else, R., & Hellmen, E. (2019). Histological Classification of mammary tumors of the dog and cat. Armed Forces Inst. Pathol. in cooperation with Amer. Registry of Pathol. and World Health Organization Collaborating Center for World Reference on Compar. Oncol., Washington, DC.158 p.

9. Goldschmidt, M., Pena, L., Rasotto, R., & Zappulli, V. (2021) Classification and grading of cat mammary tumors. Vet. Pathol. 48 (1), 117–131.

10. Tamamoto, T., Ohno, K., Goto-Koshino, Y., & Tsujimoto, H. (2018) Serum Amyloid A Promotes Invasion of Feline Mammary Carcinoma Cells. Journal of Veterinary Medical Science. T. 76.(8) p. 1183–1188.

UDC 619:616.981

Suprovych T. M.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Animal Hygiene and Veterinary Support
for the Cynological Service of the National Police of Ukraine,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *suprovycht@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-4708-6692*

Kolinchuk R. V.
Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant Lecturer at the Department of Veterinary Obstetrics, Internal Pathology and Surgery,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *kolinchuk1976@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-5746-2837*

Karchevska T. M.
Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at the Department of Infectious and Invasive Diseases,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *ktmkp2015@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-5693-916X*

SPREAD OF BOVINE NECROBACTERIOSIS IN THE KHMELNYTSKYI REGION

Abstract

Bovine necrobacteriosis is a disease that causes significant economic losses in dairy farming. It has been established that the spread of this disease occurs in large farms where highly productive animals are kept.

The paper deals with the distribution of fusobacteria in the farms of Khmelnytsky region and the peculiarities of laboratory diagnostics of the pathogen. For bacteriological examination, biological material was collected in vivo - scrapings from lesions on the border of healthy and necrotic tissue. Identification of cultures was performed on the basis of morphological, tinctorial, cultural and biological properties assessed by conventional bacteriological methods, as well as using the Bergie's determinant.

Necrobacteriosis in the farms was clinically manifested in most dairy cows, with isolated cases in calves. It was found that the highest percentage of sick cows in the entire dairy herd was observed in the second lactation. Necrobacteriosis of the distal limbs was usually complicated by purulent and putrefactive microflora. Fusobacterium necrophorum was always isolated in association with other bacteria: Clostridium difficile, Escherichia coli, Staphylococcus aureus and other opportunistic pathogens. Fusobacterium necrophorum was poorly identified on the basis of morphological and biochemical properties, but the biological test on rabbits gave a consistently positive result. In the presence of F. necrophorum in the pathological material or in the culture, necrosis developed in the rabbit at the puncture site in 3–4 days.

Key words: *necrobacteriosis, Fusobacterium necrophorum, microbiocenosis, bioassay.*

Introduction. Bovine necrobacteriosis is recorded annually on Ukrainian livestock farms. Economic losses from the disease are based on reduced milk production of cows (by 14–50%), reduced calf production from cows that have been infected, and the costs of treatment and prevention measures [14]. Under conditions of year-round stall housing of cows, lesions of the distal limbs occur in 79% of animals and are recorded evenly throughout the year. In stall housing with passive motility in winter and camp housing with grazing on pastures in summer, they are found in 13.8% of the available livestock and mainly in summer [15].

It is known that due to purulent-necrotic processes in the area of the toes in cows, the weight gain of fattening animals decreases by 30–50% or more, and sire bulls reduce sperm production and are quickly culled. In cows with necrobacteriosis, depending on the severity of the pathology, milk yields decrease by up to 50%, calf yield – by 15–20% [20]. It also increases herd rotation, disrupts the breeding plan, which does not allow the genetic potential of the breed to be realized and reduces the profitability of the industry [8; 9; 22].

The disease among animals is most often recorded as an associated infection that manifests itself against the background of reduced body resistance, with immunodeficiency of the B-cell immune system, due to the negative impact of exogenous and endogenous stress factors on the animal body [7; 10; 17].

© Suprovych T. M., Kolinchuk R. V., Karchevska T. M., 2023 **DOI:** https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.18

A retrospective analysis showed that over the past 15 years, the spread of necrobacillosis in Ukraine has been closely linked to the import of breeding cattle from Germany, Hungary, the Netherlands and other European countries where the disease has been recorded for more than 100 years [21].

