

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 1 (46)



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

ПОДІЛЬСЬКИЙ ВІСНИК: СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ТЕХНІКА, ЕКОНОМІКА

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ, ТЕХНІЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ І ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

Заснований у 2005 р.

Випуск 1 (46)
<https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1>
Виходить чотири рази 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 Юшук-Куб'як – д-р с.-г. наук, професор, Варшавський університет наук про життя – SGGW (Польща),

Павло Носаль – д-р с.-г. наук, 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 – канд. техн. наук, професор, Університет сільського господарства в Кракові (Польща),

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

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

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

Славомір Курпаска – канд. техн. наук, 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, заслужений винахідник України, Хмельницький національний університет (Україна),

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

Борак К.В. – д-р тех. наук, доцент, Житомирський агротехнічний фаховий коледж (Україна)

економічні науки:

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

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),

Чеслав Новак – Dr hab inż., професор, Університет прикладних наук в Тарнові (Польща),

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),

Кучерук М. – д-р вет. наук, доцент, 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),

Сачук Р. – д-р вет. наук, старший дослідник, Рівненський державний гуманітарний університет (Україна)

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

Схвалено Вченою радою ЗВО «ПДУ» (протокол № 2 від 03.03.2025 р.)

Підписано до друку 05.03.2025 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))

Спеціальності: C1 Економіка, D1 облік і оподаткування, D2 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок, D3 Менеджмент, D6 Секретарська та офісна справа, D5 Маркетинг, G11 Машинобудування (за спеціалізаціями), H1 Агрономія, H2 Тваринництво, H6 Ветеринарна медицина.

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.

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 1 (46)



"Helvetica"
Publishing House
2025

PODILIAN BULLETIN: AGRICULTURE, ENGINEERING, ECONOMICS

AGRICULTURAL, TECHNICAL, ECONOMIC AND VETERINARY SCIENCES

Founded in 2005

Issue 1 (46)

<https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1>
Periodicity: 4 times a year

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:

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

Edyta Juszcuk-Kubiak – Dr. Sc. in Agriculture, Prof., Warsaw University of Life Sciences – SGGW (Poland)

Pavlo Nosal – Dr. Sc. in Agriculture, Prof., University of Agriculture in Krakow (Poland)

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

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

Yasinetska I.A. – Doctor of Economics, Prof., Pro-rector of HEI «PSU» (Ukraine)

Technical sciences:

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

Slavomir Kurpaska – Doctor of Technical Sciences, Prof., University of Agriculture in Krakow (Poland)

Mykhailova L.M. – Candidate of Technical Sciences, Prof., HEI «PSU» (Ukraine)

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

Marek Vrubel – Candidate of Technical Sciences, 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 – Candidate of Technical Sciences, Prof., University of Agriculture 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., University of Agriculture 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)

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

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

Cheslav Novak – Dr hab inż., Prof., University of Applied Sciences in Tarnow (Poland)

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)

Sachuk R. – Doctor of Veterinary, Senior Researcher, Rivne State University of the Humanities (Ukraine)

Kucheruk M. – Doctor of Veterinary, Assoc. Prof., 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 № 2 from 03.03.2025)

Signed for printing on 05.03.2025.

The journal is included 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))

Specialties: C1 Economics, D1 Accounting and Taxation, D2 Finance, Banking, Insurance and Stock Market, D3 Management, D6 Secretarial and Office Management, D5 Marketing, G11 Mechanical Engineering (with specializations), H1 Agriculture, H2 Livestock Breeding, H6 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», 2025

© Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics, 2025

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

Бевз Н. Л., Лихач В. Я. ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНИХ ОЗНАК СВИНОМАТОК ЗА ВИКОРИСТАННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «ІМУНОЧАСНИК»	11
Безвіконний П. В. ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН БУРЯКА КОРМОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	19
Вітровчак Л. А. ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ЧОРНУШКИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ ТА НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ.....	26
Глухенький С. Л., Лихач В. Я. ПРОДУКТИВНІСТЬ СВИНОМАТОК ЗА КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТАНКОВОГО ОБЛАДНАННЯ В ЦЕХУ ВІДТВОРЕННЯ ТА ОПОРОСУ	32
Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Стоцька С. В. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕМ-ПРЕПАРАТІВ.....	42
Козирський Д. В., Сидорак І. Я., Григор'єв В. М., Коруняк О. П., Трач І. В. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД МІКРОДОБРИВ ТА ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ	53
Коляда В. П., Халін С. Ф., Назарян А. А. УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ	60
Косташ В. Б., Приліпко Т. М. ВПЛИВ СИНБІОТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ «БІОМАГН» НА ДИНАМІКУ ЖИВОЇ МАСИ І ВІДТВОРНУ ЗДАТНІСТЬ КОРІВ.....	67
Кудла Б. Я., Шпітун В. А. ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ НОРМ ПРИПОСІВНОГО УДОБРЕННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО (<i>BRASSICA NAPUS L.</i>) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО.....	72
Лавринюк О. О., Вербельчук Т. В., Вербельчук С. П. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДИФІКАЦІЇ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИРОДНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК	78
Ласло О. О., Оніпко В. В., Панченко К. С. ГЕРБИЦИДНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ СОНЯШНИКУ ЗА УМОВ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ.....	84
Небаба К. С., Гаврилюк В. Б. ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	90
Приліпко Т. М., Андрухівський В. С. БАЛАНС МІНЕРАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ СЕЛЕНУ В РАЦІОНІ.....	95
Ссвідов В. П., Алфьоров О. І. ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ.....	102
Столяр С. Г., Трембіцька О. І. ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ВИРОЩУВАННЯ НІШЕВИХ КУЛЬТУР У ПОЛІССІ УКРАЇНИ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ.....	108
Ткачук О. П., Гук І. М. ПАРАМЕТРИ СОРТІВ СОРГО СУДАНСЬКОГО (СУДАНСЬКОЇ ТРАВИ) ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА НАСІННЯ.....	114
Хоміна В. Я., Парашук В. В. ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН	121

Ченцов М. М., Лихач А. В. МАНІПУЛЯЦІЇ СВИНЕЙ НА ДОРОЩУВАННІ ЗІ ЗБАГАЧУВАЛЬНИМИ ОБ'ЄКТАМИ	126
Шевченко С. М., Шевченко М. С., Деревенець-Шевченко К. А., Козечко В. І., Заверталюк О. В. ВПЛИВ СИСТЕМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБИЦИДІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ...	136
Шуляр Альона Л., Шуляр Аліна Л., Ткачук В. П. ОЦІНКА ГОСПОДАРСЬКИ КОРИСНИХ ОЗНАК МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ	143
Ярощук Д. А., Лихач А. В. ВПЛИВ КЛАСУ АКТИВНОСТІ СВИНЕЙ НА ЇХНІ ВІДГОДІВЕЛЬНІ ОЗНАКИ	149

ЕКОНОМІКА

Макаренко Н. О., Гуцал Т. І. ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОК АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ	155
Місюк М. В., Сушарник Я. А. КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИЙ РОЗВИТОК ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА: ПРИНЦИПИ ТА НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ ...	160
Нісходовська О. Ю. УКРАЇНСЬКЕ ФЕРМЕРСТВО: СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ.....	168
Савіцька С. І., Сенищ П. М. ДЕМОГРАФІЧНА СИТУАЦІЯ У СВІТІ Ї УКРАЇНИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПЕНСІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРОМАДЯН.....	173
Семенов С. В. ДЕПОРТАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЕМОГРАФІЧНОЇ ЗМІНИ НА ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ	178
Стангрет Ю. О., Грушецький С. М. ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ.....	185
Харченко О. С. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ПІД ЧАС ДІЇ ВОЄННОГО СТАНУ	191
Чорнобай Л. М., Мушеник І. М. ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	200
Юрченко О. В. ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА МЕТОДИКИ ФІНАНСОВОГО ОБЛІКУ ФІЗИЧНИХ ОСІБ-ПІДПРИЄМЦІВ У СВІТЛІ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ ЗМІН ЗАКОНОДАВСТВА	205

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Бодак М. В., Дідух В. Ф. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДБИРАННЯ ВАЛКІВ ЗІ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ	212
Вольський В. А., Коцюбанський Р. В., Третяк В. М., Бончик В. С. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ В ДОЗУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТАХ СІВАЛОК.....	220
Гарасимчук І. Д., Панцир Ю. І., Оленюк О. А., Печенюк А. В. СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В УКРАЇНІ	228
Грушецький С. М., Рудь А. В., Пукас В. Л. АНАЛІЗ УМОВ І ПРИНЦИПІВ РОЗПОДІЛУ КОМПОНЕНТІВ ОРГАНАМИ ВТОРИННОЇ СЕПАРАЦІЇ КОРЕНЕБУЛЬБОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.....	236
Дуганець В. І., Федірко П. П., Оленюк О. А. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ У РОБОЧИХ ОРГАНАХ ПІД ЧАС ПОЛЬОВИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	246
Панцир Ю. І., Гарасимчук І. Д., Потапський П. В., Вусатий М. В. ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАМІСЬКОГО БУДИНКУ	252

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

Боднар О. О.

ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СПОСОБІВ УВЕДЕННЯ АНТИБІОТИКІВ
У КОМПЛЕКСНИХ СХЕМАХ ЛІКУВАННЯ КОРІВ ЗА ПІСЛЯОТЕЛЬНОГО ЕНДОМЕТРИТУ 259

Горюк В. В., Горюк Ю. В., Кожин В. А., Васильків О. Б.

ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ГЕМАТОБІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
У СОБАК З ПАТОЛОГІЯМИ ПЕЧІНКИ..... 266

Цимбалістий В. П., Горюк Ю. В.

БАКТЕРІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОГО ОТИТУ У СОБАК..... 276

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

Bevz N. L., Lykhach V. Ya. PUT UP OF PRODUCTIVE TRAITS OF SOWS WITH THE USE OF FEED ADDITIVE «IMUNOCHASNYK»	11
Bezvikonnyy P. V. PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FODDER BEET PLANTS DEPENDING ON THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS	19
Vitrovchak L. A. CHEMICAL COMPOSITION OF BLACK CUMIN SEEDS DEPENDING ON THE SOWING DATE AND SEEDING RATE	26
Hlukhenkyi S. L., Lykhach V. Ya. PRODUCTIVITY OF SOWS WITH DIFFERENT MACHINES IN THE REPRODUCTION SHOP	32
Didora V. G., Derebon I. Yu., Stotska S. V. PRODUCTIVITY OF SOYBEANS IN POLISSYA CONDITIONS DEPENDING ON EM-PREPARATIONS	42
Kozyrskyi D. V., Sydorak I. Ya., Hryhoriev V. M., Koruniak O. P., Trach I. V. FORMATION OF SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDS ON MICROFERRALS AND FUNGICIDE PROTECTION	53
Koliada V. P., Khalin S. F., Nazarian A. A. SEED YIELD OF SUNFLOWER HYBRIDS GROWN IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN STEPPE	60
Kostash V. B., Prylipko T. M. THE EFFECT OF THE SYMBIOTIC DRUG “BIOMAGN” ON THE DYNAMICS OF LIVE WEIGHT AND REPRODUCTIVE ABILITY OF COWS	67
Kudla B. Ya., Shpitun V. A. EFFICIENCY OF DIFFERENT RATES OF PRE-SOWING FERTILIZATION OF WINTER RAPE (<i>BRASSICA NAPUS L.</i>) IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE ON LEACHED CHERNOZEM	72
Lavryniuk O. O., Verbelchuk T. V., Verbelchuk S. P. MODERN TECHNOLOGIES FOR MODIFICATION OF MEAT PRODUCTS USING NATURAL FOOD ADDITIVES	78
Laslo O. O., Onipko V. V., Panchenko K. S. HERBICIDE TECHNOLOGY OF SUNFLOWER PROTECTION UNDER UNSTABLE MOISTURE CONDITIONS	84
Nebaba K. S., Gavrylyuk V. B. IMPACT OF AGROTECHNICAL MEASURES ON THE VEGETATION PERIOD OF PEAS IN THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE REGION	90
Prylipko T. M., Andruhivsky V. S. BALANCE OF MINERAL ELEMENTS IN THE BODY OF YOUNG CATTLE WITH DIFFERENT SOURCES OF SELENIUM IN THE DIET	95
Sievidov V. P., Alferov O. I. EVALUATION OF TOMATO FRUIT QUALITY DEPENDING ON STORAGE CONDITIONS	102
Stoliar S. H., Trembitska O. I. RATIONALE FOR EXPANDING THE RANGE CULTIVATION OF NICHE CROPS IN POLISSYA OF UKRAINE FOR HEALTHY NUTRITION	108
Tkachuk O. P., Huk I. M. PARAMETERS OF VARIETIES OF SUDAN SORGHUM (SUDAN GRASS) WHEN GROWN FOR SEEDS	114
Khomina V. Ya., Paraschuk V. V. FORMATION OF BIOMETRIC INDICATORS OF MARIGOLDS DEPENDING ON THE USE OF PLANT GROWTH REGULATORS	121
Chentsov M. M., Lykhach A. V. MANIPULATION OF PIGS IN GROWING WITH ENRICHMENT OBJECTS	126

Shevchenko S. M., Shevchenko M. S., Derevenets-Shevchenko K. A., Kozechko V. I., Zavertaliuk O. V. THE IMPACT OF SYSTEMATIC HERBICIDE APPLICATION ON MAIZE GRAIN YIELD	136
Shuliar Alona L., Shuliar Alina L., Tkachuk V. P. EVALUATION OF ECONOMICALLY USEFUL TRAITS OF DAIRY CATTLE.....	143
Yaroshchuk D. A., Lykhach A. V. INFLUENCE OF THE ACTIVITY CLASS OF PIGS ON THEIR FATTENING TRAITS	149

ECONOMY

Makarenko N. A., Hutsal T. I. FEATURES OF THE USE OF INFORMATION MARKETING SYSTEMS IN THE SALES ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES	155
Misyuk M. V., Susharnyk Ya. A. THE COMPETITIVE DEVELOPMENT OF THE LIVESTOCK SECTOR: PRINCIPLES AND DIRECTIONS FOR INCREASING EFFICIENCY IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY CHALLENGES	160
Niskhodovska O. Yu. UKRAINIAN FARMING: STATUS, PROSPECTS AND CHALLENGES	168
Savitska S. I., Senyshch P. M. DEMOGRAPHIC SITUATION IN THE WORLD AND IN UKRAINE AND ITS IMPACT ON PENSION SECURITY OF CITIZENS.....	173
Semenov S. V. DEPORTATION AS A TOOL OF DEMOGRAPHIC CHANGE IN THE OCCUPIED TERRITORIES	178
Stangret Yu. O., Hrushetskyi S. M. ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF THE SOCIAL PROTECTION SYSTEM OF THE POPULATION...	185
Kharchenko O. S. METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF CREATING ECONOMIC RESILIENCE OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES DURING MARTIAL LAW	191
Chornobai L. M., Mushenyk I. M. DIVERSIFICATION AS A TOOL FOR ENSURING THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF RURAL AREAS	200
Yurchenko O. V. PROBLEMS OF ORGANIZATION AND METHODOLOGY OF FINANCIAL ACCOUNTING OF INDIVIDUALS – ENTREPRENEURS IN THE LIGHT OF REGULATORY AND LEGAL CHANGES IN LEGISLATION.....	205

TECHNICAL SCIENCES

Bodak M. V., Diduk V. F. EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE PROCESS OF SELECTING FLAX STEM ROLLS	212
Volskyi V. A., Kotsiubanskyi R. V., Tretyak V. M., Bonchyk V. S. ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRIC DRIVE IN DOSING ELEMENTS OF SEEDERS	220
Harasymchuk I. D., Pantsir Yu. I., Olenyuk O. A., Pecheniuk A. V. MODERN CHALLENGES AND PERSPECTIVES ON IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN UKRAINE	228
Hrushetskyi S. M., Rud A. V., Pukas V. L. ANALYSIS OF THE CONDITIONS AND PRINCIPLES OF COMPONENT DISTRIBUTION BY THE SECONDARY SEPARATION ORGANS OF ROOT AND BULB HARVESTING MACHINES	236
Duganets V. I., Fedirko P. P., Olenyuk O. A. COMPUTER MODELING OF STRESSES AND STRAINS IN WORKING BODIES UNDER FIELD OPERATING CONDITIONS	246
Pantsir Yu. I., Harasymchuk I. D., Potapyskyi P. V., Vusatyi M. V. RENEWABLE ENERGY SOURCES IN IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF A COUNTRY HOUSE.....	252

VETERINARY SCIENCES

Bodnar O. O.

EFFECTIVENESS OF VARIOUS METHODS OF ADMINISTRATION OF ANTIBIOTICS
IN COMPREHENSIVE SCHEMES OF TREATMENT OF COWS
FOR POST-CALVATIONAL ENDOMETRITIS 259

Horiuk V. V., Horiuk Y. V., Kozhyn V. A., Vasylykiv O. B.

THE DIAGNOSTIC SIGNIFICANCE OF HEMATOBIOCHEMICAL PARAMETERS
IN DOGS WITH LIVER PATHOLOGIES 266

Tsymbalysty V. P., Horiuk Yu. V.

BACTERIOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT
OF OTITIS EXTERNA IN DOGS 276

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

УДК 636.4.082.32:636.085.1:636.262

Бевз Н. Л.

здобувачка вищої освіти ступеня доктора філософії III року навчання,
кафедра технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна

E-mail: n.bevz@nubip.edu.ua

ORCID: 0000-0003-0037-9156

Лихач В. Я.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна

E-mail: vylykhach80@nubip.edu.ua

ORCID: 0000-0002-9150-6730

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНИХ ОЗНАК СВИНОМАТОК ЗА ВИКОРИСТАННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «ІМУНОЧАСНИК»

Анотація

Лише обґрунтований підхід до вирішення проблем технології годівлі в конкретних умовах утримання тварин може гарантувати їхній високий імунний статус, забезпечити оптимальну поживну цінність кормів і, відповідно, підвищити продуктивність свиней. Використання комплексних кормових добавок допомагає забезпечити високу запліднюваність, стимулювати молоковіддачу та отримати гарну кондицію і рівномірну масу новонароджених поросят, особливо за годівлі поросних і підсисних свиноматок різних циклів відтворення. Метою роботи було вивчення ефективності застосування природного стимулятора продуктивності, фітобіотику «ІМУНОЧАСНИК» на основі біоактивних сполук рослинного походження для свиноматок різного фізіологічного стану і циклу опоросу та його вплив на їх відтворювальні ознаки.

Науково-господарський дослід проведено у господарстві ПОП «Вікторія» Миколаївської області протягом 2023–2024 рр. на поголів'ї 120 двопородних свиноматок першого циклу відтворення (велика біла (ВБ) × ландрас (Л)), за поєднання з кнурами термінальної лінії «PIC 337» (селекції компанії «PIC», Великобританія). Свиноматки були поділені на чотири групи: I (контрольна) група отримувала стандартні основні раціони (ОР) без додавання будь-якої добавки протягом холостого, поросного і підсисного періодів, II (дослідна) група до ОР отримувала природний стимулятор росту «ІМУНОЧАСНИК» у кількості 500 г/тону комбікорму, III (дослідна) група маток отримувала добавку у кількості 1 000 г/тону корму, IV (дослідна) група отримувала добавку у кількості 1 500 г/тону корму. Компоненти кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК» компанії «Eagle Trading LLC» (Україна) відповідають за введення в раціони ремонтних свинок, поросних і лактуючих свиноматок першого опоросу підвищити їхні продуктивні якості. Додавання одного кілограму кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК» (*Allium Sativum L. & Carum Carvi L.*) до раціону свиноматок під час поросності та лактації більш ефективно впливає на їхні відтворювальні якості, це підтверджується вищим показником індексу відтворювальних якостей. Свиноматки III групи (1 кг/т) мали оціночний індекс 40,85 бали порівняно з 33,21 балами у контрольній групі та 36,14 і 37,67 балами у тварин II (0,5 кг/т) та IV (1,5 кг/т) дослідних груп. За використання добавки «ІМУНОЧАСНИК» у раціонах свиноматок першого циклу відтворення вдається створити оптимальні технологічні умови та запобігти негативним факторам жорсткої промислової технології і забезпечити кращі передумови для процесу запліднення, формування плодів і, отже, підвищити енергію росту порослят-сисунів за вищої збереженості під час опоросу.