In order to increase the milk yield of cows, many livestock farms in the country are switching their dairy herds to silage and silage-concentrate feeding types, which are able to provide the maximum amount of milk. However, in most cases, these types of feeding have a negative impact on animal homeostasis and become one of the causative factors of necrobacteriosis. The use of a significant proportion of acidic feed, even benign ones, in the volume of diets for dairy cattle changes the direction of metabolic processes in the body of dairy cattle due to disruption of carbohydrate metabolism and the ratio between lactic acid and VFAs [13].

It is known that the quality of silage is directly related to the pH value. The reaction of the silage medium with a pH value of 4.4 indicates its preservation through fermentation processes with the formation of lactic acid, which ensures its highest quality. Silage pH values above 4.4 indicate proteolytic fermentation of silage with the formation of butyric, propionic and other acids, amines and ammonia, which change the direction of metabolism [18]. Such changes provoke the gradual development of metabolic acidosis and functional disorders, including water-salt metabolism. At the same time, due to increased water retention in the interstitial environment, geodynamics is disturbed, and tissues become hydrophilic. In addition, the progression of metabolic acidosis causes the mobilization of Ca, Na and P ions from bones, which negatively affects the general condition of bone tissue and hoof horn tissue. At this time, the stomach reflexively reduces the secretion of hydrochloric acid, which leads to ulcers. In the fore stomachs of cattle, favorable conditions are created for the development of opportunistic microflora, which is constantly present in them [23].

Therefore, the introduction of silage or silage-concentrate feeding in dairy cattle breeding is an endogenous causal factor for the emergence and rapid spread of necrobacteriosis with a significant impact on the dairy herd in farms [24]. According to foreign scientists, the use of concentrate feeding also ensures high milk yields, but increases the cost per unit of production. Therefore, this practice is not widely used in livestock farms [11]. The emergence and spread of the disease is facilitated by improper animal housing and feeding conditions, short stalls, untimely manure removal, improper use of preventive foot baths, untimely hoof cleaning, and inadequate housing and feeding conditions for heifers and high-yield cows imported from the Netherlands and Germany. Significant economic losses are suffered by those farms that import heifers [1; 2; 16].

Objective. In view of this, the aim of our research was to investigate the spread of fusobacteria in farms of Khmelnytskyi region and to determine the peculiarities of laboratory diagnostics of the pathogen.

Presentation of the main research material. *Materials and methods.* Clinical studies were conducted on the farms of Dunayevetskyi and Bilohirskyi districts of Khmelnytskyi region. Necrobacteriosis of cows was determined taking into account the epizootic situation and on the basis of clinical signs. In case of purulent necrotic lesions of the skin and adjacent connective and muscle tissues, mainly on the lower parts of the limbs, pathological material was collected for bacteriological examination. Scrapings from lesions at the border of healthy and necrotic tissue were sent to the Khmelnytskyi Regional Laboratory of Veterinary Medicine for in vivo examination (n = 20). In two cases, parts of parenchymal organs with necrotic foci were sent.

Isolation and identification of *Fusobacterium necrophorum* was performed in accordance with the Working Instruction «Scheme of bacteriological examination for necrobacteriosis» РІ ВЦ 5.4–139 of 12.07.2013. Stages of bacteriological testing: sample preparation; inoculation on nutrient media; smear microscopy; biological tests; isolation of the pathogen culture; identification of the pathogen; recording of results. Fixed smears were made from necrotized tissues, and impression smears were made from pieces of parenchymal organs, which were stained with Gram, Romanowski-Gimzy and Loeffler's blue. Cultures from pathological material were made in Kitt-Tarozzi medium, which was previously regenerated at 100^0C for 20–30 min. and cooled to 45–50^0C); MPB (meat-peptone broth); MPA (meat-peptone agar) and on serum-glucose agar. Agar plates were placed in anaerobic conditions at 37^0C for 5 days [5].

At the same time, 0.5–1 ml of a suspension of pathological material diluted at a concentration of 1:10 was injected subcutaneously into the middle third of the outer surface of the ear. Also, if necessary, the rabbit was infected with 0.5–1 ml of daily broth culture of the pathogen subcutaneously in the middle third of the outer surface of the ear. In the presence of F. *necrophorum in the* pathological material or in the culture, necrosis developed in the rabbit at the puncture site in 3–4 days. Smears were made from the necrotic area, stained with Gram's and Romanowski-Gimzy stains. If granular stained filaments characteristic of the pathogen were found in the smears, the biological sample was considered positive.

To determine the associations of microorganisms in the necrotic focus of the limbs, pathological material was inoculated on conventional and selective nutrient media, namely, meat-peptone broth, meat-peptone agar, Kitt-Tarozzi broth, salt-blood agar for streptococci, KODA medium, Endo agar, sucrose broth and 6.5% salt agar. Cultures were identified on the basis of morphological, tinctorial, cultural and biological properties assessed by conventional bacteriological methods, as well as using the Bergey's identifier [4].

Research results. Animals in the farm of the Dunayevetskyi district were kept in typical cowsheds, tethered during the stall period, there was practically no exercise in winter, and from spring to autumn the animals were kept in a fenced summer camp. The bedding in the barns was made of straw, and manure was removed by scraper conveyors.

Animals in the farms of Bilohirskyi district were kept without ties. The floors in the cowsheds are partly tiled and partly wooden (where the cows are kept). The farm uses modern fattening, housing and milking technologies.

The diet of cows throughout the year in all farms changed slightly and was calculated by groups depending on the milk production of the animal. Attention was paid to the feeding of dry cows, because the viability of future young animals and the milk production of females depend on its quality.

Necrobacteriosis in the farms was clinically manifested in most dairy cows, with isolated cases in calves. Therefore, we did not take into account the entire livestock population in our studies.

The data of the study of the spread of necrobacteriosis in cows in accordance with lactation are shown in fig. 1.

It was found that the highest percentage of sick cows in the entire dairy herd was observed in the second lactation. During this period, the animals' immune system becomes more stressed, which can be undermined by unfavorable factors, such as feeding, housing and animal care conditions. The decrease in sick cows in the fifth and sixth lactation is explained by the fact that the number of 8–9-year-old animals in the farm does not exceed 4% of the total number of dairy cows and, as a rule, only mastitis-resistant cows were kept until that age.

The diagnosis of bacteriosis was made on the basis of epizootic data, clinical presentation and bacteriological examination. Clinically, the disease was detected during daily examinations and was manifested by lesions of the distal limbs, which began with redness and swelling of the coronet, soft tissue and arch of the interlocks gap (fig. 2). Initially, serous exudate was released, which gradually turned into purulent exudate.

Animals began to limp. *Necrobacteriosis* of the distal limbs was usually complicated by purulent and putrefactive microflora. In this case, the disease became chronic, and deeply located limb tissues were involved in the process, undergoing necrosis.

The diagnosis of necrobacteriosis was confirmed bacteriologically. We found that out of 20 samples of pathological material, *Fusobacterium necrophorum* was isolated from 17 samples (fig. 3).

Fusobacterium necrophorum has always been isolated in association with other bacteria: Clostridium difficile, Escherichia coli, Staphylococcus aureus and other opportunistic pathogens.

It should be noted that the pathogen did not always grow on the nutrient media, but the biological test on rabbits was always positive (fig. 4). The pure culture of *Fusobacterium necrophorum was* obtained using the biological sample.

Fusobacterium necrophorum is a strict anaerobe, a Gram-negative, non-motile, non-spore-forming polymorphic bacillus. On Kitt-Tarozzi medium, *F. necrophorum* formed intense turbidity first in the lower layers of the medium,