Ключові слова: відтворювальні ознаки, годівля, кмин, кормова добавка, лактація, поросність, продуктивність, свиноматка, технологія, фітобіотик, часник.

Вступ. Розвиток українського свинарства відбувається за рахунок удосконалення технології промислового свинарства, включаючи поглиблення селекційно-племінної роботи та покращення технологічних умов утримання і годівлі. Інтенсифікація цих процесів дає змогу виробляти м'ясо свиней, здатне конкурувати з імпоротною свининою [12; 15].

Виведення та використання нових порід, родин, ліній, високопродуктивних гібридів дещо погіршили ситуацію з чутливістю тварин до різних факторів інтенсивної промислової технології виробництва, адже прагнення максимізувати продуктивність завжди супроводжувалося зниженням резистентності організму не тільки до інфекційних захворювань, а й до кормових антипоживних речовин. Отримати свиней, адаптованих до жорстких умов вирощування на сучасних промислових комплексах, – завдання достатньо складне і вимагає постійного пошуку різних технологічних рішень у процесі виробництва продукції свинарства [4; 6; 11].

Сучасна стратегія удосконалення технології виробництва продукції тваринництва ґрунтується на застосуванні різноманітних технологічних рішень у годівлі та утриманні.

В українському та закордонному виробництві продукції свинарства використовуються різні кормові добавки з широким спектром дії для збільшення виробництва свинини, але їх походження, види біологічно активних інгредієнтів та технології виробництва різняться. Включення кормових добавок (пробіотики, пребіотики, симбіотики, фітобіотики, сорбенти мікотоксинів, підкислювачі, тощо) до раціону дає змогу максимально використовувати поживні речовини, позитивно впливає на травлення і їх засвоєння та певною мірою допомагає підвищувати резистентність організму у різному фізіологічному стані тварин. Це дає змогу оптимізувати процеси живлення тварин, корми використовуються раціонально, підвищуються імунітет та продуктивність худоби і покращується якість продукції. За таких умов тваринництво, зокрема свинарство, стає економічно вигідним [6; 11; 12; 21].

За даними провідних науковців та практиків [6; 13; 14; 16; 21], сьогодні лише обґрунтований підхід до вирішення проблем технології годівлі в конкретних умовах утримання тварин може гарантувати їхній високий імунний статус, забезпечити оптимальну поживну цінність кормів і, відповідно, підвищити продуктивність свиней. Використання комплексних кормових добавок допомагає забезпечити високу запліднюваність, стимулювати молоковіддачу та отримати гарну кондицію і рівномірну масу новонароджених поросят, особливо за годівлі поросних і підсисних свиноматок різних циклів відтворення.

Виробничники поступово переходять із хімічних до фітогенних функціональних кормових добавок, оскільки останні володіють низкою переваг: нижчою ціною та рівнем токсичності, мінімальною небезпекою для здоров'я людини як споживача та екологічністю для довкілля [3; 6; 11; 28]. За повідомленням низки авторів [19; 23; 24; 26–28], застосування у свинарстві рослинних добавок на основі *Allium sativum* L. та *Carum Carvi* L. сприяло збільшенню продуктивності та якісних характеристик м'ясо-сальної продукції [17; 18; 27]. Часник та кмин як комплексна природна кормова добавка в живленні тварин та птиці можуть мати велику користь і цінність, адже характеризуються антибактеріальними, протизапальними, антисептичними, протипаразитарними та імунomodуючими властивостями [3; 8; 18; 22; 26].

За матеріалами літературного пошуку, даних стосовно використання часнику та кмину як природного стимулятора продуктивності свиней різних технологічних груп на території України недостатньо, що викликає зацікавленість у нашому експерименті науковців і практиків та підтверджується даними зарубіжних дослідників, що визначає актуальність проведеного експерименту.

Мета роботи. Продовжити вивчення ефективності застосування природного стимулятора продуктивності, фітобіотику «ІМУНОЧАСНИК» на основі біоактивних сполук рослинного походження для свиноматок різного фізіологічного стану і циклу опоросу та його вплив на їхні відтворювальні ознаки.

Матеріал і методи. У науково-господарському досліді, що тривав протягом 2023–2024 рр., використано 120 голів двопородних свиноматок першого циклу відтворення (велика біла (ВБ) × ландрас (Л)), за поєднання з кнурами термінальної лінії «РІС 337» (селекції компанії «РІС», Великобританія), які утримувалися в господарстві ПОП «Вікторія» Миколаївської області. Виробництво продукції свинарства в умовах підприємства відповідає виробничо-технічним умовам і організовано згідно з технологічними процесами промислової технології.

Піддослідні тварини утримувалися у цехах відповідно до фізіологічних умов відповідної технологічної групи. Ремонтні свинки та свиноматки утримувалися згідно з ВНТП-АПК – 02.05 «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)» та рекомендаціям генетичної компанії [2; 25]. Ремонтні свинки утримувалися групами по 20 голів у станку на бетонній щільній підлозі у розрахунку 1,0–1,65 м² на голову. Під час переводу в цех відтворення на дільницю холостих свиноматок, де тварини утримувалися в індивідуальних станках (2,35×0,65 м) протягом 30 діб до встановлення/підтвердження поросності методом ультразвукової діагностики і споживали корм 2,8–3,1 кг на голову за добу за використання комбікорму типу «Холості та поросні свиноматки» за поживністю: сирий протеїн – 146,4 г/кг; метаболічна енергія – 2902,6 Ккал/кг [2; 10; 25]. Після встановлення поросності свиноматки переводилися на дільницю поросних маток, де утримувалися в індивідуальних станках, їм згодовували корм 2,5–2,7 кг на голову за добу за використання комбікорму типу «Холості та поросні свиноматки». За 5 діб до очікуваної дати опоросу

поросних свиноматок переводили в цех опоросу на дільницю підсисних свиноматок, де вони утримувалися фіксовано у станках 2,205×0,6–0,8 м і загальною площею 4,32 м². Матки споживали корм уволю протягом підсисного періоду (за винятком дня опоросу – 1,0 кг/на голову) за використання комбікорму типу «Лактуючі свиноматки» за поживністю: сирий протеїн – 163,9 г/кг; метаболічна енергія – 2990,4 Ккал/кг. Підгодовлю порослят-сисунів, починаючи з 7-ї доби і до відлучення проводили стартерним комбікормом (ТОВ «Цехаве» (Україна)) у вигляді гранул із самогодівниць, за поживністю: сирий протеїн – 185,0 г/кг; метаболічна енергія – 325,0 Ккал/кг. Тривалість підсисного періоду становила 28 діб. Після відлучення свиноматки поверталися на дільницю холостих маток і до моменту осіменіння споживали комбікорм типу «Лактуючі свиноматки».

Комбікорм основного раціону (ОР) вироблявся в умовах кормоцеху господарства ПОП «Вікторія», для балансування раціонів за поживними речовинами використовувалися премікси та білково-мінерально-вітамінні добавки виробництва компанії ТОВ «Цехаве» (Україна). Склад основного раціону: «Холості та поросні свиноматки» (%): пшениця – 26,5; ячмінь – 45,0; горох – 10,0; соняшниковий шрот – 15,0; премікс «Цехавіт Соу Супорос» – 3,5; «Лактуючі свиноматки» (%): пшениця – 40,0; ячмінь – 40,0; білково-менерально-вітамінна добавка «Цехавіт Соу Концентрат Лактація» – 20,0.

Напування свиноматок здійснювалося за допомогою ніпельних, а порослят-сисунів – із чашкових напувалок. Як джерело локального обігріву в цеху опоросу для порослят-сисунів використовували комбінацію джерел локального обігріву (інфрачервона лампа розжарювання, електричний нагрівальний килимок і брудер).

Свиноматки були поділені на чотири групи відповідно до поділу їх у період вирощування аналогічно попередньому досліді з вивчення впливу кормової добавки на продуктивність ремонтних свинок та на етапі їх осіменіння (за принципом аналогів) згідно із загальноприйнятими методиками [5, 7]: перша контрольна група (I) свиноматок продовжувала отримувати стандартні основні раціони (ОР) без додавання будь-якої добавки протягом холостого, поросного і підсисного періодів, друга дослідна група (II) до основного раціону продовжила отримувати природний стимулятор росту «ІМУНОЧАСНИК» у кількості 500 г/тону комбікорму, третя дослідна група (III) маток отримувала природний стимулятор росту у кількості 1 000 г/тону корму, четверта дослідна група (IV) отримувала природний стимулятор росту у кількості 1 500 г/тону корму (згідно з настановою-використання виробника) (табл. 1).

Склад «ІМУНОЧАСНИК» (на 100 г продукту): часник, висушений (*Allium Sativum L*) – 95 г, Карум Карві (кмин) (*Carum Carvi L*) – 5 г, вироблено на замовлення «Eagle Trading LLC» (Україна), виробник «Аргано Органіс ТОВ. Юніт 2 Індастріал Істейт Захаранпур» (Індія). За даними виробника, «ІМУНОЧАСНИК» – це кормова добавка, що є рослинним стимулятором росту з ефірними оліями, додається до кормів та має низку сприятливих ефектів, зокрема: сприяє швидкому розвитку здорової мікрофлори кишківника, стабілізує процеси травлення, підвищує показники росту, стимулює швидкий розвиток імунної системи тощо. Препарат «ІМУНОЧАСНИК» містить олію трав, а саме: часнику та кмину у фіксованій концентрації [6].

Таблиця 1. Схема використання кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК» для свиноматок піддослідних груп

№	Група	n	Породність		Умови годівлі
			свиноматок	кнур	
I	контрольна	25	ВБ × Л	PIC 337	ОР «Холості, поросні» та «Лактуючі свиноматки»
II	дослідна	30	ВБ × Л	PIC 337	ОР «Холості, поросні» та «Лактуючі свиноматки» + 0,05% за масою корму «ІМУНОЧАСНИК»*
III	дослідна	34	ВБ × Л	PIC 337	ОР «Холості, поросні» та «Лактуючі свиноматки» + 0,10% за масою корму «ІМУНОЧАСНИК»*
IV	дослідна	31	ВБ × Л	PIC 337	ОР «Холості, поросні» та «Лактуючі свиноматки» + 0,15% за масою корму «ІМУНОЧАСНИК»*

Примітка: * – експериментальні кормові добавки вводили в раціон безпосередньо в кормоцеху господарства під час виготовлення даних рецептів

Штучне осіменіння маток піддослідних груп відбувалося у другу охоту за допомогою вагінального способу одноразовими катетерами фірми «MS Schippers» (Нідерланди), свіжою розведеною спермою кнурів термінальної лінії PIC 337 (селекції компанії «PIC», Великобританія), які знаходилися в пункті штучного осіменіння господарства.

Відтворювальні ознаки свиноматок зазначених груп (див. табл. 1) оцінювали за показниками: загальна кількість порослят при народженні (гол.), багатоплідність (гол.), частка мертвонароджених порослят (%), маса гнізда порослят при народженні та відлученні (28 діб); жива маса кожного поросляти при народженні (великоплідність) і відлученні (28 діб) (кг), кількість порослят у гнізді при відлученні (гол.), середньодобовий приріст порослят-сисунів (г), збереженість приплоду (%) за відповідними загальноприйнятими методиками [5; 7].

Для узагальнення показників відтворювальних ознак свиноматок піддослідних груп розраховано оціночний індекс за обмеженою кількістю ознак [5]:

$$I = B + 2W + 35G,$$

де I – індекс відтворювальних якостей; B – кількість поросят при народженні, гол.; W – кількість поросят у 28-добовому віці, гол.; G – середньодобовий приріст поросят до відлучення, кг.

Параметри мікроклімату виробничих приміщень, у яких утримувалися піддослідні тварини, підтримувалися за допомогою системи негативної вентиляції, що складається з осьового витяжного вентилятора, розташованого на стелі приміщення, і припливних клапанів, розташованих у стінах корпусу, узгодження роботи яких відбувалося за допомогою мікропроцесорів підтримання параметрів мікроклімату.

Видалення гною з приміщення відбувалося за допомогою вакуумно-самопливної системи періодичної дії, яка включала в себе ванни відповідно до площі щільної підлоги станків та систему трубопроводів, через які видалялися гнойові стоки в проміжні гнойозбірники за межами приміщення.

Умови годівлі, напування, утримання, догляду і профілактики тварин в експерименті відбувалися відповідно до європейського і українського законодавства «Вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання» (Закон України «Про ветеринарну медицину», 2021) [9; 20].

Експериментальні дані обробляли за допомогою комп'ютерної техніки та пакетів прикладних програм із застосуванням методів варіаційної статистики [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Проблематика уведення першоопоросок в основне стадо та низькі показники їх продуктивності на першому циклі відтворення є важливим питанням для прибутковості свинарства. Ураховуючи достатньо високі показники вибракування свиноматок у межах 35–45% на рік створюються значні вимоги для отримання вищих показників продуктивності свиноматки за першого опоросу. Підвищення продуктивності свиноматок за першого опоросу в сучасному свинарстві може бути досягнуто за допомогою декількох стратегій: забезпечення оптимальних умов годівлі та утримання, вірне планування відтворення, дотримання принципів благополуччя та ветеринарного догляду [12; 14].

Результати науково-господарського дослідження щодо вивчення впливу фітобіотику «ІМУНОЧАСНИК» на відтворювальні ознаки свиноматок першого опоросу представлено в табл. 2.

Використання комплексної кормової добавки фітобіотику «ІМУНОЧАСНИК» за різних доз уведення у раціон в процесі вирощування ремонтних свинок у подальшому чинило позитивний вплив на їхні відтворювальні ознаки під час опоросу та протягом підсисного періоду. Так, загальна кількість поросят при народженні, багатоплідність були вищими у свиноматок за споживання фітобіотику в кількості 0,10% до основного раціону і становила 12,62 гол. і 11,88 гол., що вище за контроль на 1,77 і 2,20 гол. ($p < 0,001$) відповідно. У розрізі дослідних груп матки III групи теж відзначалися вищими значеннями даних показників, за багатоплідністю перевищували аналогів з II та IV дослідних груп на 1,38 та 0,98 гол. ($p < 0,01$) відповідно.

Доведено, що використання фітобіотику «ІМУНОЧАСНИК» у раціонах ремонтних свинок і в подальшому в раціонах поросних свиноматок I опоросу впливало на зменшення частки мертворождалих поросят – 4,53–4,92%. Меншою кількістю нежиттєздатних поросят та «мертво родів» характеризувалися свиноматки, які отримували комплексний препарат у кількості 1000 г/т комбікорму – 5,86%, що нижче за контроль на 4,92% ($p < 0,01$).

Таблиця 2. Відтворювальні ознаки свиноматок першого опоросу за використання кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК», $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$

Ознака	Група			
	I	II	III	IV
n	25	30	34	31
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	10,85 ± 0,201	11,20 ± 0,280	12,62 ± 0,244***	11,60 ± 0,221*
Багатоплідність, гол.	9,68 ± 0,184	10,50 ± 0,232*	11,88 ± 0,196***b	10,90 ± 0,260**
Частка мертворождалих поросят, %	10,78 ± 1,144	6,25 ± 0,860**	5,86 ± 0,768**	6,03 ± 0,960**
Маса гнізда поросят при народженні, кг	13,9 ± 0,374	14,50 ± 0,566	15,90 ± 0,420***	15,30 ± 0,527*
Великоплідність, кг	1,44 ± 0,028	1,38 ± 0,030	1,34 ± 0,040	1,40 ± 0,026
Молочність, кг	49,50 ± 1,422	52,60 ± 1,218	58,34 ± 0,962***a	57,24 ± 1,326***
Кількість поросят при відлученні у віці 28 діб, гол.	8,64 ± 0,114	9,42 ± 0,196**	10,86 ± 0,250***c	9,86 ± 0,188**
Середня жива маса одного поросяти при відлученні, кг	6,44 ± 0,136	6,82 ± 0,174	7,14 ± 0,262*	7,04 ± 0,217*
Жива маса гнізда поросят при відлученні, кг	55,64 ± 1,120	64,24 ± 1,262***	77,54 ± 1,256***c	69,41 ± 1,086***
Середньодобовий приріст поросят у підсисний період, г	178,57 ± 2,054	194,29 ± 2,330**	207,14 ± 3,240***b	201,43 ± 2,422***
Збереженість поросят, %	89,26 ± 1,146	89,71 ± 1,250	91,41 ± 1,020	90,46 ± 1,150
Індекс, балів	33,21 ± 0,460	36,14 ± 0,396**	40,85 ± 0,488***b	37,67 ± 0,480***

Примітки: (відношення I до II, III та IV групи) * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$; в порівнянні (II, III та IV груп): a – $p \leq 0,05$; b – $p \leq 0,01$; c – $p \leq 0,001$

Показник частки мертвонароджених поросят у свиноматок III дослідної групи максимально був наближений до нормативного значення по господарству та стандартів генетичної компанії.

У розрізі піддослідних груп не встановлено вірогідної різниці за показниками великоплідності, його значення знаходилося у межах 1,34–1,44 кг. Ураховуючи кореляційні зв'язки вище значення великоплідності відзначено за нижчих показників багатоплідності у контрольній групі – 1,44 кг.

У групах III, IV, де додатково до основного раціону використовували фітобіотик на основі часнику та кмину у дозах 1000 і 1500 г/т комбікорму, отримано вищі показники маси гнізда при народженні у свиноматок першого опоросу – 15,90 та 15,30 кг, тим самим визначено їх перевагу над контролем на 1,98 кг ($p < 0,01$) і 1,32 кг ($p < 0,05$) відповідно.

Уведення препарату «ІМУНОЧАСНИК» у раціони свиноматок позитивно вплинуло на рівень молочності. Так, показник умовної молочності маток II, III та IV дослідних груп дорівнював 52,60; 58,34 і 57,24 кг, що вище за контроль на 3,10; 8,84 та 7,74 кг ($p < 0,001$) відповідно. Отже, можна певною мірою стверджувати, що вища молочність свиноматок дослідних груп зумовлена позитивним впливом добавки «ІМУНОЧАСНИК» на імунний статус організму, стійкість до умовнопатогенної мікрофлори та синтез молока.

Жива маса гнізда при відлученні вважається достатньо вагомим критерієм відтворювальних якостей свиноматки, адже цей показник не тільки поєднує багатоплідність і велику плодючість, а й поєднує здатність свиноматок вигодовувати потомство для забезпечення інтенсивності росту і збереження поросят. Отже, вищі значення показників середньої живої маси та кількості поросят при відлученні у свиноматок дослідних груп забезпечило отримання вищих значень маси гнізда у віці 28 діб. Показник маси гнізда при відлученні був вищим у свиноматки III групи – 77,54 кг, що перевищував контроль на 21,90 кг ($p < 0,001$) і аналогів II та IV групи на 13,30 і 8,13 кг ($p < 0,001$) відповідно.

Поросята контрольної групи відрізнялися нижчими показниками середньодобових приростів – 178,57 г. Енергія росту поросят-сисунів залежить передусім від спроможності свиноматок продукувати достатню кількість молока високої якості. Отже, поросята-сисуні, отримані від свиноматок, у раціон яких не додавали природний фітобіотик на основі часнику та кмину «ІМУНОЧАСНИК», гірше росли та розвивалися і, як наслідок, мали менші значення середньодобових приростів, що нижче за аналогів II, III та IV дослідних груп на 15,74 г ($p < 0,01$), 28,57 г ($p < 0,001$) та 22,86 г ($p < 0,001$) відповідно. Якщо порівняти прирости поросят у розрізі дослідних груп, то відзначаємо, що поросята III групи переважали ровесників II та IV групи на 12,85 і 5,71 г ($p < 0,001$).