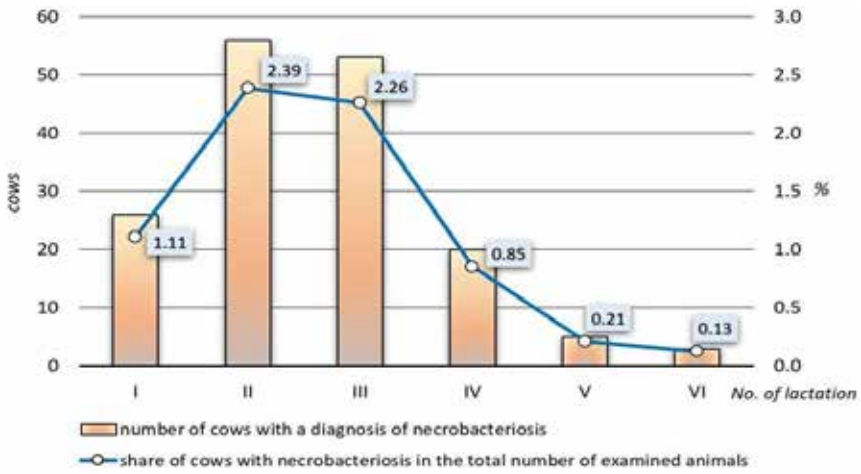

Fig. 1. Incidence of necrobacteriosis in cows in Khmelnitsky region

Fig. 2. Clinical picture of necrobacteriosis

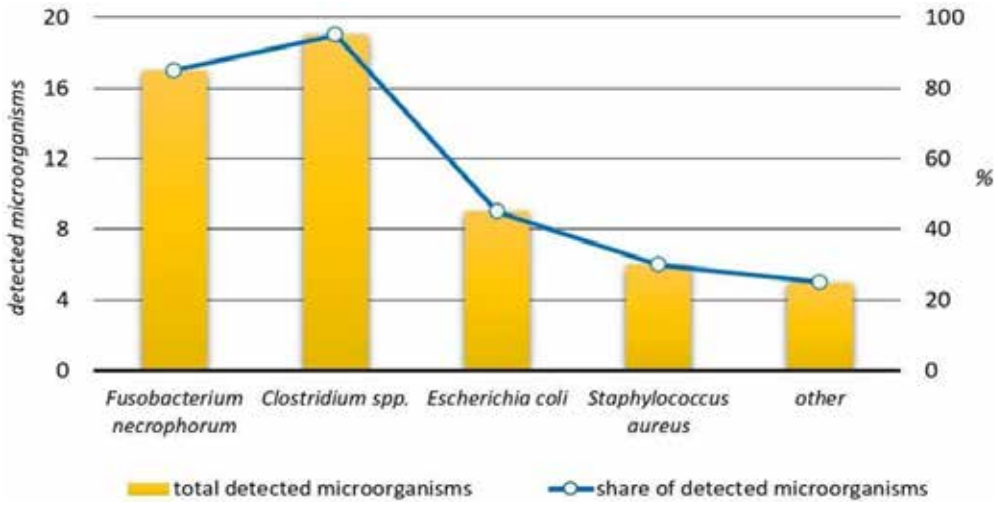

Fig. 3. Microbial associations in cow necrobiosis

and later in the upper layers; gas formation was weak. Broth clarification occurred on day 5–8, with a fragile precipitate falling to the bottom of the tube. Under microscopy, granularly stained long filaments were found in the culture.

Discussion. According to a number of authors, up to 18 species of bacteria are isolated and identified from the necrotic focus, which confirms the polyetiological of necrobacteriosis. However, *Fusobacterium necrophorum plays the* main role in the pathogenesis of the disease. These studies have shown that the disease does not develop without the presence of *F. necrophorum* [19].

Most studies also indicate that the etiology of the disease includes associates in addition to the main pathogen *F. necrophorum: Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Diplococcus spp., Klebsiella pneumoniae, Citrobacter spp. Str. zooepidermicus, Micrococcus spp., Streptococcus faecalis, Salmonella typhimurium* [12].

To date, scientists have identified a synergy between *Fusobacterium necrophorum* and *Actinobacillus pyogenes* that increases the virulence of pathogens through the production of leukotoxin by fusobacteria, which promotes the spread of *Actinobacillus pyogenes* in body tissues, and actionability, in turn, produce a growth factor for *Fusobacterium necrophorum,* enhancing the activity of its enzymes and toxins [3]. It has been established that associations of microorganisms *Cl. pyogenes, S. aureus, S. pyogenes, Fusiformis nodosus* with their enzyme systems enhance the effect of *F. necrophorum* through the activation of its pathogenicity factors [6].

Taking into account the causative factors of purulent necrotic lesions of necrobacteriosis in cattle, the prevention of the disease is based on the following principles: prevention of intestinal dysbiosis; control of mineral nutrition; control of hoof condition; technological disinfection; organization of pasture or walking maintenance. Preventing the development of intestinal dysbiosis can be achieved by increasing the proportion of good quality roughage in the diet, as fibre is an essential element of nutrition for ruminants. Protein is supplied to the body in cows mainly due to the biomass of microorganisms involved in the breakdown of fibre. Observations show that cows experiencing a fibre deficiency make up for it on their own by eating straw used for bedding.

Concentrate feeding should be optimized and rational. The energy content of the diet can be increased by using carbohydrate feeds, such as molasses, dry beet pulp, molasses, and milled cereals. There are reports of the high efficiency of including propylene glycol or preparations based on it in the diets of highly productive cows. Feed conversion can also be increased by feeding ergotropics from the group of intestinal stabilizers, which include probiotics. In this regard, the most technologically advanced is the introduction of organic acids (lactic, succinic, propionic) into feed mixtures together with molasses [15; 21].

Conclusions. According to the results of the research, it was found that *Fusobacterium necrophorum* was most often manifested in dairy cows of the second lactation by purulent-necrotic lesions of the limbs. The pathogen was always isolated in association with opportunistic pathogens. *Fusobacterium necrophorum was* poorly identified on the basis of morphological and biochemical properties, but the biological test on rabbits gave a consistently positive result.

Fig. 4. Biological sample for necrobacteriosis

References

1. Alsaaod, M., Huber, S., Beer, G., Kohler, P., Schüpbach-Regula, G., & Steiner A. (2017). Locomotion characteristics of dairy cows walking on pasture and the effect of artificial flooring systems on locomotion comfort. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 8330-8337. https://doi.org/10.3168/jds.2017-12760.

2. B Sadiq, M., Ramanoon, S.Z., Shaik Mossadeq, W.M., Mansor, R., & Syed-Hussain, S.S. (2017). Association between lameness and indicators of dairy cow welfare based on locomotion scoring, body and hock condition, leg hygiene and lying behavior. *Animals: an open access journal from MDPI*, 7(11), 79. https://doi.org/ 10.3390/ani7110079.

3. Becker, J., Steiner, A., Kohler, S. [et al.] (2014). Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 71-78. doi: 10. 1024/0036-7281/a000553.

4. Garrity, G.M., Winters, M., Kuo, A.W., & Searles, D.B. (2001). Taxonomic outline of the procaryotes, release 1.0. Bergey's manual of systematic bacteriology (Second ed.). New York: Springer-Verlag.

5. Golovko, N., Ushkalov, V.A., Skrypnyk V.G. et al. (2007). Microbiological and virological methods of research in veterinary medicine: A reference manual. Kharkiv: NTMT, 512 p.

6. Hassall, S.A., Ward, W.R., & Murray, R.D. (1993). Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The Veterinary Record*, 132, 578–580. doi: 10. 1136/vr.132.23.578.

7. Nagaraja, T.G., & Lechtenberg, K.F. (2007). Liver Abscesses in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23, 351–369. doi:10. 1016/j.cvfa.2007.05.002.

8. O'Callaghan, K., Cripps, P., Downham, D., & Murray, R. (2003). Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal Welfare*, 12(4), 605–610. doi:10.1017/S0962728600026257.

9. Rutherford, K. M., Langford, F. M., Jack, M. C., Sherwood, L., Lawrence, A. B., & Haskell, M. J. (2009). Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. *Veterinary journal* (London, England: 1997), 180(1), 95-105. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.03.015.

10. Tadepalli, S., Narayanan, S.K., Stewart, G.C., Chengappa, M. M., & Nagaraja, T.G. (2009). Fusobacterium necrophorum: A ruminal bacterium that invades liver to cause abscesses in cattle. *Anaerobe*, 15, 36–43. doi: 10.1016/j.anaerobe.2008.05.005.

11. Tan, Z.L., Nagaraya, T.G., & Chengappa, M.M. (1994). Selective enumeration of Fusobacterium necrophorum from the bovine rumen. *Applied and environmental microbiology*, 60(4), 1387–1389. doi: 10.1128/aem.60.4.1387-1389.1994.

12. Andriiashchuk, V., Horbatiuk, O., Garkavenko, T., Ryzhenko, G., Tyutyun, S., Ukhovska, T., Zhovnir, O., & Krylenko, S. (2018). Bakteriologichnyj monitoryng zahvorjuvannja na nekrobakterioz tvaryn ta zasoby specyfichnoi' profilaktyky [Bacteriological monitoring of necrobacillosis and means of its specific prevention] *Veterinary Biotechnology*, 32 (2), 27–36 [in Ukrainian].

13. Vlasenko, V., Rublenko, M., Ilnytskyi, M., & Kozii, V. (2003). Poshyrennja zahvorjuvan' v diljanci pal'cja u vysokoproduktyvnyh koriv zalezhno vid rivnja molochnoi' produktyvnosti [Disease spread in the finger area in high-yielding cows depending on the level of milk production] *Bulletin of the Bulletin of Bila Tserkva University State Agrarian University*, 25(1), 45–51 [in Ukrainian].

14. Gorbatjuk, O.I., Zhovnir, O.M., & Andrijashhuk, V.O. (2013). Etiopatogenetychni osoblyvosti formuvannja mikrobiocenozu za nekrobakteriozu tvaryn [The ethiopathological peculiarities of microbiocenosis forming at animal necrobacteriosis] *Veterinary medicine*, 97, 173–175 [in Ukrainian].