Стосовно показника збереженості поросят протягом підсисного періоду не встановлено вірогідної різниці в розрізі піддослідних груп, але значення були на достатньо високому рівні – 89,26–91,41%, і вищою вона була у свиноматок за згодовування добавки «ІМУНОЧАСНИК» у кількості 1000 г/т комбікорму (III група) – 91,41%.

Індекс узагальнення відтворювальних якостей за обмеженою кількістю ознак (Лаша-Мольна у модифікації М.Д. Березовського) [5], також використовували для характеристики ознак у свиноматок піддослідних груп. Отримані дані свідчать, що він був вищим у свиноматок III групи – 40,85 бали, матки контрольної групи мали за бальною оцінкою значення – 33,21 бали, що вірогідно поступалися їм на 7,64 балів ($p < 0,001$). Тварини II та IV дослідних груп мали значення індексу на рівні 36,14 і 37,67 балів і вірогідно поступалися аналогам III дослідної групи.

Висновки. 1. Компоненти кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК» компанії «Eagle Trading LLC» (Україна) допомагають уведенню в раціони ремонтних свинок, поросних і лактуючих свиноматок першого опоросу, підвищити їхні продуктивні якості.

2. Додавання одного кілограму кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК» (*Allium Sativum L. & Carum Carvi L.*) до раціону свиноматок під час поросності та лактації більш ефективно впливає на їхні відтворювальні якості, це підтверджується вищим показником індексу відтворювальних якостей. Свиноматки III групи (1 кг/т) мали оцінний індекс 40,85 бали порівняно з 33,21 балами у контрольній групі та 36,14 і 37,67 балами у тварин II (0,5 кг/т) та IV (1,5 кг/т) дослідних груп.

3. За використання добавки «ІМУНОЧАСНИК» у раціонах свиноматок першого циклу відтворення вдається створити оптимальні технологічні умови та запобігти негативним факторам жорсткої промислової технології і забезпечити кращі передумови для процесу запліднення, формування плодів і, отже, підвищити енергію росту поросят-сисунів за вищої збереженості під час опоросу.

Перспектива подальших досліджень полягає у подальшому вивченні ефективності використання інноваційної кормової добавки «ІМУНОЧАСНИК», впливу на поведінкові акти свиноматок першого опоросу та їхній імунологічний статус в умовах промислової технології виробництва продукції свинарства.

Список використаних джерел

1. Крамаренко С.С., Луговий С.І., Лихач А.В., Крамаренко О.С. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. Київ : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpriyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf (дата звернення: 24.12.2024).
3. Ісько О.Ю., Сичов М.Ю. Вплив різних рівнів часнику (*Allium sativum*) на продуктивність кролів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 124. С. 141–147. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.20>

4. Котенко А., Свіржевська Є. «Стимул»: доцільність та практика застосування у свинарстві. URL: <https://pigua.info/uk/post/stimul-docilnist-ta-praktika-zastosuvanna-u-svinarstvi> (дата звернення: 18.12.2024).
5. Ладика В.І., Хмельничий Л.М., Повод М.Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : підручник для аспірантів. Одеса : Олді+, 2023. 244 с.
6. Лихач В.Я., Лихач А.В., Бевз Н.Л. Досвід ефективного застосування природного стимулятора росту «Імуночасник». *Сучасне птахівництво*. 2022. № 7–8. С. 5–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/poultry2022.07-08.005>
7. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І.І. Ібатуліна і О.М. Жукорського. Київ, 2017. 328 с.
8. Михайленко Т.Ю., Сичов М.Ю. Ефективність використання часнику (*Allium sativum*) в годівлі молодяку перепелів м'ясного напрямку продуктивності. *Сучасне птахівництво*. 2021. № 11–12. С. 6–11. DOI: <https://dx.doi.org/10.31548/poultry2021.11-12.006>
9. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання» від 18.02.2021 № 206/35828.
10. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин / Г.В. Проваторов та ін. Суми : Університетська книга, 2007. 488 с.
11. Осипенко О.П., Лихач В.Я., Лихач А.В., Фаустов Р.В. Вплив рідкої та сухої форми фітобіотиків на інтенсивність росту поросят у період відлучення. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 113. С. 92–101.
12. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологічних рішень : монографія / В.Я. Лихач та ін. Миколаїв : Ліон. 2022. 275 с. <http://dglb.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/9332>
13. Підвищення продуктивних ознак свиноматок за використання комплексного препарату «Гепасорбекс» в умовах промислової технології / В.І. Резніченко та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. № 42. С. 47–54. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.7>
14. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник / М. Повод та ін. ; за ред. М.Г. Повода. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.
15. Стан вітчизняного свинарства. Проблеми та перспективи / О.С. Юрченко та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. № 42. С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.8>
16. Agarwal K.C. Therapeutic action of garlic constituents. *Medicinal Research Reviews*. 1996. Vol. 16. P. 111–124.
17. Alavinezhad A., Boskabady M.H. Antiinflammatory, antioxidant, and immunological effects of *Carum copticum* L. and some of its constituents. *Phytotherapy Research*. 2014. Vol. 28(12). P. 1739–1748.
18. Bampidis V., Azimonti G., Bastos M.D.L., Christensen H., Durjava M., Dusemund B. Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil obtained from the fruit of *Carum carvi* L. (caraway oil) for all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*. 2024. Vol. 22(7). P. 8906. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8906>
19. Chen J., Wang F., Yin Y., Ma X. The nutritional applications of garlic (*Allium sativum*) as natural feed additives in animals. *Peer J*. 2021. Vol. 9. e11934.
20. Council Directive 2008/120/EC. (2008, December). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0120-20191214&from=NL>. (дата звернення: 04.11.2024).
21. Faustov R., Lykhach V., Lykhach A., Shpetny M., Lenkov L. Effect of a new complex mycotoxin adsorbent on growth performance, and serum levels of retinol, tocopherol and 25-hydroxycholecalciferol in pigs fed on mycotoxin-contaminated feed. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2022. Vol. 12(1). P. 107–113. DOI: <https://dx.doi.org/10.51227/ojaf.2022.2>
22. Freitas R., Fonseca J.B., Soares R., Rostango H.S., Soares P.R. Utilization of garlic (*Allium sativum* L.) as growth promoter of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2001. Vol. 30. P. 761–765.
23. Grela E.R., Klebaniuk R. Chemical composition of garlic preparation and its utilization in piglet diets. *Medycyna Weterynaryjna*. 2007. Vol. 63(7). P. 792–795.
24. Papatsiros V.G., Tzika E.D., Papaioannou D.S., Kyriakis S.C., Tassis P.D., Kyriakis C.S. Effect of *origanum vulgare* and *allium sativum* extracts for the control of proliferative enteropathy in weaning pigs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. Warsaw. 2009. Vol. 12(3). P. 407–414.
25. PIC – генетична компанія. URL: <https://pic-ukraine.com.ua> (дата звернення: 15.12.2024).
26. Satora M., Magdziarz M., Rzaśa A., Rypuła K., Płoneczka-Janeczko K. Insight into the intestinal microbiome of farrowing sows following the administration of garlic (*Allium sativum*) extract and probiotic bacteria cultures under farming conditions. *BMC veterinary research*. 2020. Vol. 16. P. 1–18.
27. Sun H.Y., Kim I.H. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and garlic (*Allium sativum*) product mixture on growth performance, nutrient digestibility, faecal microflora, faecal noxious-gas emission and meat quality in finishing pigs. *Animal Production Science*. 2020. Vol. 60(16). P. 1911–1917.
28. Upadhaya S.D., Kim S.J., Kim I.H. Effects of gel-based phyto-genic feed supplement on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and intestinal morphology in weanling pigs. *Journal of Applied Animal Research*. 2015. Vol. 44(1). P. 384–389. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1091334>

Bevz N. L.

*PhD Student of the third year of study,
Department of Technologies in Poultry, Pig and Sheep Breeding,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

E-mail: n.bevz@nubip.edu.ua

ORCID: 0000-0003-0037-9156

Lykhach V. Ya.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Technologies in Poultry, Pig and Sheep Breeding
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

E-mail: vylykhach80@nubip.edu.ua

ORCID: 0000-0002-9150-6730

PUT UP OF PRODUCTIVE TRAITS OF SOWS WITH THE USE OF FEED ADDITIVE «IMUNOCHASNYK»

Abstract

Only a well-grounded approach to solving the problems of feeding technology in specific conditions of animal husbandry can guarantee their high immune status, ensure optimal nutritional value of feed and, accordingly, increase pig productivity. The use of complex feed additives helps to ensure high fertility, stimulate milk production and obtain good condition and uniform weight of newborn piglets, especially when feeding gestation and suckling sows of different reproductive cycles. The aim of the work was to study the effectiveness of the use of a natural productivity stimulator, phytobiotic «IMUNOCHASNYK» based on bioactive compounds of plant origin for sows of different physiological state and farrowing cycle and its effect on their reproductive traits. The scientific and economic experiment was conducted at the farm of the private enterprise «Victoria» in Mykolaiv region during 2023–2024, on a population of 120 two-breed sows of the first cycle of reproduction (Large White (LW) × Landrace (L)), in combination with boars of the terminal line «PIC 337» (selection of the company «PIC», Great Britain). Sows were divided into four groups: I (control group) received standard basic rations (BR) without any additive during the idle, farrowing and suckling periods, II (experimental group) received a natural growth stimulant «IMUNOCHASNYK» in the amount of 500 g/ton of feed, III (experimental group) received an additive in the amount of 1000 g/ton of feed, IV (experimental group) received an additive in the amount of 1500 g/ton of feed. Components of the feed additive «IMUNOCHASNYK» by «Eagle Trading LLC» (Ukraine) help to improve their productive qualities when introduced into the diets of gilts, farrowing and lactating sows of the first farrowing. The addition of one kilogram of the feed additive «IMUNOCHASNYK» (*Allium Sativum* L. & *Carum Carvi* L.) to the diet of sows during pregnancy and lactation has a more effective effect on their reproductive qualities, which is confirmed by a higher index of reproductive qualities. Sows of the III group (1 kg/t) had an estimated index of 40.85 points, compared to 33.21 points in the control group and 36.14 and 37.67 points in animals of the II (0.5 kg/t) and IV (1.5 kg/t) experimental groups. With the use of the additive «IMUNOCHASNYK» in the diets of sows of the first cycle of reproduction, it is possible to create optimal technological conditions and prevent the negative factors of rigid industrial technology and provide better prerequisites for the process of fertilization, fruit formation and, consequently, increase the growth energy of suckling piglets with higher safety during farrowing.

Key words: reproductive traits, feeding, cumin, feed additive, lactation, fertility, productivity, sow, technology, phytobiotic, garlic.

References

1. Kramarenko, S.S., Lugovoy, S.I., Lykhach, A.V., & Kramarenko O.S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]*. Mykolayiv: MNAU, 211. [in Ukrainian].
2. *Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Svyarski pidpriemstva (kompleksy, fermi, mali fermi), VNTP-APK – 02.05. [Departmental norms of technological design Pig enterprises (complexes, farms, small farms), VNTP-APK – 02.05]*. K.: Minahropolityky Ukrainy, (2005), 98. Retrieved from: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svyarski-pidpriemstva-VNTP-APK-02.05.pdf [in Ukrainian].
3. Isko, O.Y., & Sychev, M.Yu. (2022). Vplyv riznykh rivniv chasnyku (*Allium sativum*) na produktyvnist kroliv. [Effect of different levels of garlic (*Allium sativum*) on rabbit performance]. *Tavriiskyyi naukovyi visnyk*, 124, 141–147. [in Ukrainian].
4. Kotenko, A., & Svirzhevska, E. «Stymul»: dotsilnist ta praktyka zastosuvannia u svynarstvi. [«Stimulus»: feasibility and practice of application in pig production]. Retrieved from: <https://pigua.info/uk/post/stimul-dotsilnist-ta-praktika-zastosuvannya-u-svynarstvi>. [in Ukrainian].
5. Ladyka, V.I., Khmelnychiy, L.M., & Povod, M.G. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]*. Odesa: Oldi+, 244. [in Ukrainian].
6. Lykhach, V.Ya., Lykhach, A.V., & Bevz, N.L. (2022). Dosvid efektyvnoho zastosuvannia pryrodnoho stymuliatora rostu «Imunochasnyk». [The effectiveness of the pyrolytic stabilizer of the «Imunochasnyk» rostrum]. *Suchasne piakhivnytstvo*, 7–8, 5–9. <http://dx.doi.org/10.31548/poultry2022.07-08.005> [in Ukrainian].

7. Ibatulin, I.I., & Zhukorskyi, O.M. (2017). *Methodology and organization of scientific research in animal husbandry [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]*. K., 328. [in Ukrainian].
8. Mikhaylenko, T.Y., & Sychev, M.Yu. (2021). Efektyvnist vykorystannia chasnyku (*Allium sativum*) v hodivli molodniaku perepeliv miasnoho napriamku produktyvnosti. [Efficiency of garlic (*Allium sativum*) use in feeding young quail of meat productivity]. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 11–12, 6–11. <https://dx.doi.org/10.31548/poultry2021.11-12.006> [in Ukrainian].
9. Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy № 224 vid 08.02.2021 r. «Pro zatverdzhennia vymoh do blahopoluchchia silskohospodarskykh tvaryn pid chas yikh utrymannia» [On approval of requirements for the welfare of farm animals during their keeping]. Zareiestr. vid 18.02.2021 Ministerstvom Yustytzii Ukrainy № 206/35828. [in Ukrainian].
10. Provatorov, H.V., Ladyka, V.I., Bondarchuk, L.V., Provatorova, V.O., & Opara V.O. (2007). *Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia ryznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn [Feeding rates, rations and feed nutrition for different types of farm animals]*. Sumy: TOV VDT «Universytetska knyha», 488. [in Ukrainian].
11. Osipenko, O.P., Lykhach, V.Y., Lykhach, A.V., & Faustov, R.V. (2020). Vplyv ridkoi ta sukhoi formy fitobiotykyv na intensyvniost rostu porosiat u period vidluchennia. [Influence of liquid and dry form of phytobiotics on the growth rate of piglets during weaning]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 113, 92–101. [in Ukrainian].
12. Lykhach, V.Ya., Faustov, R.V., Shebanin, P.O., Lykhach, A.V., & Lenkov L.H. (2022). *Pidvyshchennia produktyvnosti svynei za vykorystannia suchasnoho henofondu ta innovatsiinykh tekhnologichnykh rishen [Increasing pig productivity using modern gene pool and innovative technological solutions : monohrafiia]*. Mykolaiv : Ilion, 275. [in Ukrainian].
13. Rieznichenko, V.I., Lenkov, L.H., Lykhach, V.Ya., Lykhach, A.V., & Faustov, R.V. (2024). Pidvyshchennia produktyvnykh oznak svynomatok za vykorystannia kompleksnoho preparatu «Hepasorbeks» v umovakh promyslovoi tekhnologii. [Increasing the productive traits of sows by using the complex drug «Hepasorbex» in the conditions of industrial technology]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 42, 47–54. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.7> [in Ukrainian].
14. Povod, M.O., Bondarska, Lykhach, V., Zhyshka, S. & Nechmilov V., et al. (2021). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii svynarstva. [Technology of pig production: a textbook]*. Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO, 360. [in Ukrainian].
15. Yurchenko, O.S., Bondarska, O.M., Lykhach, V.Y., Kalitaev, K.K. & Kovalenko O.A. (2024). Stan vitchyznianoho svynarstva. Problemy ta perspektyvy.. [The state of domestic pig production. Problems and prospects]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 42, 55–63. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.8> [in Ukrainian].
16. Agarwal, K.C. (1996). Therapeutic action of garlic constituents. *Medicinal Research Reviews*, 16, 111–124 [in English].
17. Alavinezhad, A., Boskabady, M.H. (2014). Antiinflammatory, antioxidant, and immunological effects of *Carum copticum* L. and some of its constituents. *Phytotherapy Research*, 28(12), 1739–1748 [in English].
18. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M.D.L., Christensen, H., Durjava, M., & Dusemund, B. (2024). Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil obtained from the fruit of *Carum carvi* L. (caraway oil) for all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 22(7), 8906. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8906> [in English].
19. Chen, J., Wang, F., Yin, Y., Ma, X. (2021). The nutritional applications of garlic (*Allium sativum*) as natural feed additives in animals. *Peer J*, 9, e11934.
20. Council Directive 2008/120/EC. (2008, December). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0120-20191214&from=NL> [in English].
21. Faustov, R., Lykhach, V., Lykhach, A., Shpetny, M., & Lenkov, L. (2022). Effect of a new complex mycotoxin adsorbent on growth performance, and serum levels of retinol, tocopherol and 25-hydroxycholecalciferol in pigs fed on mycotoxin-contaminated feed. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 12(1), 107–113. <https://dx.doi.org/10.51227/ojafr.2022.2> [in English].
22. Freitas, R., Fonseca, J.B., Soares, R., Rostango, H.S., & Soares, P.R. (2001). Utilization of garlic (*Allium sativum* L.) as growth promoter of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 761–765 [in English].
23. Grela, E.R., & Klebaniuk, R. (2007). Chemical composition of garlic preparation and its utilization in piglet diets. *Medycyna Weterynaryjna*, 63(7), 792–795 [in English].
24. Papatsiros, V.G., Tzika, E.D., Papaioannou, D.S., Kyriakis, S.C., Tassis, P.D., & Kyriakis C.S. (2009). Effect of *origanum vulgare* and *allium sativum* extracts for the control of proliferative enteropathy in weaning pigs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 12(3), 407–414 [in English].
25. PIC – is a genetic company. Website. Retrieved from: <https://pic-ukraine.com.ua> [in English].
26. Satora, M., Magdziarz, M., Rząsa, A., Rypuła, K., & Płoneczka-Janeczko, K. (2020). Insight into the intestinal microbiome of farrowing sows following the administration of garlic (*Allium sativum*) extract and probiotic bacteria cultures under farming conditions. *BMC veterinary research*, 16, 1–18 [in English].
27. Sun, H.Y., & Kim, I.H. (2020). Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and garlic (*Allium sativum*) product mixture on growth performance, nutrient digestibility, faecal microflora, faecal noxious-gas emission and meat quality in finishing pigs. *Animal Production Science*, 60(16), 1911–1917 [in English].
28. Upadhaya, S.D., Kim, S.J., & Kim, I.H. (2015). Effects of gel-based phyto-genic feed supplement on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and intestinal morphology in weanling pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 384–389. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1091334> [in English].

УДК 633.41:631.81:581.132

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: bezvikonnyi777@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4922-1763

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН БУРЯКА КОРМОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Анотація

У статті представлено результати досліджень щодо впливу норм мінеральних добрив на варіабельність показників площі листя і фотосинтетичних показників рослин кормового буряка в умовах західного Лісостепу України. Установлено, що застосування мінеральних добрив дає значне підвищення показників фотосинтетичної активності посівів буряка кормового. Так, на період першої декади червня у середньому площа листків у сорту Сонет становила 10,94 тис м²/га, у сорту Ольжич – 13,88 тис м²/га, а у сорту Стармон – 15,69 тис м²/га. Найвищу площу листків відзначали на період першої декади серпня. Крайцями були варіанти, де використовували мінеральні добрива порівняно з варіантами без добрив. У розрізі сортів найбільша площа листів кормових буряків була у сорту Стармон порівняно із сортами Сонет та Ольжич. Найбільше значення аналізованого показника спостерігали на варіанті з нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ 63,81 тис м²/га, що на 28,1% більше за контроль. Станом на період збирання спостерігалось зменшення площі листків у рослин буряка кормового.