15. Demchuk, M.V., Knyshuk ,P.V., Bojko, P.K., & Tkachuk, V.M. (2010). Osoblyvosti profilaktyky nekrobakteriozu u koriv [Prophylaxis characteristics of necrobacteriosis at live-stock production farm] *Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Grzycki*, 2-1(44), 74–81 [in Ukrainian].

16. Efimenko, M.Y., Podoba, B.E., & Bratuschka, R.V. (2014). Nekontrol'ovana "golshtynizacija" ukrai'ns'koi' chorno-rjaboi' molochnoi' porody: ochikuvannja ta realii' [Uncontrolled „Holsteinisation" of the Ukrainian Black-and-White dairy breed: expectations and realities] Journal "Proposal", 9, 186–189 [in Ukrainian].

17. Zhovnir, O.M., Gorbatiuk, O.I., Andriyashchuk, V.A., Ryzhenko, G.F., Tiutiun, S.M., Rudoi, A.V., & Kamenchuk, P.P. (2015). Monitoryng nekrobakteriozu, osnovnyj vydovyj spektr mikrobnyh asociacij za uchasti *F. necrophorum* ta specyfichni zasoby profilaktyky [Monitoring of necrobacillosis and species range of the most common microbial associations involving *F. necrophorum*] *Veterinary Biotechnology*, 27, 112–121 [in Ukrainian].

18. Kulyk, M.F., Kravtsiv, R.Y., & Obertyukh, Y.V. (2003). Kormy: ocinka, vykorystannja, produkcija tvarynnyctva, ekologija [Feed: assessment, use, livestock products, ecology] *Vinnytsia "Tezis"*, 52–74 [in Ukrainian].

19. Marchenko, O.M., Dementieva, S.A., & Ryzhenko, V.P. (2002). Asociacii' *Fusobacterium necrophorum* z inshymy mikroorganizmamy pry nekrobakteriozi u sil's'kogospodars'kyh tvaryn [Associations of *Fusobacterium necrophorum* with other microorganisms in necrobacteriosis in farm animals] *Bulletin of the Bila Tserkva State Agrarian University*, 21, 139–144 [in Ukrainian].

20. Ryzhenko, V.P., Ryzhenko, G.F., Horbatiuk, O.I., Andriashchuk, V.O., Belik, S.M., & Zhovnir, O.M. (2009). Osnovni prychyny vynyknennja nekrobakteriozu ta zahyst vid n'ogo velykoi' rogatoi' hudoby v umovah s'ogodennja [The main causes of necrobacteriosis and protection against it in cattle in modern conditions] *Veterinary biotechnology*, 14, 257–277 [in Ukrainian].

21. Ryzhenko, V.P., Ryzhenko, G.F., Gorbatyuk, O.I. [et al]. (2011). Naukovyj suprovid profilaktychnyh ta ozdorovchyh zahodiv pry fuzobakteriozi (nekrobakteriozi) [Scientific support of preventive and health measures for fusobacteriosis (necrobacteriosis)] *Veterinary medicine*, 95, 261–263. https://doi.org/10.31073/vet_ biotech32(2)-02 [in Ukrainian].

22. Stavetska, R. Golshtynizacija: koly zupynytysja [Holsteinization: when to stop] *The Ukrainian Farmer*. URL: http:// www.pressreader.com/ukraine/the-ukrainianfarmer/ 20151209/283003988740772 [in Ukrainian].

23. Ulko, L.G. (2013). Efektyvnist' likuval'no-profilaktychnyh zahodiv za asocijovanyh bakterioziv kincivok u velykoi' rogatoi' hudoby [The effectiveness of therapeutic and prevention activities of associate bacteriosis limbs in cattle]. *Veterinary medicine*, 97, 257–259 [in Ukrainian].

24. Khomyn, N.M., Mysak, A.R., Iglitskyi, I.I., & Pritsak, V.V. (2017). Poshyrenist' ta prychyny vynyknennja hvorob kopytec' u koriv [Prevalance and causes of diseases occurrence of cow's hooves] *Scientific Bulletin of LNUVMBT named after Hzhytskyi*, 1(77), 22–26. doi:10.15421/nvlvet7706 [in Ukrainian].