Упродовж років досліджень найвищий фотосинтетичний потенціал був у період інтенсивного росту (10.08). На тлі без добрив рівень даного показника знаходився у межах 2,275 млн м² × діб/га у сорту Сонет, 2,724 млн м² × діб/га у сорту Ольжич та у сорту Стармон – 3,279 млн м² × діб/га. Крайці умови для збільшення фотосинтетичного потенціалу створювалися за внесення повного мінерального добрива в ґрунт. Найвищий фотосинтетичний потенціал був у сорту Стармон на тлі добрив із нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ – 4,764 та 4,589 млн м² × діб/га. У період збирання фотосинтетичний потенціал досліджуваних сортів зменшувалася практично до такого, як у липні, проте у сортів Стармон та Ольжич упродовж років досліджень на час збирання ще залишався потужний асиміляційний апарат, при цьому ФП становив у середньому 3,80 та 3,49 млн м² × діб/га проти 2,70 у сорту Сонет.

Найвище значення продуктивності фотосинтезу відзначено на період першої декади липня (змикання рядків). Так, на контрольній ділянці рівень продуктивності становив у сорту Сонет 4,23 г/м² за добу, сорту Ольжич – 4,26 г/м² за добу та у сорту Стармон – 6,43 г/м² за добу. Тоді як за внесення добрив даний показник знаходився у межах 6,02–6,91 г/м² за добу першого сорту, 6,98–7,84 г/м² за добу другого сорту та 10,06–11,23 г/м² за добу третього сорту.

Ключові слова: буряк кормовий, сорт, удобрення, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Вступ. За сучасних умов господарювання великого значення набуває розвиток ринку кормів, який повинен забезпечити належний рівень годівлі сільськогосподарських тварин для ефективного виробництва продукції тваринництва, зокрема розвитку молочного і м'ясного скотарства, бо саме воно постачає на продовольчий ринок дієтичні екологічно безпечні продукти харчування: молоко, сир, масло та продукти молочно-кислого бродіння і м'ясо [2].

Як показують дослідження, останнім часом проблема протеїнового живлення постає особливо гостро з огляду на нагальну потребу в підвищенні продуктивності тварин і великих змін у технології годівлі та виробництві кормів. Протеїн став одним із лімітуючих чинників у системі виробництва продукції тваринництва [4].

Джерелом великої кількості легко перетравних поживних речовин, які значно впливають на надої великої рогатої худоби та з успіхом поїдаються багатьма видами тварин, є кормовий буряк [1].

Кормовий буряк є цінною сільськогосподарською культурою, яка забезпечує тварин поживним раціоном харчування. Він багатий на вітаміни, мінерали, цукор, крохмаль та інші корисні речовини, необхідні для енергії, росту та розвитку тварин. Вирощування цієї культури потребує певних знань і навичок у галузі сільського господарства, однак за умови правильного підходу до агротехніки це може стати досить прибутковою діяльністю [3].

Фотосинтез – основний фізіологічний процес, у результаті якого утворюється суха речовина рослин. До 90–95% накопичення сухої маси врожаю буряка в процесі фотосинтезу відбувається у листках. Збільшення площі листків і, відповідно, їхньої маси в кінцевому підсумку приводить до збільшення маси коренеплоду, а отже, і продуктивності у цілому [9].

Буряки в процесі росту й розвитку формують відповідні показники площі листової поверхні як джерела накопичення продуктів фотосинтезу та подальшого формування коренеплоду. Відповідно до особливостей формування листової поверхні слід ставитися надзвичайно уважно, оскільки вона, по суті, визначає рівень продуктивності культури вже з ранніх етапів її онтогенезу. А отже, недотримання елементів технології вирощування, прорахунки із забезпеченням рослин елементами живлення, нестача вологи – усі ці чинники можуть суттєво вплинути на інтенсивність фотосинтезу культури [7].

Як відзначали В.І. Овчарук та ін. [6], продуктивність ростових процесів у буряка досягається за рахунок збільшення асиміляційної поверхні, оскільки саме за рахунок асимілянтів, утворених під час фотосинтезу в листках, відбувається активне утворення коренеплодів.

Найвищі та найкращі за якістю врожаї можна отримати лише в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватися раціональним використанням елементів мінерального живлення, адаптивними сортами [10].

Листкова поверхня буряків формується під впливом чинників навколишнього середовища, у тісній взаємодії з іншими рослинами агрофітоценозу, та її можна змінювати відповідно до застосування елементів технології вирощування. А тому саме можливість агротехнічного впливу та спрямованість цих змін варто відслідкувати додатково [7; 12].

Позитивний вплив добрив проявляється через різні параметри рослин. Добрива сприяють, перш за все, утворенню більшої асиміляційної поверхні рослин. Так, без добрив цей показник становив 28,8 тис м²/га, а за застосування $N_{420}P_{200}K_{210}$ він зростав до 39,3 тис м²/га. Таким чином, в умовах північного Степу України на чорноземах звичайних для отримання врожаю коренеплодів 150 т/га автори рекомендують вносити $N_{420}P_{200}K_{210}$, що забезпечуватиме бездефіцитний баланс ґрунту по азоту і фосфору [11].

Тому вивчення показників фотосинтетичної активності посівів буряка кормового є важливим завданням, адже без оптимізації цих процесів та забезпечення їх нормального перебігу неможливо досягти високих урожаїв коренеплодів. Варто зазначити, що за сприятливих умов навіть невелика площа листків може забезпечити хороший результат, тоді як за несприятливих умов навіть велика площа листків не гарантує успіху.

Мета роботи. Метою досліджень було визначення впливу норм та співвідношення мінеральних добрив на формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків кормових в умовах західного Лісостепу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися впродовж 2020–2024 рр. 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. Уміст гумусу (за Тюрнімом) у шарі ґрунту 0–3 см становить 3,8–4,1%. Уміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфільдом), становить 98–117 мг/кг, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 81–94 мг/кг, обмінного калію (за Чіріковим) – 145–175 мг/кг ґрунту. Сума увібраних основ коливається в межах 19,8–22,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 0,791,02 мг екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 90%.

Схемою дослідів передбачене вивчення впливу різних співвідношень мінеральних добрив на динаміку формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників рослин буряка кормового. Схема дослідів включала такі фактори: Фактор А – сорти: 1. Сонет (контроль), 2. Ольжич, 3. Стармон. Фактор В – норми внесення мінеральних добрив: 1. Без внесення добрив (контроль), 2. $N_{150}P_{150}K_{150}$; 3. $N_{225}P_{150}K_{75}$; 4. $N_{225}P_{75}K_{150}$; 5. $N_{150}P_{225}K_{75}$; 6. $N_{150}P_{75}K_{225}$; 7. $N_{75}P_{225}K_{150}$; 8. $N_{75}P_{150}K_{225}$. Площа облікової дослідної ділянки – 54 м², загальної – 65 м², повторність дослідів – чотирикратна.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [8] та Методики проведення досліджень у буряківництві [5].

Результати досліджень показали (табл. 1), що мінеральні добрива позитивно впливають на динаміку наростання площі листків кормових буряків порівняно з контролем.

На початкових етапах росту та розвитку рослин буряка кормового площа листків залежить переважно від сортових особливостей, а також значно залежить від елементів технології та присутності бур'янів та шкідників в агроценозі. Так, на період першої декади червня в середньому площа листків у сорту Сонет становила 10,94 тис м²/га, у сорту Ольжич – 13,88 тис м²/га, а у сорту Стармон – 15,69 тис м²/га. Застосування мінеральних добрив сприяло зростанню площі листків. Максимальне зростання цієї ознаки було зафіксоване за умови використання добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортах і становила 16,73; 19,77; 21,08 тис м²/га відповідно.

На період 10.07 площа листків зростала, зберігаючи аналогічну закономірність попереднього періоду. На тлі без добрив площа листків становила 31,41 тис м²/га у сорту Сонет, 36,09 тис м²/га у сорту Ольжич, та 40,88 тис м²/га у сорту Стармон. Найбільший приріст даного показника відзначали на варіантах із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх сортах які поставлені на вивчення. Так, у сорту Сонет приріст порівняно з контролем становив 15,65–16,60 тис м²/га, у сорту Ольжич – 15,18–17,75 тис м²/га та у сорту Стармон – 14,03–15,48 тис м²/га.

Таблиця 1. Вплив доз мінеральних добрив на динаміку наростання площі листків кормових буряків, тис м²/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення				
		10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	6,04	31,41	40,33	26,49	16,24
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	12,12	44,62	49,45	33,80	25,12
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	8,07	37,98	43,54	32,81	24,34
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	15,13	47,06	54,31	39,42	28,27
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	7,78	35,17	45,39	30,98	23,06
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	16,73	48,01	54,46	39,97	29,00
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	9,66	39,64	45,98	33,30	21,80
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	11,95	42,45	48,98	33,93	23,19
Ольжич	Без внесення добрив (к)*	7,18	36,09	44,57	28,60	18,79
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	16,31	49,13	55,90	42,36	31,45
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	11,86	45,21	51,19	36,23	27,02
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	18,89	51,27	57,77	44,78	34,75
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	9,75	42,20	49,67	34,73	25,47
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	19,77	53,84	60,36	47,33	35,12
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	13,19	46,09	54,01	38,81	28,89
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	14,09	48,01	54,66	40,70	30,77
Стармон	Без внесення добрив (к)*	8,33	40,88	49,80	35,97	25,72
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	18,09	52,59	60,42	46,04	35,77
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	13,91	46,82	55,19	42,38	31,85
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	19,98	54,91	62,16	47,67	36,71
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	11,68	44,81	53,22	39,49	28,03
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	21,08	56,36	63,81	48,92	37,77
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	15,40	50,38	56,72	42,46	32,54
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	17,08	51,58	58,11	45,36	34,62

Примітка: (к)* – контроль

Більш інтенсивне наростання асиміляційної поверхні відзначалося на період першої декади серпня. У цей період площа листової поверхні досягла максимального значення та була достатньою для ефективного контролювання поверхні ґрунту та недопущення проростання бур'янів. Кращими були варіанти, де використовували мінеральні добрива порівняно з варіантами без добрив. У розрізі сортів найбільша площа листів кормових буряків була у сорту Стармон порівняно із сортами Сонет та Ольжич. Найбільше значення аналізованого показника спостерігали на варіанті з нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ 63,81 тис м²/га, що на 28,1% більше за контроль.

На період першої декади вересня (розмикання рядків) в усіх варіантах дослідів спостерігалось зменшення площі листків. Це, передусім, пояснюється біологічними особливостями рослин кормових буряків за рахунок зменшення кількості зелених листків, часткового всихання і відмирання їх. Однак на ділянках, де вносили мінеральні добрива, площа листків була вищою порівняно з контрольним варіантом за рахунок зростання тривалості функціонування зелених листків. Найбільший приріст був на варіантах із нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ та N₂₂₅P₇₅K₁₅₀ в усіх сортів. Так, у сорту Сонет приріст порівняно з контролем становив 48,8–50,9%, сорту Ольжич – 56,6–65,5% та сорту Стармон – 32,5–36,0%.

Станом на період збирання спостерігалось зменшення площі листків у рослин буряка кормового, при цьому спостерігалися зазначені вище закономірності. Так, найбільша листовка поверхня сформувалася у сорту Стармон, де вносили мінеральні добрива з нормою N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ 37,77 тис м²/га. У сорту Ольжич у цей період вегетації площа листової поверхні була дещо нижчою і становила 35,12 тис м²/га, у сорту Сонет – 29,00 тис м²/га.

Отже, як свідчать результати наших досліджень, за умови забезпечення рослин елементами живлення спостерігався ефект зростання площі листків порівняно з варіантом без внесення добрив.

Фотосинтетичний потенціал є комплексним показником фотосинтезу рослин і відіграє ключову роль у формуванні врожаю. У ході наших досліджень було встановлено (табл. 2), що на тлі повного мінерального добрива відзначалося зростання даного показника відносно контролю у досліджуваних сортів. Так, найменше значення фотосинтетичного потенціалу рослин буряка кормового спостерігали на початкових етапах розвитку, і на період першої декади червня він становив для сорту Сонет 0,55 млн м² × діб/га, сорту Ольжич – 0,63 млн м² × діб/га та сорту Стармон – 0,71 млн м² × діб/га.

Упродовж років досліджень найбільшим рівнем аналізованого показника характеризувався період інтенсивного росту (10.08). На тлі без добрив рівень даного показника знаходився у межах 2,275 млн м² × діб/га у сорту Сонет, 2,724 млн м² × діб/га у сорту Ольжич та у сорту Стармон – 3,279 млн м² × діб/га. Кращі умови для

Таблиця 2. Фотосинтетичний потенціал сортів кормових буряків залежно від доз мінеральних добрив, млн м² × діб/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення				
		10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	0,292	1,356	2,275	1,629	1,350
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,645	2,447	3,642	3,231	3,044
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	0,463	2,049	3,215	2,895	2,521
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₅₀	0,681	2,530	3,757	3,401	3,238
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	0,450	1,938	3,111	2,744	2,420
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	0,753	2,601	3,773	3,476	3,353
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	0,535	2,173	3,474	3,062	2,723
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	0,588	2,384	3,592	3,148	2,941
Ольжич	Без внесення добрив (к)*	0,323	1,707	2,724	1,918	1,750
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,734	2,785	4,125	3,903	3,738
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	0,534	2,391	3,426	3,042	2,964
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	0,850	2,845	4,256	4,135	4,124
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	0,439	2,265	3,265	2,758	2,628
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	0,890	3,038	4,484	4,398	4,244
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	0,594	2,457	3,725	3,517	3,278
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	0,674	2,601	3,894	3,776	3,469
Стармон	Без внесення добрив (к)*	0,375	2,066	3,279	2,928	2,787
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	0,814	2,944	4,405	4,307	4,144
	N ₂₂₅ P ₁₅₀ K ₇₅	0,626	2,512	3,850	3,806	3,537
	N ₂₂₅ P ₇₅ K ₁₅₀	0,899	3,118	4,589	4,531	4,390
	N ₁₅₀ P ₂₂₅ K ₇₅	0,526	2,361	3,641	3,410	3,145
	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₂₂₅	0,949	3,227	4,764	4,702	4,554
	N ₇₅ P ₂₂₅ K ₁₅₀	0,693	2,779	4,012	3,817	3,744
	N ₇₅ P ₁₅₀ K ₂₂₅	0,769	2,869	4,214	4,160	4,066

збільшення фотосинтетичного потенціалу створювалися за внесення повного мінерального добрива в ґрунт. Найвищий фотосинтетичний потенціал був у сорту Стармон на тлі добрив з нормою N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ та N₂₂₅P₇₅K₁₅₀ – 4,764 та 4,589 млн м² × діб/га. Дещо менше значення цього показника відзначено на тлі (N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀) – 4,405 млн м² × діб/га. Аналогічна закономірність відзначалася у сортів Ольжич та Сонет.

У наступний період обліку спостерігали зменшення фотосинтетичного потенціалу, це пояснюється, насамперед, зменшенням площі листової поверхні у цей період за рахунок зменшення кількості зелених листків. Стоєво впливу інших чинників слід зазначити, що наростання даного показника відбувалося аналогічно до попереднього періоду обліку. Найвище значення аналізованого показника відзначено на варіантах із нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅, при цьому приріст становив у сорту Сонет 113,4%, у сорту Ольжич – 129,3%, у сорту Стармон – 60,6%.

У період збирання фотосинтетичний потенціал досліджуваних сортів зменшувалася практично до такого, як у липні, проте у сортів Стармон та Ольжич упродовж років досліджень на час збирання ще залишався потужний асиміляційний апарат, при цьому ФП становив у середньому 3,80 та 3,49 млн м² × діб/га проти 2,70 у сорту Сонет.

Результати наших досліджень підтверджують важливу роль елементів живлення у процесі фотосинтезу. Зокрема, встановлено, що показники фотосинтетичної діяльності рослин буряка кормового залежали від способів, видів та форм застосування добрив.

Швидкість накопичення сухої речовини та площа листя визначають чисту продуктивність фотосинтезу. Як видно (табл. 3) з результатів досліджень, застосування мінеральних добрив сприяло істотному збільшенню чистої продуктивності фотосинтезу в усі періоди визначення у досліджуваних сортах. Найвище значення даного показника відзначено у період першої декади липня (змикання рядків). Так, на контрольній ділянці рівень продуктивності становив у сорту Сонет 4,23 г/м² за добу, сорту Ольжич – 4,26 г/м² за добу та у сорту Стармон – 6,43 г/м² за добу. Тоді як за внесення добрив даний показник знаходився у межах 6,02–6,91 г/м² за добу першого сорту, 6,98–7,84 г/м² за добу другого сорту та 10,06–11,23 г/м² за добу третього сорту. Кращим варіантом був варіант із нормою внесення N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ в усіх досліджуваних сортах, при цьому у сорту Стармон становив 11,23 г/м² за добу, сорту Ольжич – 7,84 і сорту Сонет – 6,91 г/м² за добу.

У подальшому показники чистої продуктивності від змикання рядків до технічної стиглості знижувалися. Однак на варіантах без добрив (контроль) у сортів Ольжич та Стармон спостерігали незначне зростання аналізованого показника. На тлі повного мінерального добрива прибавка до контролю у досліджуваних сортах становила: 60,8% у сорту Сонет, 51,8% у сорту Ольжич та 55,8% у сорту Стармон.

Таблиця 3. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів кормових буряків залежно від доз мінеральних добрив, г/м² за добу (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення		
		10.07	10.08	10.09
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	4,23	3,86	2,44
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	6,55	6,37	3,11
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	6,14	5,92	2,81
	$N_{150}P_{75}K_{150}$	6,79	6,51	3,37
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	6,02	5,78	2,75
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	6,91	6,64	3,52
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	6,33	6,05	2,88
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	6,42	6,18	3,05
Ольжич	Без внесення добрив (к)*	4,26	4,72	2,94
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	7,65	7,36	3,52
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	7,15	6,84	3,29
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	7,73	7,53	3,64
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	6,98	6,65	3,22
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	7,84	7,62	3,76
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	7,37	7,01	3,36
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	7,54	7,15	3,44
Стармон	Без внесення добрив (к)*	6,43	6,56	4,14
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	10,86	10,42	4,50
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	10,22	9,77	4,28
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	11,08	10,72	4,57
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	10,06	9,50	4,23
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	11,23	10,95	4,65
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	10,45	9,97	4,34
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	10,74	10,22	4,42

На період збирання (третій період визначення) вплив досліджуваних факторів практично не змінився. Найвище значення даного показника відзначено на тлі повного мінерального добрива з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх трьох сортів, які поставлені на вивчення. Так, значення даного показника становило 3,52 і 3,37 г/м² за добу у сорту Сонет, 3,76 і 3,64 г/м² за добу у сорту Ольжич та 4,65 і 4,57 г/м² за добу у сорту Стармон.

Аналізуючи динаміку наростання продуктивності фотосинтезу, можна зробити висновок, що незалежно від погодних умов року ЧПФ була високою за внесення повного мінерального добрива у ґрунт та залежить від сортових особливостей, фази росту і розвитку рослин кормових буряків.

Висновки. В умовах західного Лісостепу України застосування мінеральних добрив дає значне підвищення показників фотосинтетичної активності посівів буряка кормового. Найвищу площу листків відзначали на період першої декади серпня. Кращими були варіанти, де використовували мінеральні добрива порівняно з варіантами без добрив. У розрізі сортів найбільша площа листів кормових буряків була у сорту Стармон порівняно із сортами Сонет та Ольжич. Найбільше значення аналізованого показника спостерігали на варіанті з нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ 63,81 тис м²/га, що на 28,1% більше за контроль. Найвищий фотосинтетичний потенціал був у сорту Стармон на тлі добрив із нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ – 4,764 та 4,589 млн м² × діб/га у період інтенсивного росту (10.08). Найвище значення продуктивності фотосинтезу відзначено на період першої декади липня (змикання рядків). Кращим варіантом був варіант із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортів, при цьому у сорту Стармон становив 11,23 г/м² за добу, сорту Ольжич 7,84 і сорту Сонет 6,91 г/м² за добу.

Список використаних джерел

1. Бомба М.Я., Мартинюк І.В. Кормовий буряк: шляхи вдосконалення технології вирощування. *Вчені записки Львівського державного університету виробництва*. 2005. Вип. 5. С. 28–30.
2. Демидась Г.І., Демцюра Ю.В. Кормова продуктивність бобово-злакових травосумішок залежно від видового складу та способу створення травостою. *Кормовиробництво. Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 9(49). С. 95–101.
3. Демидась Г.І., Бурко Л.М. Вплив елементів технології вирощування на особливості формування урожаю буряків кормових *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. Вип. 7 (47). С. 17–20.
4. Карунський О. Повноцінна годівля – основа профілактики внутрішніх хвороб тварин. *Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/povnocinna-godivlya-osnova-profilaktiki-vnutrishnih-hvorob-tvarin>
5. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М.В. Роїка, Н.Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 373 с.
6. Посадження позакореневого підживлення мікродобривами з фунгіцидами та їх вплив на біологічні параметри рослин буряка столового / В.І. Овчарук та ін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 94. Ч. 1 С. 70–75.

7. Присяжнюк О.І., Шульга С.С. Особливості функціонування фотосинтетичного апарату буряків цукрових в умовах дефіциту вологи. *Новітні агротехнології*, 2022. № 10(3). <https://doi.org/10.47414/na.10.3.2022.270505>
8. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2-х кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А.О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
9. Філоненко С.В. Продуктивність і технологічні якості коренеплодів цукрових буряків залежно від позакореневого внесення регулятора росту «Марс-1». *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 14–18.
10. Шевель В. Оцінка фотосинтетичної діяльності проса в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2016. Вип. 96. С. 129–134.
11. Щербаков В.Я., Стан Д.С. Проблеми інтенсифікації виробництва кормового буряка в Україні. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 3(1). С. 146–152.
12. Bezvikonnyy P., Myalkovsky R., Muliarchuk O., Tarasiuk V. Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(6). 28–37.

Bezvikonnyy P. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of 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*

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FODDER BEET PLANTS DEPENDING ON THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS

Abstract

The article presents the results of studies on the influence of mineral fertilizer rates on the variability of leaf area and photosynthetic indicators of fodder beet plants in the conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine. It was established that the use of mineral fertilizers significantly increases the photosynthetic activity of fodder beet crops. Thus, for the first decade of June, the average leaf area of the Sonet variety was 10.94 thousand m²/ha, for the Olzhych variety – 13.88 thousand m²/ha, and for the Starmon variety – 15.69 thousand m²/ha. The highest leaf area was noted for the first decade of August. The options where mineral fertilizers were used were better compared to the options without fertilizers. In terms of varieties, the largest leaf area of fodder beet was in the Starmon variety compared to the Sonet and Olzhych varieties. The highest value of the analyzed indicator was observed in the variant with the application rate N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ 63.81 thousand m²/ha, which is 28.1% more than the control. As of the harvest period, a decrease in leaf area was observed in fodder beet plants.

During the years of research, the highest photosynthetic potential was during the period of intensive growth (10.08). Against the background of no fertilizers, the level of this indicator was within 2.275 million m² × day/ha in the Sonet variety, 2.724 million m² × day/ha in the Olzhych variety, and 3.279 million m² × day/ha in the Starmon variety. The best conditions for increasing the photosynthetic potential were created when applying complete mineral fertilizer to the soil. The highest photosynthetic potential was in the Starmon variety against the background of fertilizers with the norm N₁₅₀P₇₅K₂₂₅ and N₂₂₅P₇₅K₁₅₀ – 4,764 and 4,589 million m² × days/ha. During the harvesting period, the photosynthetic potential of the studied varieties decreased almost to the same level as in July, however, during the years of research, the Starmon and Olzhych varieties still had a powerful assimilation apparatus at the time of harvesting, with the FP averaging 3.80 and 3.49 million m² × days/ha versus 2.70 in the Sonet variety.

The highest value of photosynthesis productivity was noted in the first decade of July (closing of rows). Thus, in the control plot, the productivity level was 4.23 g/m² per day for the Sonet variety, 4.26 g/m² per day for the Olzhych variety, and 6.43 g/m² per day for the Starmon variety. While, when fertilizers were applied, this indicator was within the range of 6.02-6.91 g/m² per day for the first variety, 6.98-7.84 g/m² per day for the second variety, and 10.06-11.23 g/m² per day for the third variety.

Key words: fodder beet, variety, fertilizer, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.

References

1. Bomba, M.Ya., & Martyniuk, I.V. (2005). Kormovyi buriak: shliakhy vdoskonalennia tekhnologii vyroshchuvannia [Fodder beet: ways to improve growing technology]. *Vcheni Lvivskoho derzhavnoho universytetu vyrobnytstva – Scientists of the Lviv State University of Production*, iss. 5. pp. 28–30. [in Ukrainian].
2. Demydas, H.I., & Demtsiura, Yu.V. (2011). Kormova produktyvnist bobovo-zlakovykh travosumishok zalezno vid vydovoho skladu ta sposobu stvorennia travostoiu [Forage productivity of legume-cereal grass mixtures depending on the species composition and method of creating a grass stand]. *Kormovyrobnytstvo. Zbirnyk naukovykh prats VNAU – Forage production. Collection of scientific works of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences*, iss. 9(49). pp. 95–101. [in Ukrainian].
3. Demydas, H.I., & Burko, L.M. (2011). Vplyv elementiv tekhnologii vyroshchuvannia na osoblyvosti formuvannia urozhaiu buriakiv kormovykh [The influence of elements of cultivation technology on the peculiarities of fodder beet yield formation]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho aharnoho universytetu – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University*, iss. 7 (47). pp. 17–20. [in Ukrainian].
4. Karunskyi, O. [Complete feeding – the basis for the prevention of internal diseases of animals]. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobyznesu*. Retrieved from: <https://propozytsiia.com/ua/povnocinna-godivlya-osnova-profilaktiki-vnutrishnih-hvorob-tvarin> [in Ukrainian].

5. Roik, M.V., & Hizbullin, N.H. (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi* [Methods of conducting research in sugar beet growing]. Kyiv : FOP Korzun D.Yu. [in Ukrainian].
6. Ovcharuk, V.I., Muliarchuk, O.I., Mialkovskyi, R.O., Bezikonnyi, P.V., Kravchenko, V.S., & Klymovych, N.M. (2019). Poiednannia pozakorenevoho pidzhyvlennia mikroobryvamy z funhitsydamy ta yikh vplyv na biolohichni parametry roslyn buriaka stolovoho [The combination of foliar feeding with microfertilizers and fungicides and their effect on the biological parameters of table beet plants]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, iss. 94 Part 1 pp. 70–75. [in Ukrainian].
7. Prysiashniuk, O.I., & Shulha, S.S. (2022). Osoblyvosti funktsionuvannia fotosyntetychnoho aparatu buriakiv tsukrovykh v umovakh defitsytu volohy [Peculiarities of the functioning of the photosynthetic apparatus of sugar beets under conditions of moisture deficiency]. *Novitni ahrotekhnologii – New Agrotechnologies*, iss. 10(3). [in Ukrainian].
8. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., & Kalenska, S.M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy* [Research work in agronomy: a teaching manual: in 2 books. Book 1. Theoretical aspects of research work]. Kharkiv: Maidan [in Ukrainian].
9. Filonenko, S.V. (2013). Produktyvnist i tekhnolohichni yakosti koreneplodiv tsukrovykh buriakiv zalezno vid pozakorenevoho vnesennia rehuliatora rostu «Mars-1» [Productivity and technological qualities of sugar beet root crops depending on foliar application of the growth regulator «Mars-1»]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, iss. № 4. pp. 14–18. [in Ukrainian].
10. Shevel, V. (2016). Otsinka fotosyntetychnoi diialnosti prosa v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Assessment of the photosynthetic activity of millet in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Agricultural Sciences*, iss. 96. pp. 129–134. [in Ukrainian].
11. Shcherbakov, V.Ya., & Stan, D.S. (2014). Problemy intensyfikatsii vyrobnytstva kormovoho buriaka v Ukraini [Problems of intensification of fodder beet production in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of the Agricultural Science of the Black Sea Region*, iss. 3(1). pp. 146–152. [in Ukrainian].
12. Bezikonnyi, 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 633.88:631.5(477.43+477.85)

Вітровчак Л. А.*асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»**Кам'янець-Подільський, Україна***E-mail:** *homina13@ukr.net***ORCID:** 0000-0001-6928-1865

ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ЧОРНУШКИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ ТА НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ

Анотація

У статті розглянуто питання оптимізації комплексу агротехнічних заходів за вирощування чорнушки посівної в умовах Лісостепу західного. Наведено хімічний склад насіння чорнушки посівної і висвітлено фармакологічні властивості застосування діючих речовин чорнушки посівної. Мета наших досліджень полягала в установленні оптимального строку сівби і норми висіву насіння чорнушки посівної для підвищення врожайності насіння і покращення показників його якості, зокрема хімічного складу. Закладався двофакторний дослід. Фактор А – строк сівби (II декада квітня, III декада квітня, I декада травня), фактор В – норма висіву насіння (10, 12 та 14 кг/га), за контроль узятो варіант сівби у III декаді квітня нормою висіву насіння 10 кг/га. Дослідженнями встановлено, що у сприятливих погодних умовах 2021 р. сформувались оптимальні показники якості насіння чорнушки посівної, а в умовах 2023 р. – найменші. Найбільшим відсотком жиру в насінні чорнушки посівної характеризувався строк сівби у II декаду квітня, показники за норм висіву насіння 10 та 12 кг/га становили в середньому за роки досліджень відповідно 36,6% та 36,5%. Оптимальні показники вмісту ефірної олії були за сівби чорнушки посівної у II декаді квітня нормами висіву насіння 10 та 12 кг/га, показник становив у середньому за роки досліджень 1,4%, що перевищує контрольний варіант на 0,2%. Доведено, що строк сівби та норма висіву насіння впливали на вміст білка в насінні чорнушки посівної, який знаходився в межах 20,7–22,8%. Оптимальним він був за сівби у третій декаді квітня та норми висіву насіння 14 кг/га – 22,8%. Уміст вуглеводів був у межах 5,53–7,03%. За різних строків сівби та норм висіву насіння була досить істотна різниця, спосіб обробки не впливав на показник. Максимальний уміст вуглеводів був за сівби у I декаді травня нормою висіву насіння 14 кг/га, значення становили 6,93–7,03%.

Ключові слова: чорнушка посівна, строк сівби, норма висіву насіння, уміст жиру, уміст ефірної олії, уміст білка, уміст вуглеводів.

Вступ. До цінних лікарських рослин відноситься чорнушка посівна (*nigella sativa* L.), або чорний кмин. Лікувальні властивості цієї рослини надзвичайно різноманітні. Лікарською сировиною чорнушки посівної є насіння, до складу якого входять: 0,5–1,5% ефірної олії, 30–40% жиру, крохмаль, глікозиди, сапоніни, алкалоїд нікелін, гіркі речовини, провітамін А, вітаміни групи В, С, Е, РР макро- та мікроелементи: кальцій, залізо, натрій, калій, мідь, цинк, фосфор, гіркі, а також біологічно активні речовини [9; 11; 14]. Чорнушка посівна може бути використана як новий засіб проти коронавірусу [6].

Олія чорнушки посівної містить складники, більша частина з яких є каталізаторами обмінних процесів у людському організмі. В олії чорнушки містяться речовини, які каталізують природний біосинтез клітин: ліпаза, вітамін К, токоферолі, алкалоїди, катехіни, ензими та ін. Базовим у формуванні імунітету є наявний в олії вітамін Е, від його кількості в організмі залежать водний баланс шкірного покриву, робота серця й судин. Вітамін Е вважається потужним антиоксидантом, він нормалізує роботу статевої системи й уповільнює процеси старіння організму [2; 3; 15].

Олія чорнушки посівної також багата на корисні мінерали та мікроелементи, кожен з яких виконує свою функцію й ефективно впливає на людський організм (зміцнює кістки, хребет, зуби, регулює водно-сольовий обмін, нормалізує ритм серця) [1; 13]. Уміст в олії чорнушки ненасичених кислот омега-6 і омега-9, фітостеролів, вітамінів А, С, Е зміцнює і підвищує еластичність стінок судин, зменшує ламкість капілярів, перешкоджає утворенню тромбів і нормалізує артеріальний тиск [10]. Олія чорного кмину є прекрасною профілактикою виразки шлунку та дванадцятипалої кишки, дисбактеріозу, гастриту, коліту, панкреатиту, холециститу та цирозу [5]. Систематичне вживання олії є прекрасним профілактичним засобом атеросклерозу, ішемічної хвороби серця, артеріальної гіпертонії, вегетосудинної дистонії, варикозного розширення вен, захворювань, пов'язаних із порушенням мозкового кровообігу, тромбозів, тромбофлебітів. Фосфоліпіди позитивно впливають на очисну функцію печінки, перешкоджають розвитку жирової дистрофії печінки [4]. Лікувальні ефекти проявляє олія чорнушки посівної при захворюваннях верхніх дихальних шляхів. Вона сприяє відхаркуванню й бронхорозширенню. Гіпоалергенна, здатна протидіяти вірусам олія корисна при пневмонії, бронхіальній астмі, риніті, бронхіті, гаймориті, простудах [12]. Фітостеролі, вітаміни А, Е і комплекс мікроелементів, що містяться в олії чорного кмину, корисні для репродуктивної системи [7]. Олія рекомендується для лікування різних шкірних захворювань і корисна людям із

проблемною шкірою, позбавляє від вугрової висипки, усуває запальні процеси, прискорює процеси регенерації шкіри, підвищує пружність шкіри й знімає набряклість обличчя [8].

Отже, цінність олії та інших біологічно активних речовин чорнушки посівної робить рослину затребуваною культурою, тому вивчення впливових чинників підвищення врожайності насіння і покращення якісних його показників є актуальним питанням.

Мета роботи. Мета досліджень полягала в установленні впливу строку сівби і норми висіву насіння на хімічний склад насіння чорнушки посівної.

Виклад основного матеріалу дослідження. Закладався двофакторний дослід. Фактор А – строк сівби (II декада квітня, III декада квітня, I декада травня), фактор В – норма висіву насіння (10, 12 та 14 кг/га), за контроль узято варіант сівби у III декаді квітня нормою висіву насіння 10 кг/га.

Згідно з даними наших аналізувань, уміст жиру в насінні чорнушки посівної змінювався залежно від досліджуваних факторів і становив від 32,9% до 36,6%, тобто різниця між варіантами була суттєвою і коливалася в межах 0,1–3,7% (рис. 1).

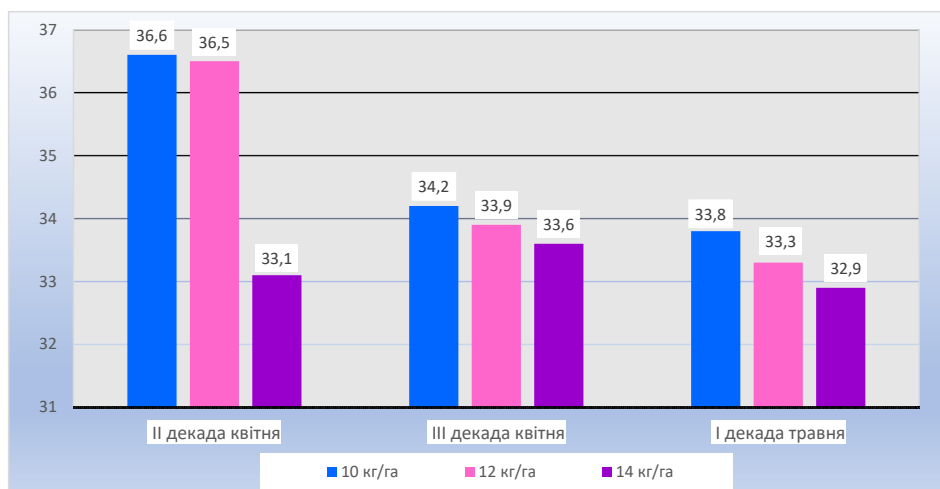


Рис. 1. Уміст жиру в насінні чорнушки посівної залежно від строку сівби і норми висіву насіння (середнє за 2021–2023 рр.)

У дослідях спостерігалася тенденція до накопичення вмісту жиру в насінні у більш ранні строки та за меншої норми висіву насіння. Найбільшим відсотком характеризувався строк сівби у II декаду квітня, показники за норм висіву насіння 10 та 12 кг/га становили в середньому за роки досліджень відповідно 36,6% та 36,5%. Підтверджується теорія, що у більш крупному насінні більший уміст основних діючих речовин, у даному разі – вміст жиру. Так, зі зменшення кількості рослин на метрі погонному паралельно до збільшення маси 1 000 насінин підвищувався вміст жиру в насінні чорнушки посівної.

Якщо порівняти вміст ефірної олії у насінні чорнушки посівної на ряду з іншими ефіроолійними культурами (фенхелем звичайним, кмином звичайним, кропом запашним, шавлією мускатною, лавандою вузьколистою та ін.), то її в рази менше, проте вона має характерний склад та цінні властивості.

Уміст ефірної олії у насінні чорнушки посівної дещо залежав від строку сівби, норми висіву насіння та погодних умов року виконання досліджень. Значення залежно від варіанту дослідів та року коливалися в межах 0,8–1,5% (табл. 1).

Таблиця 1. Уміст ефірної олії у насінні чорнушки посівної залежно від строку сівби та норми висіву насіння, % (2021–2023 рр.)

Строк сівби (А)	Норма висіву насіння, кг/га (В)	Рік досліджень			Середнє за 2021–2023 роки
		2021	2022	2023	
II декада квітня	10	1,5	1,4	1,3	1,4
	12	1,5	1,4	1,4	1,4
	14	1,4	1,3	1,2	1,3
III декада квітня	10 (К)	1,4	1,3	1,2	1,2
	12	1,3	1,2	1,2	1,2
	14	1,2	1,1	1,0	1,1
I декада травня	10	1,1	1,0	1,0	1,0
	12	1,0	0,9	0,8	0,9
	14	1,0	0,9	0,9	0,9
V, %					16,8

Уміст у насінні чорного кмину ефірної олії невисокий, проте у досліді значення коливалися у досить широкому діапазоні, і різниця між варіантами була істотно, про що свідчить коефіцієнт варіації – 16,8%.

У сприятливих погодних умовах 2021 р. показники були найвищі, а в умовах 2023 р. – найменші. У середньому за роки досліджень відзначено тенденцію до зниження вмісту ефірної олії у насінні чорнушки посівної із більш пізніми строками сівби та за більш густого стеблостою, що сформувався за норми висіву насіння 14 кг/га. Оптимальні показники вмісту ефірної олії були за сівби чорнушки посівної у II декаді квітня нормами висіву насіння 10 та 12 кг/га, показник становив у середньому за роки досліджень 1,4%, що перевищує контрольний варіант на 0,2%.

У всіх рослинних організмах містяться білки, жири та вуглеводи, проте у різних співвідношеннях. Уміст жиру в насінні чорнушки посівної у наших дослідженнях був у межах 32,9–36,9%. Роль жирів у харчуванні людини дуже велика, вона визначається їх високою калорійністю та участю в процесах обміну. Жири забезпечують у середньому 33% добової енергоцінності раціону.

Уміст білка в насінні чорнушки посівної залежав від досліджуваних факторів (строку сівби та норми висіву насіння) і коливався в межах 20,7–22,8%. Максимальним він був у середньому по фактору А (строк сівби) за сівби у III декаді квітня і становив 22,8%, за сівби у I декаді травня показник становив 22,3%, а у II декаді квітня – 20,9%.

За тестом Дункана значення розподілилися так: у першій гомогенній групі був варіант сівби у III декаді квітня та I декаді травня, тобто значення вмісту білка неістотно різнилися між варіантами, у другій гомогенній групі був варіант сівби у II декаді квітня із середнім значенням 20,9%, цей варіант істотно різнився від двох інших (табл. 2).