Супрович Т. М.
доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувачка кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби
Національної поліції України,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *suprovycht@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-4708-6692*

Колінчук Р. В.
кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *kolinchuk1976@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-5746-2837*

Карчевська Т. М.
кандидат ветеринарних наук, доцент,
доцент кафедри інфекційних та інвазійних хвороб,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *ktmkp2015@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-5693-916X*

ПОШИРЕННЯ НЕКРОБАКТЕРІОЗУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ В ХМЕЛЬНИЦЬКОМУ РЕГІОНІ

Анотація

Некробактеріоз великої рогатої худоби – захворювання, яке зумовлює істотні економічні збитки в молочному скотарстві. Встановлено, що поширення даного захворювання відбувається саме у великих господарствах, де утримуються високопродуктивні тварини.

У роботі розглянуто розповсюдження фузобактерій у господарствах Хмельницької області та особливості лабораторної діагностики збудника. Для бактеріологічного дослідження відбирали при житті біологічний матеріал – зіскрібки з місць ураження на межі здорової та некротизованої тканин. Ідентифікацію культур проводили на підставі морфологічних, тінкторіальних, культуральних і біологічних властивостей, оцінених за загальноприйнятими бактеріологічними методиками, а також користуючись визначником Берджі.

Некробактеріоз у господарствах клінічно проявлявся переважно у дійних корів, у телят спостерігалися поодинокі випадки. Встановлено, що найбільший відсоток хворих корів від усього дійного стада спостерігався на другій лактації. Некробактеріоз дистальних відділів кінцівок, як правило, ускладнювався гнійно-гнильною мікрофлорою. Fusobacterium necrophorum виділявся завжди в асоціаціях з іншими бактеріями – клостридіями, ешерихіями, золотистим стафілококом та іншими умовно патогенними мікроорганізмами. Fusobacterium necrophorum погано ідентифікувався на основі морфолого-біохімічних властивостей, проте біологічна проба на кролях давала постійно позитивний результат. За наявності в патологічному матеріалі або в досліджуваній культурі F. necrophorum у кроля на місці зараження через 3–4 дні розвивався некроз.

Ключові слова: *некробактеріоз, Fusobacterium necrophorum, мікробіоценоз, біопроба.*

Bibliography

1. Locomotion characteristics of dairy cows walking on pasture and the effect of artificial flooring systems on locomotion comfort / M. Alsaaod, S. Huber, G. Beer, P. Kohler, G. Schüpbach-Regula, A. Steiner. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100 (10). P. 8330–8337. URL: https://doi.org/10.3168/jds.2017-12760.

2. Association between lameness and indicators of dairy cow welfare based on locomotion scoring, body and hock condition, leg hygiene and lying behavior / B.M. Sadiq, S.Z. Ramanoon, W.M. Shaik Mossadeq, R. Mansor, S.S. Syed-Hussain. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2017. Vol. 7 (11). P. 79. URL: https://doi.org/ 10.3390/ani7110079.

3. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence / J. Becker, A. Steiner, S. Kohler et al. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 2014. P. 71–78. doi: 10.1024/0036-7281/a000553.

4. Taxonomic outline of the procaryotes, release 1.0 / G.M. Garrity, M. Winters, A.W. Kuo, D.B. Searles. *Bergey's manual of systematic bacteriology (Second ed.).* New York : Springer-Verlag, 2001.

5. Golovko N., Ushkalov V.A., Skrypnyk V.G. Microbiological and virological methods of research in veterinary medicine: A reference manual. Kharkiv : NTMT, 2007. 512 p.

6. Hassall S.A., Ward W.R., Murray R.D. Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The Veterinary Record*. 1993. Vol. 132. P. 578–580. doi: 10. 1136/vr.132.23.578.

7. Nagaraja T.G., Lechtenberg K.F. Liver Abscesses in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2007. Vol. 23. P. 351–369. doi:10. 1016/j.cvfa.2007.05.002.

8. Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle / K. O'Callaghan, P. Cripps, D. Downham, R. Murray. *Animal Welfare*. 2003. Vol. 12 (4). P. 605–610. doi:10.1017/S0962728600026257.

9. Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom / K.M. Rutherford, F.M. Langford, M.C. Jack, L. Sherwood, A.B. Lawrence, M.J. Haskell. *Veterinary journal* (London, England: 1997). 2009. Vol. 180 (1). P. 95–105. URL: https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.03.015.

10. Fusobacterium necrophorum: A ruminal bacterium that invades liver to cause abscesses in cattle / S. Tadepalli, S.K. Narayanan, G.C. Stewart, M.M. Chengappa, T.G. Nagaraja. *Anaerobe*. 2009. Vol. 15. P. 36–43. doi: 10.1016/j.anaerobe.2008. 05.005.