Таблиця 2. Залежність умісту білка у насінні чорнушки посівної від строку сівби за тестом Дункана (2021–2023 рр.)

Строк сівби (А)	Вміст білка, %	Гомогенні групи	
		I	II
II декада квітня	20,9		***
III декада квітня	22,8	***	
I декада травня	22,3	***	

Щодо впливу норми висіву насіння на накопичення вмісту білка варіанти розподілилися так: у двох гомогенних групах були усереднені значення вмісту білка, у першій – норми висіву насіння 12 та 14 кг/га з відповідними значеннями 22,3 та 22,8%, а у другій групі – варіант сівби нормою висіву насіння 10 кг/га зі значенням 20,9% (табл. 3).

Таблиця 3. Залежність умісту білка в насінні чорнушки посівної від норми висіву насіння за тестом Дункана (2021–2023 рр.)

Норма висіву насіння (В)	Вміст білка, %	Гомогенні групи	
		I	II
10 кг/га	20,7		***
12 кг/га	22,3	***	
14 кг/га	22,8	***	

Спостерігалася тенденція до збільшення вмісту білка на варіантах, які характеризувалися меншим умістом жиру, і навпаки.

Вуглеводи, що містяться в рослинах, також є важливими для людини, оскільки є основною частиною харчового раціону. Фізіологічне значення вуглеводів переважно визначається їхніми енергетичними властивостями. Вони – головне джерело енергії організму. За всіх видів фізичної праці спостерігається підвищена потреба у вуглеводах. Із їжею надходять прості і складні вуглеводи, легкозасвоювані та незасвоювані вуглеводи. Основними простими вуглеводами є глюкоза, галактоза, фруктоза, сахароза, лактоза та мальтоза. Складні вуглеводи – крохмаль, глікоген, клітковина, пектин.

У насінні чорнушки посівної, окрім жиру, ефірної, олії, білків та інших складників, містяться і вуглеводи.

Уміст вуглеводів у насінні чорнушки посівної за різних строків сівби і норм висіву насіння був у межах 5,95–7,03%, тобто коливався в досить широкому діапазоні. За різних строків сівби всі варіанти істотно різнилися, і значення різнилися за трьома гомогенними групами (табл. 4).

За впливу норм висіву насіння тест Дункана показав, що істотною була різниця між варіантами норм висіву насіння 10 кг/га та 12–14 кг/га, тобто було дві гомогенні групи.

Таблиця 4. Залежність умісту вуглеводів у насінні чорнушки посівної від строку сівби за тестом Дункана (2021–2023 рр.)

Строк сівби (А)	Вміст білка, %	Гомогенні групи		
		I	2	3
II декада квітня	5,95			***
III декада квітня	6,52		***	
I декада травня	6,93	***		

Таблиця 5. Залежність умісту вуглеводів у насінні чорнушки посівної від норми висіву насіння за тестом Дункана (2021–2023 рр.)

Норма висіву насіння (В)	Вміст білка, %	Гомогенні групи	
		I	II
10 кг/га	7,03	***	
12 кг/га	22,3		***
14 кг/га	22,8		***

Висновки. Найбільшим відсотком жиру в насінні чорнушки посівної характеризувався строк сівби у II декаду квітня, показники за норм висіву насіння 10 та 12 кг/га становили в середньому за роки досліджень відповідно 36,6% та 36,5%.

Оптимальні показники вмісту ефірної олії були за сівби чорнушки посівної у II декаду квітня нормами висіву насіння 10 та 12 кг/га, показник становив у середньому за роки досліджень 1,4%, що перевищує контрольний варіант на 0,2%.

Строк сівби та норма висіву насіння впливали на вміст білка в насінні чорнушки посівної, який знаходився в межах 20,7–22,8%. Оптимальним він був за сівби у третій декаді квітня та норми висіву насіння 14 кг/га – 22,8%.

Уміст вуглеводів був у межах 5,53–7,03%. За різних строків сівби та норм висіву насіння була досить істотна різниця, спосіб обробки не впливав на показник. Максимальний уміст вуглеводів був у I декаді травня нормою висіву насіння 14 кг/га – значення становили 6,93–7,03%.

Список використаних джерел

- Белова Т.О. Лікувальні властивості, використання та впровадження в культуру чорнушки посівної. *Матеріали II наук.-практ. Інтернет-конф. «Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва»*. Полтава, 2014. Вип. 2. С. 38–40.
- Болгова Н.В., Маренкова Т.І. Аналіз жирнокислотного складу рослинної олії. *Праці Таврійського державного агро-технологічного університету*. 2013. Вип. 13. Т. 1. С. 80–86.
- Губаньов О. Лікарські рослини: від агрономії до застосування. *Agroprofi*. URL: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1883-likarski-roslynyvid-ahronomiyi-do-zastosuvannya>
- Дроздова А.А., Мойсієнко В.В. Амінокислотний склад насіння сортів та видів рослин роду *Nigella L.* *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення* : матеріали III міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 100-річчю від дня заснув. агрономічного ф-ту, 2–3 червня 2022 р. Житомир : Поліський національний університет, 2022. С. 57–62.
- Дроздова А.А., Мойсієнко В.В. Лікарські властивості та використання чорнушки посівної в Україні. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 09–11 грудня 2020 р. Миколаїв : МНАУ, 2020. С. 29–31.
- Климчук О.В., Поліщук І.С., Мазур В.А. Лікарські рослини. Технологія вирощування : навчальний посібник. Вінниця, 2012. 187 с.
- Користь олії з чорного кмину в косметології. URL: <https://www.ecoeda.in.ua/korist-oli%D1%97-z-chornogo-kminu-vkosmetologi%D1%97/>
- Лікарські рослини: технологія вирощування та використання : підручник / В.Г. Біленко та ін. ; за ред. Б.Є. Якубенка. Житомир : Рута, 2015. 600 с.
- Мустафін О. Hot Story. Неймовірні пригоди прянощів у світі людей. Харків : Фоліо, 2018. 192 с.
- Ніколова Н.С., Данилів С.І. Аналіз жирної олії *nigella sativa* l. виробництва України та Болгарії. *Вісник медичних і біологічних досліджень*. 2022. № 1(11). С. 80–83.
- Олія чорного кмину, користь. URL: <https://richoil.ua/uk/oliia-chornogo-kminu-tsiliushcha-sila-shodu/>
- Семенюк М. Учені знайшли новий засіб проти COVID-19: може блокувати цитокіновий шторм. *OBOZ.UA*. URL: <https://covid.obozrevatel.com/ukr/vcheni-znajshli-novij-zasib-proti-covid-19-mozhe-blokuvati-tsitokinovij-shtorm.htm>
- Ткаченко В. Рослина надії: цілющі властивості чорного кмину. *Огородник*. URL: <https://www.ogorodnik.com/node/7931>
- A Comprehensive Review of the Physicochemical, Quality and Nutritional Properties of *Nigella Sativa* Oil / Yeganeh Mazaheri et al. *Food Reviews International*. 2019. Vol. 35, № 4. P. 1–21.
- Mechanism of action and the biological activities of *Nigella sativa* oil components / Silva A.F.C. et al. *Food Bioscience*. 2020. Vol. 38, № 100783. P. 1–11.

Vitrovchak L. A.Assistant of Agriculture, Soil Science and Plant Protection Department,
Higher educational institution «Podilskyi State University»

Kamyanets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: homina13@ukr.net**ORCID:** 0000-0001-6928-1865

CHEMICAL COMPOSITION OF BLACK CUMIN SEEDS DEPENDING ON THE SOWING DATE AND SEEDING RATE

Abstract

The scientific article considers the issue of optimizing the complex of agrotechnical measures for growing black cumin in the conditions of the Western Forest-Steppe. The chemical composition of black cumin seeds is given and the pharmacological properties of the use of black cumin active substances are highlighted. The purpose of our research was to establish the optimal sowing date and seeding rate of black cumin seeds to increase seed yield and improve its quality indicators, in particular its chemical composition. A two-factor experiment was set up. Factor A is the sowing date (2nd decade of April, 3rd decade of April, 1st decade of May), factor B is the seeding rate (10, 12 and 14 kg/ha), the control variant was taken as sowing in the 3rd decade of April with a seeding rate of 10 kg/ha. The studies have established that in favorable weather conditions in 2021, optimal indicators of the quality of black cumin seeds were formed, and in 2023, the lowest. The highest percentage of fat in black cumin seeds was characterized by the sowing period in the second decade of April, the indicators at seeding rates of 10 and 12 kg/ha were on average over the years of research, respectively: 36.6 and 36.5%. The optimal indicators of the content of essential oil were when sowing black cumin in the second decade of April with seeding rates of 10 and 12 kg/ha, the indicator was on average over the years of research 1.4%, which exceeds the control variant by 0.2%. It is proven that the sowing period and seeding rate affected the protein content in black cumin seeds, which was within 20.7–22.8%. It was optimal for sowing in the third decade of April and seeding rate of 14 kg/ha – 22.8%. The carbohydrate content was within 5.53–7.03%. There was a significant difference at different sowing dates and seeding rates, the processing method did not affect the indicator. The maximum carbohydrate content was for sowing in the first decade of May with a seeding rate of 14 kg/ha, the values were 6.93–7.03%.

Key words: black cumin, sowing date, seeding rate, fat content, essential oil content, protein content, carbohydrate content.

References

1. Bielova, T.O. (2014). Likuvalni vlastyivosti, vykorystannia ta vprovadzhennia v kulturu chornushky posivnoi [Medicinal properties, use and introduction into culture of black cumin]. *Materialy II nauk.-prakt. Internet-konf. «Aktualni problemy vyroshchuvannia ta pererobkyproduktii roslinnytstva»* / Poltavska derzh. ahrar. akad. Poltava, Vyp. 2. S. 38–40. [in Ukrainian].
2. Bolhova, N.V., & Marenkova, T.I. (2013). Analiz zhynokyslotnoho skladu roslinnoi olii [Analysis of the fatty acid composition of vegetable oil]. *Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*. Melitopol : TDATU, Vyp. 13, t. 1. S. 80–86. [in Ukrainian].
3. Hubanov, O. Likarski roslyny: vid ahronomii do zastosuvannia. [Medicinal plants: from agronomy to application.] *Agroprofi*: veb-sait. Retrieved from: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1883-likarski-roslynyvid-ahronomiyi-do-zastosuvannia> [in Ukrainian].
4. Drozdova, A.A., & Moisiienko, V.V. (2022). Aminokyslotnyi sklad nasinnia sortiv ta vydiv roslin rodu *Nigella* L. [Amino acid composition of seeds of varieties and species of plants of the genus *Nigella* L]. *Innovatsiini tekhnolohii u roslinnytstvi: problemy ta yikh vyrishennia: materialy III mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviach. 100-richchiu vid dnia zasnuv. ahronomichnoho f-tu, 2–3 cherv. Zhytomyr: Poliskiy natsionalnyi universytet*, S. 57–62. [in Ukrainian].
5. Drozdova, A.A., & Moisiienko, V.V. (2020). Likarski vlastyivosti ta vykorystannia chornushky posivnoi v Ukraini [Medicinal properties and use of black cumin in Ukraine]. *Aktualni problemy zemlerobskoi haluzi ta shliakhy yikh vyrishennia : materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf.*, 09–11 hrud. Mykolaiv : MNAU, S. 29–31 [in Ukrainian].
6. Klymchuk, O.V., Polishchuk, I.S., & Mazur, V.A. (2012). Likarski roslyny [Medicinal plants]. *Tekhnolohiia vyroshchuvannia: navchalnyi posibnyk / M-vo osvity ta nauky, molodi ta sportu Ukrainy, M-vo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy, VNAU. Vinnytsia*, 187 s. [in Ukrainian].
7. Koryst olii z chornoho kmynu v kosmetolohii. [The benefits of black cumin oil in cosmetology]. Retrieved from: <https://www.ecoeda.in.ua/korist-oli%D1%97-z-chornogo-kminu vkosmetologi%D1%97/> [in Ukrainian].
8. Likarski roslyny: tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia [Medicinal plants: cultivation and use technology]: pidruchnyk / V. H. Bilenkova in. ; za red. B. Ye. Yakubenka (2025); NUBiP Ukrainy. Zhytomyr : Ruta, 600 s. [in Ukrainian].
9. Mustafin, O. (2018). *Hot Story. Neimovirni pryhody prianozhchiv u sviti liudei. [The incredible adventures of spices in the human world]*. Kharkiv: Folio, 192 s. [in Ukrainian].
10. Nikolova, N.S., & Danyliv, S.I. (2022). Analiz zhynnoi olii nigellasativa l. vyrobnytstva Ukrainy ta Bolharii [Analysis of fatty oil of *nigella sativa* L. produced in Ukraine and Bulgaria]. *Visnyk medychnykh i biolohichnykh doslidzhen. № 1 (11)*. S. 80–83. [In Ukrainian].
11. Oliia chornoho kmynu koryst [Black cumin oil benefits]. Retrieved from: <https://richoil.ua/uk/oliia-chornogo-kminu-tsiliushcha-sila-shodu/> [in Ukrainian].
12. Semeniuk, M. Vcheni znaishly novyi zasib proty COVID-19: mozhe blokovaty tsytokinovy shtorm [Scientists have found a new remedy against COVID-19: it can block cytokine storm]. OBOZ.UA : veb-sait. Retrieved from: <https://covid.obozrevatel.com/ukr/vcheni-znajshli-novij-zasib-proti-covid-19-mozhe-blokovati-tsitokinovij-shtorm.htm> [in Ukrainian].

-
13. Tkachenko, V. Roslyna nadii: tsiliushchi vlastyvoli chornoho kmynu. [The plant of hope: the healing properties of black cumin]. Ohorodnyk : veb-sait. Retrieved from: <https://www.ogorodnik.com/node/7931> [in Ukrainian].
 14. A Comprehensive Review of the Physicochemical, Quality and Nutritional Properties of Nigella Sativa Oil / Yeganeh Mazaheri et al. (2019). *Food Reviews International*. Vol. 35, № 4. P. 1–21 [in English].
 15. Mechanism of action and the biological activities of Nigella sativa oil components / Silva A.F.C. et al. (2020). *Food Bioscience*. Vol. 38, № 100783, P. 1–11 [in English].

УДК 636.4:636.082.456:631.173

Глухенький С. Л.*здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії III року навчання,
кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна***E-mail:** s.hlukhenkyi@nubip.edu.ua**orcid:** 0000-0001-6819-1243**Лихач В. Я.***доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна***E-mail:** vylykhach80@nubip.edu.ua**ORCID:** 0000-0002-9150-6730

ПРОДУКТИВНІСТЬ СВИНОМАТОК ЗА КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТАНКОВОГО ОБЛАДНАННЯ В ЦЕХУ ВІДТВОРЕННЯ ТА ОПОРОСУ

Анотація

Сучасний розвиток свинарства орієнтований на забезпечення високої якості м'ясної продукції за суворого дотримання стандартів благополуччя тварин. У країнах Європейського Союзу це сприяло забороні індивідуального утримання свиноматок протягом більшої частини поросності. Водночас, як у Європі, так і в Україні, значна частина свиноматок під час опоросу та лактації дотепер утримується в індивідуальних фіксуючих станках, що обмежує їхню рухову активність. Усе більш актуальним стає вільне утримання свиноматок у період лактації, яке сприяє реалізації природної поведінки тварин. Проте така система потребує спрямування значних фінансових потоків на реконструкцію виробничих потужностей, що ставить перед товаровиробниками завдання мінімізації витрат і оптимізації використання виробничих площ, оскільки впровадження нових технологій супроводжується збільшенням розмірів станків опоросу. У зв'язку із цим конструктивні технологічні рішення щодо модифікації станкового обладнання для свиноматок у різні періоди репродуктивного циклу є виробничою необхідністю, що сфокусувало зацікавленість авторів у проведенні експерименту.

Мета дослідження – оцінити продуктивні показники свиноматок і порослят-сисунів за умови використання традиційних фіксуючих станків опоросу й удосконалених станків, що забезпечують вільне утримання лактуючих свиноматок із 7 доби підсисного періоду до відлучення в умовах промислового свинарства.

У 2023–2024 роки на базі Приватно-орендного підприємства (далі – ПОП) «Вікторія» (Миколаївська область) було проведено науково-господарський експеримент, що охопив 192 гнізда свиноматок у цеху опоросу із 2 706 порослятами-сисунками протягом двох суміжних опоросів. Дослідження проводилися на свинях поєднання ♀ (ВБ × Л) × ♂ “Maxter” та ♀ (ВБ × Л) × ♂ “РІС337”. У холостий період і перші 30 діб поросності всі свиноматки утримувалися в індивідуальних станках, а після підтвердження поросності – у групових станках (по 6 голів). За 5 діб до очікуваної дати опоросу їх переводили до цеху опоросу, де вони розподілялися так: I та II групи – традиційні станки з фіксацією протягом усього підсисного періоду (загальна площа – 4,32 м²); III і IV групи – удосконалені станки з можливістю вільного утримання із 7 доби лактації до відлучення (загальна площа – 7,20 м², виробництво Товариства з обмеженою відповідальністю «АгроДана», Україна).

Аналіз отриманих даних показав, що за показниками загальної кількості порослят при народженні, частки мертвонароджених порослят, маси гнізда та великоплідності серед досліджуваних груп суттєвої різниці не виявлено. Водночас традиційне фіксоване утримання свиноматок протягом усього підсисного періоду забезпечувало вищі відтворювальні показники, що підтверджується індексами відтворювальних якостей (44,74 та 47,79 бала відповідно для I та II груп).

Однак у III та IV групах, де свиноматки після 7 доби лактації утримувалися у вільному режимі, було зафіксовано кращі репродуктивні результати на наступних циклах відтворення. Відсоток запліднених свиноматок у цих групах був вищим (95,8% у III групі та 93,8% у IV групі).

Щодо витрат резервів тіла, товщина шипу у свиноматок усіх груп залишалася в межах нормативних значень. Однак у групах із вільним утриманням втрати шипу були достовірно вищими, що свідчить про більші енергетичні витрати за умов підвищеної рухової активності (III та IV групи: 3,96–4,17 мм).

Отримані результати свідчать, що традиційне фіксоване утримання свиноматок забезпечує вищий рівень відтворювальних ознак під час лактації, проте вільне утримання сприяє покращенню репродуктивних показників на наступних циклах. Отже, поєднання обох технологій може бути перспективним підходом для підвищення ефективності промислового свинарства, забезпечуватиме як продуктивність, так і добробут тварин.

Ключові слова: благополуччя, лактація, породність, поросність, продуктивність, свиноматка, станкове обладнання, технологія, утримання.

Вступ. Сучасне свиначство орієнтується на інтенсифікацію виробництва та підвищення продуктивності тварин шляхом оптимізації технологічних рішень, зокрема умов утримання свиноматок [10; 11]. Одним із ключових чинників, що впливає на ефективність відтворення, збереженість поросят і загальну продуктивність свиноматок, є конструктивні особливості станкового обладнання в цеху відтворення й опоросу [8–10].

Інтеграція України до європейського економічного простору потребує забезпечення доступу іноземної продукції на вітчизняні ринки, усунення або пом'якшення обмежень, а також узгодження економічної політики з міжнародними стандартами. Це стосується правил виробництва тієї чи іншої продукції, її реалізації, механізмів ціноутворення, а також імпоротно-експортного регулювання. На переконливу думку авторитетних науковців і дослідників України [3; 8; 10; 12], товаровиробникам варто впроваджувати сучасні енергозощадливі технології, які дозволять знизити собівартість продукції та підвищити рівень прибутковості [11; 13].

Зростання попиту населення на якісну м'ясну продукцію, отриману в умовах виробництва свинини за концепцій благополуччя, стало однією із причин заборони індивідуального утримання свиноматок упродовж більшої частини періоду поросності у країнах Європейського Союзу (далі – ЄС) [3; 15–17]. Водночас в Україні більшість свиноматок у період поросності, опоросу та лактації продовжують утримувати в індивідуальних фіксуючих станках. У зв'язку із цим актуальним стає впровадження групового утримання свиноматок під час поросності та забезпечення їхньої мобільності в період лактації, що сприяє реалізації природної поведінки та підвищенню рівня їхнього благополуччя. Раціональна організація утримання має враховувати потреби свиноматок у руховій активності, хоча б мінімального крокового перебирання кінцівками, а в ідеалі – повноцінної локомоції, комфортного перебування у станках, зниження стресу, а також сприяти безпечним умовам для поросят. Дослідження показують [8; 10], що неправильна конструкція станків може спричиняти обмеження природної поведінки свиноматок, підвищувати стресове навантаження на організм і, як наслідок, зниження молочності свиноматок, що негативно впливає на розвиток підсисних поросят. Водночас сучасні технологічні рішення, як-от групове утримання свиноматок перед опоросом або застосування модифікованих станків для опоросу, можуть сприяти підвищенню їхньої продуктивності.

На більшості вітчизняних свиначських підприємств на промисловій основі в цехах опоросу зазвичай застосовують фіксуючі станки, де свиноматки залишаються обмеженими у прояві рухливості до 28 діб включно, тобто упродовж підсисного періоду. Така практика суперечить принципам і концепціям благополуччя свиней і є небажаною. Варто відзначити, що конструкція станка передбачає загальні розміри $2,40 \times 1,80$ м, із шириною до 0,8 м. Завдяки своїй будові фіксуючий станок може адаптуватися під розміри свиноматок на різних етапах відтворювального циклу, включаючи як першоопоросок, так і тварин на наступних етапах відтворення (7-й опорос і більше), з можливістю регулювання довжини та ширини [3; 9; 12; 18].

Очевидно, що впровадження стандартів благополуччя тварин потребує вдосконалення умов утримання свиноматок під час лактації, зокрема: збільшення доступної площі та підвищення їхньої рухової активності. Однак повномасштабне переобладнання сучасних цехів опоросу є значним фінансовим навантаженням для свиначських господарств.

Альтернативним рішенням є реконструкція традиційних станків опоросу з мінімальними конструкційними змінами, що дозволяє знизити витрати ресурсів і людських годин. Запропонована модифікація передбачає: використання пластикової щільної підлоги із загальними розмірами $3,00 \times 2,40$ м; фіксуючий станок завширшки до 0,8 м із можливістю створення зони для вільного руху свиноматки в задній частині станка; обмежувальні дуги, що запобігають травмуванню поросят-сисунів; збереження окремої зони для підгодовлі й обігріву поросят, недоступної для свиноматки. Безперечно, такий підхід відповідає вимогам директив ЄС щодо благополуччя тварин, забезпечує збільшення доступного простору для свиноматок і перехід свиного господарств до сучасних технологій за мінімальних фінансових витрат.

Однак для підтримання високої продуктивності цей процес має відбуватися поступово. Окрім того, важливо проводити етологічний моніторинг поголів'я та відбирати свиноматок за відповідними фізичними та поведінковими характеристиками [3; 8; 14; 16; 19].

З огляду на зазначену інформацію, конструктивні технологічні рішення щодо модифікації станкового обладнання для свиноматок у різні періоди репродуктивного циклу є навіть не забаганкою, а конче необхідною виробничою потребою для дотримання концепцій благополуччя та гуманного ставлення до тварин. У зв'язку із цим дослідження в даному напрямі мають як наукове, так і практичне значення, тому дана тематика і сфокусувала зацікавленість авторів у проведенні експерименту.

Мета роботи. Дослідити відтворювальні ознаки свиноматок за їх утримання в різних видах станків упродовж поросності, а також у традиційних фіксуючих станках опоросу й удосконалених станках із вільним утриманням лактуючих свиноматок після 7 доби підсисного періоду до відлучення за промислової спеціалізації свиначської галузі.

Матеріал і методи. Виробничий експеримент тривав протягом 2023–2024 рр. в умовах Приватно-орендного підприємства (далі – ПОП) «Вікторія» Баштанського району Миколаївської області. У рамках науково-господарського експерименту досліджено 192 гнізда підсисних свиноматок у цеху опоросу із 2 706 головами поросят-сисунів за два суміжні опороси (поєднання: двопродуктивних свиноматок велика біла (далі – ВБ) $\times$ ландрас (далі – Л)

(“PIC”, Великобританія) і кнурів термінальної лінії “Maxter” (FRANCE HYBRIDES, Франція); двопородних свиноматок ВБ × Л і кнурів термінальної лінії PIC 337 (“PIC”, Великобританія). Штучне осіменіння свиноматок піддослідних груп відбувалося відповідно до схеми досліді, за допомогою вагінального способу, одноразовими катетерами фірми “MS Schippers” (Нідерланди), свіжою розведеною спермою кнурів, які перебували в пункті штучного осіменіння базового господарства.

Досліди проводилися в цехах відтворення й опоросу, а умови утримання піддослідних тварин організовано згідно з ВНТП-АПК-02.05 «Свинарські підприємства (комплекс, ферми, малі ферми)» та рекомендаціями генетичних компаній щодо утримання за принципів благополуччя [2].

Відповідно до схеми досліді (табл. 1), сформовано чотири піддослідні групи тварин за принципом аналогів.

Таблиця 1. Схема досліді з вивчення відтворювальних ознак свиноматок

Група			
I <i>n</i> = 48	II <i>n</i> = 48	III <i>n</i> = 48	IV <i>n</i> = 48
Породність			
♀(ВБ ^a × Л ^b) × ♂Мк ^c	♀(ВБ × Л) × ♂PIC 337 ^d	♀(ВБ × Л) × ♂Мк	♀(ВБ × Л) × ♂PIC 337
Утримання холостих і поросних свиноматок в індивідуальних станках перші 30 діб поросності.			
Утримання у групових станках у період 30–110 доби поросності.			
Утримання в цеху опоросу			
традиційний станок із фіксацією свиноматки протягом підсисного періоду		удосконалений станок для вільного утримання свиноматки із 7 доби після опоросу і до відлучення	

Примітки: а – велика біла порода; b – порода ландрас; c – термінальна лінія кнурів “Maxter”; d – термінальна лінія кнурів PIC 337.

Упродовж холостого і поросного періодів так звані умовно поросні свиноматки чотирьох груп утримувалися перший місяць поросного періоду у традиційних індивідуальних станках, зазначених на рис. 1 (виробник – ТОВ «АгроДана», Україна). Після підтвердження поросності методом УЗ-діагностики матки в кількості по 6 голів переводилися до групових станків виробництва української компанії ТОВ «АгроДана» (рис. 2), де утримувалися решту частину поросності.

Далі свиноматок експериментальних груп, за п’ять діб до очікуваної дати опоросу, перевели до цеху опоросу і розподілили так: I та II групи – у традиційні станки з їх фіксацією протягом підсисного періоду, із загальною площею 4,32 м² (рис. 3), тварин III і IV груп – у вдосконалені станки для їх вільного утримання із 7 доби після опоросу і до відлучення, зі збільшеною загальною площею – 7,20 м² (рис. 4), виробництва ТОВ «АгроДана» (Україна).

Годівля свиноматок різного фізіологічного стану здійснювалась спеціалізованими комбікормами таких видів: «холості та поросні свиноматки» та «лактуючі свиноматки», виготовленими у власному комбікормовому

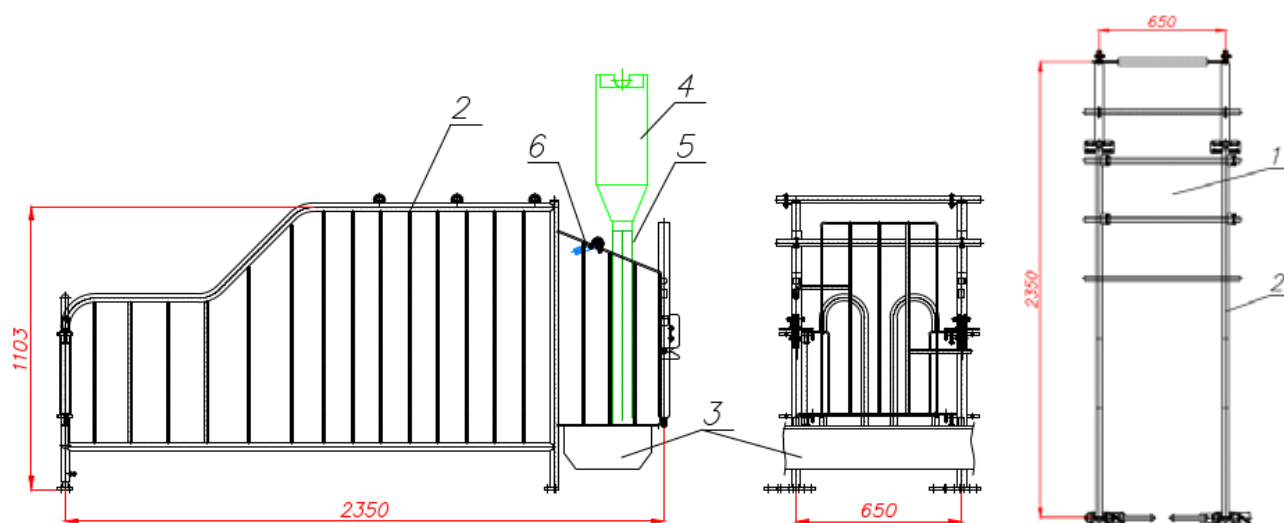


Рис. 1. Індивідуальний станок для утримання холостих і поросних свиноматок до 30 доби поросності: 1 – станок (вид згори); 2 – бічна частина станка; 3 – жолоб годівниці; 4 – дозатор годівлі; 5 – труба опускання дозатора; 6 – напувалка.

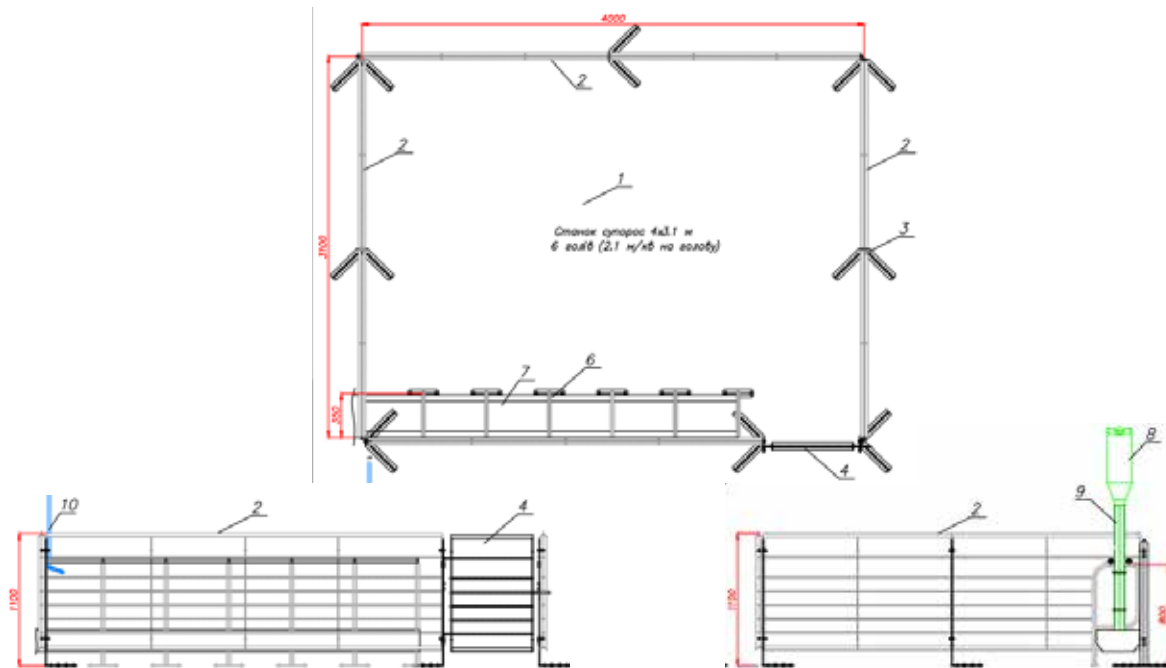


Рис. 2. Груповий станок для утримання порослих свиноматок у період 30–110 доби порослості:
1 – станок (вид згори); 2 – бічна частина станка; 3 – стійка із кріпленнями до бетонної щільної підлоги;
4 – дверцята станка; 6 – плечероздільник; 7 – жолоб групової годівниці; 8 – індивідуальний дозатор годівлі; 9 – труба опускання дозатора; 10 – соскова напувалка.

цеху відповідно до стратегій годівлі, розроблених у господарстві за методичними рекомендаціями генетичної та годівельної компаній [7]. Для балансування раціонів свиноматок використовували білково-мінерально-вітамінні добавки та премікси виробництва компанії ТОВ «Цехаवे Україна». Напування свиноматок здійснювалось за допомогою ніпельних напувалок, а поросят-сисунів – із чашкових напувалок, що розташовувались на висоті 7 см від підлоги. За джерело локального обігріву для поросят використовували комбінацію джерел локального обігріву (інфрачервона лампа розжарювання, електричний нагрівальний килимок і брудер).

Усі ветеринарні обробки були ідентичними для піддослідних груп свиней відповідно до прийнятої в господарстві схеми. Мікроклімат приміщення, у якому утримували піддослідних тварин, підтримувався за допомогою системи негативної вентиляції, що складається з осьового витяжного вентилятора, розташованого на стелі

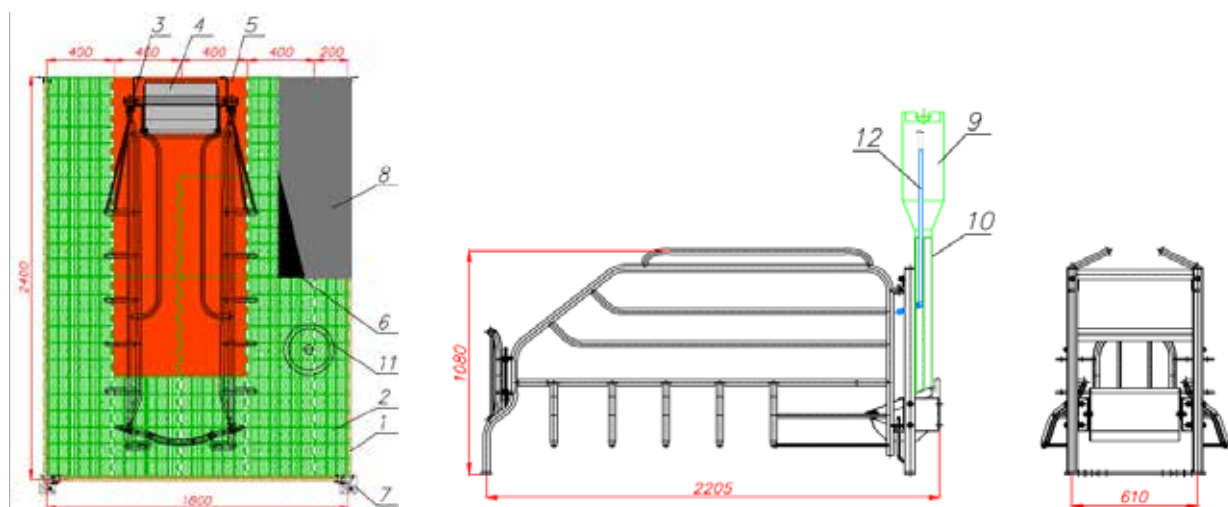


Рис. 3. Станок для утримання підсисних свиноматок і поросят-сисунів (традиційний):
1 – огорожа станка з ПВХ; 2 – решітчаста пластикова підлога (50% відкритий); 3 – фіксуючий станок;
4 – годівниця свиноматки; 5 – пластикова підлога (100% суцільний); 6 – килимок обігріву; 7 – стійка кріплення ПВХ; 8 – зона відпочинку й обігріву поросят; 9 – дозатор годівлі; 10 – труба опускання дозатора; 11 – годівниця для поросят-сисунів; 12 – кріплення та напувалка для свиноматки

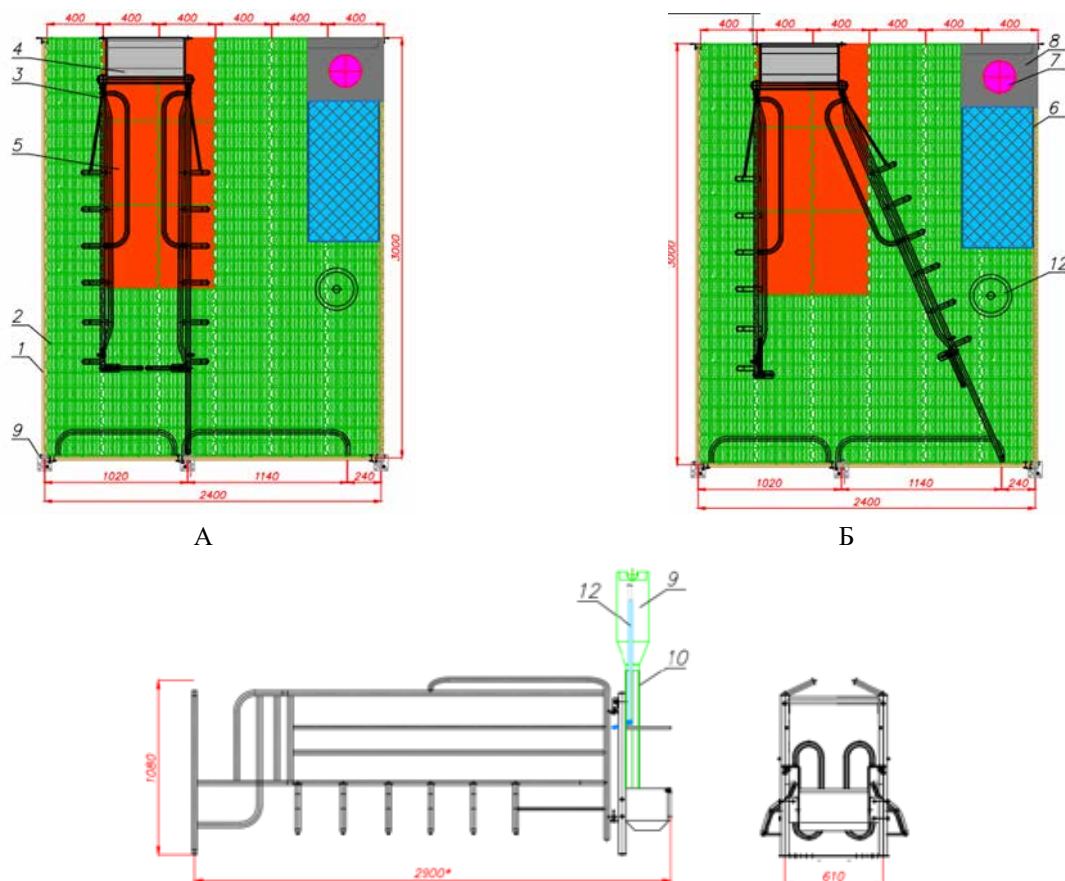


Рис. 4. Станок для вільного утримання свиноматки із 7 доби після опоросу і до відлучення (удосконалений):

А – розташування фіксуючого станка до 7 доби опоросу; Б – вільне утримання свиноматки після 7 доби від дати опоросу; 1 – огорожа станка з ПВХ; 2 – решітчаста пластикова підлога (50% відкритий); 3 – фіксуючий станок; 4 – годівниця свиноматки; 5 – пластикова підлога (100% суцільний); 6 – килимок обігріву; 7 – стійка кріплення ПВХ; 8 – зона відпочинку й обігріву поросят; 9 – дозатор годівлі; 10 – труба опускання дозатора; 11 – годівниця для поросят-сисунів; 12 – кріплення та напувалка для свиноматки

приміщення, і припливних клапанів, розташованих у стінах корпусу, робота яких узгоджувалася за допомогою мікропроцесорів підтримання параметрів мікроклімату.