11. Tan Z.L., Nagaraya T.G., Chengappa M.M. Selective enumeration of *Fusobacterium necrophorum* from the bovine rumen. *Applied and environmental microbiology.* 1994. Vol. 60 (4). P. 1387–1389. doi: 10.1128/aem.60.4.1387-1389.1994.

12. Бактеріологічний моніторинг захворювання на некробактеріоз тварин та засоби специфічної профілактики / В.О. Андріящук, О.І. Горбатюк, Т.О. Гаркавенко, Г.Ф. Риженко, С.М. Тютюн, Т.М. Уховська, О.М. Жовнір, С.Ю. Криленко. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. № 32 (2). С. 27–36.

13. Поширення захворювань в ділянці пальця у високопродуктивних корів залежно від рівня молочної продуктивності / В.М. Власенко, М. Рубленко, М.В. Ільніцький В. Козій. *Вісник Білоцерківського університету.* 2003. Вип. 25. Ч. 1. С. 45–51.

14. Горбатюк О.І., Жовнір О.М., Андріящук В.О. Етіопатогенетичні особливості формування мікробіоценозу за некробактеріозу тварин. *Ветеринарна медицина*. 2013. Вип. 97. С. 173–175.

15. М.В. Демчук, П.В. Книшук, П.К. Бойко, В.М. Ткачук Особливості профілактики некробактеріозу у корів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Ґжицького*. 2010. Вип. 2–1 (44). С. 74–81.

16. Єфіменко М.Я., Подоба Б.Є., Братушка Р.В. Неконтрольована «голштинізація» української чорно-рябої молочної породи: очікування та реалії. *Пропозиція.* 2014. Вип. 9. С. 186–189.

17. Моніторинг некробактеріозу, основний видовий спектр мікробних асоціацій за участі *F. necrophorum* та специфічні засоби профілактики / О.М. Жовнір, О.І. Горбатюк, В.О. Андріящук та ін. *Ветеринарна біотехнологія*. 2015. № 27. С. 112–121.

18. Кулик М.Ф., Кравців Р.Й., Обертюх Ю.В. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія. Вінниця : ПП «Тезис», 2003. С. 52–74.

19. Марченко О.М., Дементьєва С.А., Риженко В.П. Асоціації *Fusobacterium necrophorum* з іншими мікроорганізмами при некробактеріозі у сільськогосподарських тварин. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2002. Вип. 21. С. 139–144.

20. Основні причини виникнення некробактеріозу та захист від нього великої рогатої худоби в умовах сьогодення / В.П. Риженко, Г.Ф. Риженко, О.І. Горбатюк, В.О. Андріящук, С.М. Бєлік, О.М. Жовнір. *Ветеринарна біотехнологія*. 2009. № 14. С. 257–277.

21. Науковий супровід профілактичних та оздоровчих заходів при фузобактеріозі (некробактеріозі) / В.П. Риженко, Г.Ф. Риженко, О.І. Горбатюк та ін. *Ветеринарна медицина*. 2011. Вип. 95. С. 261–263.

22. Ставецька Р. Голштинізація: коли зупинитися / The Ukrainian Farmer. URL: http://www.pressreader.com/ukraine/the-ukrainianfarmer/20151209/283003988740772.

23. Улько Л.Г. Ефективність лікувально-профілактичних заходів за асоційованих бактеріозів кінцівок у великої рогатої худоби. *Ветеринарна медицина*. 2013. Вип. 97. С. 257–259.

24. Поширеність та причини виникнення хвороб копитець у корів / Н.М. Хомин, А.Р. Мисак, І.І. Ігліцький, В.В. Пріцак. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Ґжицького*. 2017. Т. 1 (77). С. 22–26.

НОТАТКИ

Науково-практичне видання

Scientific-practical edition

ПОДІЛЬСЬКИЙ ВІСНИК: сільське господарство, техніка, економіка

PODILIAN BULLETIN: agriculture, engineering, economics

Міжнародний науковий журнал

International scientific journal

Випуск 3(40) 2023

Issue 3(40) 2023

Адреса редакції:
вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський
Хмельницької області, 32316
тел. (03849) 2-43-55; 6-83-24;
e-mail: main@pdatu.edu.ua

Editorial Office:
13, Shevchenko St., Kamianets-Podilskyi,
Ukraine, 32316
tel. (03849) 2-43-55; 6-83-24;
e-mail: main@pdatu.edu.ua

Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Тел.: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Publishing House "Helvetica"
6/1 Inglezi, Odessa, 65101
Phone +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Certificate of the subject of publishing business
DK No. 7623 dated June 22, 2022