Гній із приміщення видаляли за допомогою вакуумно-самопливної системи періодичної дії, яка складалася з ванни на всю площу станків і системи трубопроводів, через які видалялися гнойові стоки у проміжні гнойозбірники за межами приміщення.

Згідно з вітчизняним законодавством, умови годівлі, напування, утримання, догляду та профілактики тварин в експерименті відповідали «Вимогам до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання» (Закон України «Про ветеринарну медицину», 2021 р.) [6]. Відтворювальні ознаки свиноматок піддослідних груп (див. табл. 1) визначали за такими показниками, як: загальна кількість поросят при народженні (гол.), багатоплідність (гол.), частка мертвонароджених поросят (%), маса гнізда поросят при народженні та відлученні (28 діб); жива маса кожного поросяти при народженні (великоплідність) і відлученні (28 діб) (кг), кількість поросят у гнізді при відлученні (гол.), середньодобовий приріст поросят-сисунів (г), збереженість приплоду (%) за відповідними загальноприйнятими методиками [4; 5].

З метою узагальнення відтворювальних ознак свиноматок піддослідних груп розрахований оціночний індекс за обмеженою кількістю ознак (Лаша – Мольна в модифікації М.Д. Березовського) [4]:

$$I = B + 2W + 35G,$$

де I – індекс відтворювальних якостей; B – кількість поросят при народженні, гол.; W – кількість поросят у 28-добовому віці, гол.; G – середньодобовий приріст поросят до відлучення, кг.

Кондиція свиноматок у різному фізіологічному стані оцінювалася за результатами визначення товщини шпигу в точці P_2 (розташована на 65 мм ліворуч і вниз від середньої лінії спини на рівні головки останнього ребра). Товщина шпигу визначалася перед опоросом свиноматок і в день відлучення за допомогою УЗ-сканера “Renco” [4; 10]. Після відлучення свиноматок встановлювали відсоток маток, що прийшли в охоту і були осіменінні протягом 7 діб (%).

Експериментальні дані оброблені методом варіаційної статистики з використанням комп'ютерної техніки та пакетів прикладного програмного забезпечення [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Оптимізація технології утримання свиноматок у контексті основних принципів благополуччя та пошуку максимального прибутку зумовлює низку спірних питань. Адже створення умов утримання свиноматок відповідно до принципів благополуччя нерідко спричиняє зниження прибутковості галузі. Використання вигульних станків для лактуючих свиноматок потребує збільшення площі станка, отже, у приміщенні можна розмістити меншу кількість станків опоросу, збільшується вірогідність придавлювання свиноматкою поросят тощо. Тому вивчення варіантів оптимальної модернізації станків опоросу є досить актуальним технологічним завданням, водночас є потреба в постійному моніторингу продуктивності свиноматок у цехах відтворення й опоросу.

За результатами проведеного науково-господарського дослідження щодо вивчення продуктивних ознак свиноматок за різних конструктивних особливостей станкового обладнання в цеху опоросу та відтворення встановлено, що відповідно до схеми досліджень свиноматки за групового утримання в період поросності та їх опоросу у традиційних фіксуєючих станках вірогідно не відрізнялися за показниками загальної кількості поросят при народженні, багатоплідності від маток, що поросилися у станках вигульної конструкції (табл. 2). Традиційні станки, як і вигульні, під час опоросу виконували функцію фіксації та змінювали свою конфігурацію після 7 доби від опоросу. Відмічено перевагу в показниках багатоплідності в розрізі I–II та III–IV груп, адже як батьківську форму використовували різні генотипи кнурів. Зазначаємо, що зафіксовано вищу багатоплідність у двопородних маток поєднання ♀(ВБ × Л) × ♂PIC 337 – 14,86 та 14,70 голів за обох варіантів утримання у станках різної конструкції, порівняно з аналогічними показниками поєднання свиноматок ♀(ВБ × Л) × ♂“Maxter”, відповідно I та III груп – 13,45 і 13,37 голів.

Таблиця 2. Відтворювальні якості свиноматок ($n = 48$), $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	14,22 ± 0,286	15,80 ± 0,270 ^b	14,30 ± 0,224	15,73 ± 0,367 ^a
Багатоплідність, гол.	13,45 ± 0,243	14,86 ± 0,256 ^c	13,37 ± 0,230	14,70 ± 0,276 ^b
Частка мертвонароджених поросят, %	5,41 ± 0,964	5,95 ± 1,082	6,50 ± 0,740	6,55 ± 0,832
Маса гнізда поросят при народженні, кг	19,6 ± 0,420	21,1 ± 0,386 ^a	19,3 ± 0,312	21,0 ± 0,458 ^a
Великоплідність, кг	1,46 ± 0,018	1,42 ± 0,022	1,44 ± 0,021	1,43 ± 0,034
Молочність, кг	74,11 ± 1,244	78,09 ± 1,320 ^a	68,40 ± 1,112 ^{**}	72,50 ± 0,988 ^{**b}
Кількість поросят за відлучення у віці 28 діб, гол.	12,25 ± 0,302	13,50 ± 0,198 ^b	12,00 ± 0,244	13,14 ± 0,210 ^b
Середня жива маса одного поросяти під час відлучення, кг	7,58 ± 0,126	7,24 ± 0,140	7,12 ± 0,223	6,88 ± 0,250
Жива маса гнізда поросят під час відлучення, кг	92,86 ± 1,120	97,74 ± 1,240 ^b	85,44 ± 1,118 ^{***}	90,40 ± 1,082 ^{***b}
Середньодобовий приріст поросят у підсисний період, г	218,57 ± 1,980	207,86 ± 2,332 ^b	202,86 ± 2,672 ^{***}	194,64 ± 2,908 ^{***b}
Збереженість поросят, %	91,08 ± 1,208	90,85 ± 1,112	89,75 ± 1,346	89,39 ± 1,115
Індекс, балів	45,60 ± 0,392	49,14 ± 0,430 ^c	44,74 ± 0,506	47,79 ± 0,466 ^c

Примітки: (тут і далі I до III та II до IV групи): * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$;); у порівнянні (I до II та III до IV групи): ^a – $p \leq 0,05$; ^b – $p \leq 0,01$; ^c – $p \leq 0,001$.

За часткою мертвонароджених поросят і великоплідності в розрізі піддослідних груп свиноматок залежно від поєднання, опоросу та станкової конструкції вірогідної різниці не виявлено. Вищі значення маси гнізда при народженні спостерігалися в маток поєднання ♀(ВБ × Л) з термінальною лінією кнурів ♂PIC 337 – 21,1 та 21,0 кг за обох варіантів утримання у станках різної конструкції.

Відповідно до наведеної схеми досліджень (див. табл. 1), після тижня підсисного періоду фіксуєючі станки опоросу для свиноматок третьої та четвертої груп трансформуються для збільшення простору для вільного перебування та руху маток протягом наступного підсисного періоду аж до відлучення.

Варто зазначити, що конструктивні особливості вдосконаленого станка опоросу максимально убезпечують поросят від задавлювання та травмування. Однак небезпекою для поросят-сисунів може бути вільний рух свиноматки по станку із цілковито щільною пластиковою підлогою, що деякою мірою має вплив на показники розвитку, росту поросят і продуктивності матки.

Свиноматки обох поєднань у разі утримання у традиційних фіксуєючих станках опоросу володіли кращими значеннями умовної молочності – 74,11 і 78,09 кг, що перевищувало ровесниць III і IV груп на 5,71 ($p < 0,01$)

та 5,59 кг ($p < 0,01$) відповідно. Показники умовної молочності у свиноматок поєднання ♀ (ВБ × Л) × ♂ “Maxter” були нижчими порівнянн з матками поєднання ♀ (ВБ × Л) × ♂ PIC 337 – на 3,98 ($p < 0,05$) і 4,1 кг ($p < 0,01$) відповідно.

Вищою встановлено середню живу масу поросят під час відлучення за утримання свиноматок двох поєднань у традиційних фіксуєчых станках опоросу завдяки кращим санітарно-гігієнічним умовам, меншій забрудненості молочної залози свиноматки, нижчого травмування поросят-сисунів свиноматками, на відміну від вільного утримання маток III і IV дослідних груп.

За показником живої маси поросят під час відлучення фіксується перевага свиноматок ♀ (ВБ × Л) × ♂ PIC 337 над ♀ (ВБ × Л) × ♂ “Maxter”. Значення показників живої маси поросят на мить відлучення (7,24 і 6,88 кг) і вищі показники кількості під час відлучення сформували підвищені значення маси гнізда у свиноматок I та II груп (13,50 і 13,14 голів), де ознаки були на рівні 92,86 і 97,74 кг, що на 7,42 та 7,34 кг ($p < 0,001$) вище за аналоги III і IV дослідних груп відповідно.

Конструктивні особливості станків опоросу впливали і на енергію росту поросят-сисунів у підсисний період. Так, середньодобовий приріст був вищим за утримання свиноматок у фіксуєчых станках протягом усього терміну підсисного періоду і дорівнював у I та II групах 218,57 і 207,86 г, тим самим перевищував аналоги із III і IV груп на 15,71 ($p < 0,001$) і 13,21 г ($p < 0,01$) відповідно. Поросята генотипу ♀ (ВБ × Л) × ♂ “Maxter” характеризувалися вищим значенням середньодобового приросту порівняно з підсвинками поєднання ♀ (ВБ × Л) із термінальною лінією кнурів ♂ PIC 337.

Особливості технології утримання свиноматок за вільного їх перебування у станку опоросу (III і IV дослідні групи) починаючи із 7 доби лактації негативно вплинули на загальну збереженість приплоду, були на рівні 89,75 та 89,39%, поступаючи на 1,33 і 1,46% (різниця статистично невірогідна) представникам I та II дослідних груп відповідно.

Для узагальнення показників відтворювальних ознак свиноматок піддослідних груп розрахований оціночний індекс за обмеженою кількістю ознак, за яким встановлено перевагу I та II дослідних груп (традиційний фіксуєчий станок опоросу) – 45,60 і 49,14 бала. Свиноматки за поєднання з термінальною лінією кнурів ♂ PIC 337 за різних варіантів утримання характеризувалися вищими показниками індексу відтворювальних якостей.

Оптимальна кондиція свиноматок є ключовим чинником для їхньої високої продуктивності. Контроль живої маси, збалансована годівля та регулярний моніторинг фізіологічного стану тварин дозволяють підвищити ефективність відтворення. Кондиція свиноматок, тобто їхня вгодованість і фізіологічний стан мають значний вплив на відтворювальні показники, зокрема запліднюваність, багатоплідність, виживаність поросят тощо.

У результаті вимірювання прижиттєвої товщини шпику у свиноматок піддослідних груп (табл. 3) перед переведенням на опорос встановлено, що значення показника відповідало нормативу (16–20 мм) і коливалося в межах 18,90–19,10 мм.

Згідно зі схемою досліджень і технологічними умовами, переведення свиноматок III і IV груп через тижень лактації на вільне утримання в удосконалених станках слугувало чинником зниження товщини шпику під час відлучення.

Таблиця 3. Товщина шпику свиноматок на рівні останнього ребра (P_2) ($n = 48$), $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$

Показник	Норма оптимальної кондиції, товщина шпику, мм	Група			
		I	II	III	IV
Товщина шпику перед опоросом, мм	16–20	18,93 ± 0,170	18,90 ± 0,158	18,96 ± 0,184	19,10 ± 0,196
Товщина шпику під час відлучення (28 діб), мм	14–16	15,62 ± 0,182	16,08 ± 0,200	15,00 ± 0,190*	14,93 ± 0,195***
Втрати товщини шпику за лактацію, мм	2–4	3,31 ± 0,134	2,82 ± 0,142 ^a	3,96 ± 0,130**	4,17 ± 0,168***

Свиноматки даних груп мали товщину шпику на рівні 15,00 та 14,93 мм і вірогідно поступалися аналогам з I та II групи на 0,62 ($p < 0,05$) і 1,15 мм ($p < 0,001$) відповідно, що, на нашу думку, можна пояснити збільшенням активних рухів у піддослідних тварин.

Показники втрати товщини шпику за лактацію в усіх піддослідних групах були в межах нормативних значень, але втрачали вірогідно більше резервів свого тіла за підсисний період саме матки за утримання в удосконалених станках, у разі вільного їх утримання із сьомої доби лактації (III і IV групи). Втрати товщини шпику за лактацію у свиноматок піддослідних груп коливалися в межах 3,96–4,17 мм.

У сучасному свиарстві за постійного подорожчання кормів і енергоресурсів зменшення непродуктивних днів підвищує загальну продуктивність свиноматок і сприяє економічній ефективності господарства.

Визначенням тривалості приходу піддослідних груп свиноматок в охоту, коефіцієнта заплідненості встановлено, що за вільного утримання матки швидше проявляли ознаки охоти і були покриті після відлучення (табл. 4).

Таблиця 4. Відтворювальна здатність свиноматок

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Кількість свиноматок при відлученні, гол.	48	48	48	48
Прийшло в охоту протягом 4 діб, гол.	40	38	43	44
Прийшло в охоту протягом 7 діб, гол.	8	10	5	4
Запліднено	гол.	44	43	46
	%	91,7	89,6	95,8
			95,8	93,8

Варто зазначити, що утримання свиноматок (I та II груп) протягом підсисного періоду у традиційних фіксуєчючих станках опоросу знижує як прояв охоти, так і кількість тварин, які запліднюються протягом 4 діб після відлучення.

Установлено, що із загальної кількості відлучених свиноматок 48 голів упродовж перших чотирьох діб прийшли в охоту і були запліднені: у I групі – 83,3% маток, II – 79,2%, III – 89,6%, IV – 91,7% тварин. Протягом наступних діб було осіменено решту піддослідних свиноматок, на 21–28 добу після осіменіння шляхом УЗ-дослідження підтверджено поросність свиноматок у розрізі піддослідних груп та виявлено вищий відсоток запліднених у III групі – 95,8% і IV – 93,8%, що вказує на кращу відтворювальну здатність маток за утримання їх у вдосконалених станках протягом лактації, починаючи із сьомої доби.

Висновки. На підставі проведеного експерименту встановлена перевага за відтворювальними ознаками свиноматок, які утримувалися за традиційною технологією у фіксуєчючих станках протягом підсисного періоду, окрім загальної кількості порослят при народженні, частки мертвонароджених порослят, маси гнізда при народженні та великоплідності. Узагальнювальний індекс відтворювальних якостей у III і IV групах був на рівні 44,74 і 47,79 бала відповідно. Водночас зазначаємо, що за вільного утримання свиноматок III і IV груп краще проявлялася їхня відтворювальна здатність на наступних циклах відтворення, тому зафіксовано вищий відсоток запліднених маток, відповідно 95,8 і 93,8%, порівняно з аналогами.

Показники втрати товщини шпигу за лактацію у усіх піддослідних групах були в межах нормативних значень, але втрачали вірогідно більше резервів свого тіла за підсисний період саме матки за утримання у вдосконалених станках, у разі вільного їх утримання із сьомої доби лактації (III і IV групи). Втрати товщини шпигу за лактацію у свиноматок піддослідних груп коливалися в межах 3,96–4,17 мм.

Перспективи досліджень полягають у вивченні показників поведінки та продуктивності свиноматок різних поєднань і конструктивних особливостей станкового обладнання для утримання маток різного фізіологічного стану, у комплексному економічному обґрунтуванні впроваджених технологій за основних принципів благополуччя.

Список використаних джерел

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С.С. Крамаренко та ін. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування. Свилярські підприємства (комплекс, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК-02.05. Київ : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpriyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf.
3. Глухенький С.Л., Лихач В.Я. Дотримання принципів благополуччя в цеху опоросу українських промислових комплексів. *Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих учених у сталий розвиток* : збірник матеріалів Міжнародної наукової конференції. Київ : НУБіП України, 2024. С. 346–347.
4. Ладика В.І., Хмельничий Л.М., Повод М.Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : підручник для аспірантів. Одеса : Олді+, 2023. 244 с.
5. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І.І. Ібатуліна, О.М. Жукорського. Київ, 2017. 328 с.
6. Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання : наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 р. Зареєстр. 18.02.2021 р. Міністерством юстиції України, № 206/35828.
7. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин / Г.В. Проваторов та ін. Суми : ТОВ ВДТ «Університетська книга», 2007. 488 с.
8. Підвищення ефективності промислового виробництва свинини на основі використання етологічних факторів : монографія / А.В. Лихач, В.Я. Лихач. Миколаїв : Іліон, 2023. 422 с.
9. Пундик В.П., Каплінський В.В., Тесак Г.В. Характеристика станкового обладнання для підсисних свиноматок та удосконалення окремих елементів. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин*. 2015. Вип. 16. № 1. С. 158–162.
10. Технологія виробництва продукції свилярства : навчальний посібник / М.Г. Повод та ін. ; за ред. М.Г. Повода. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.
11. Утримання свиноматок: нововведення в області менеджменту опоросу – від традиційних до альтернативних. URL: <https://pigua.info/uk/post/technologies/utrimanna-svinomatok-novovvedenna-v-oblasti-menedzmentu-oporosu-vid-tradicijnih-do-alternativnih2> (дата звернення: 19.12.2024).
12. ван де Веір Хелін Аріане. Вимоги до благополуччя свиней: імплементація європейських стандартів. *Прибуткове свилярство*. 2019. № 5 (47). URL: <https://www.pigua.info/uk/post/vimogi-do-blagopolucca-svinej-implementacia-evropejskih-standartiv> (дата звернення: 23.12.2024).

13. Царенко О.М., Крятов О.В., Бондарчук Л.В. Ресурсозберігаючі технології виробництва свинини: теорія і практика : навчальний посібник. Суми : Універсальна книга, 2004. 269 с.
14. Council Directive 2008/120/EC (2008, December). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0120-20191214&from=NL> (дата звернення: 04.11.2024).
15. Dumniem N., Boonprakob R., Parsons T.D., Tummaruk P., Crate P.V. A Comparative Study on the Effects of Different Farrowing Systems on Farrowing Performance, Colostrum Yield and Piglet Preweaning Mortality in Sows under Tropical Conditions. *Animals*. 2023. Vol. 13 (2). P. 233. <https://doi.org/10.3390/ani13020233>.
16. Einarsson S., Sjunnesson Y., Hultén F., Eliasson-Selling L., Dalin A.M., Lundeheim N., Magnusson U. A 25 years experience of group-housed sows—reproduction in animal welfare-friendly systems. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2014. Vol. 56. P. 37. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-56-37>.
17. Tummaruk P., De Rensis F., Kirkwood R.N. Managing prolific sows in tropical environments. *Molecular Reproduction and Development*. 2023. Vol. 90. P. 533–545. <https://doi.org/10.1002/mrd.23661>.
18. Young M., Frank A. Monitoring and maintaining sow condition. *Advances in Pork Production*. 2005. Vol. 16. P. 299–313. URL: <https://www.banffpork.ca/documents/BO12-Young.pdf>.
19. Zhang X., Li C., Hao Y., Gu X. Effects of different farrowing environments on the behavior of sows and piglets. *Animals*. 2020. Vol. 10. P. 320. <https://doi.org/10.3390/ani10020320>.

Hlukhenkyi S. L.

*Postgraduate Student of the Third Year of Study
Department of Technologies in Poultry, Pig and Sheep Breeding,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: s.hlukhenkyi@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0001-6819-1243*

Lykhach V. Ya.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
Head of the Department of Technologies in Poultry, Pig and Sheep Breeding,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: vylykhach80@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0002-9150-6730*

PRODUCTIVITY OF SOWS WITH DIFFERENT MACHINES IN THE REPRODUCTION SHOP

Abstract

The modern development of pig production is focused on ensuring high quality meat products with strict adherence to animal welfare standards. In EU countries, this has led to the prohibition of individual sow housing for most of the breeding season. At the same time, both in Europe and Ukraine, a significant proportion of sows are still kept in individual fixation pens during farrowing and lactation, which limits their physical activity. It is becoming increasingly important to keep sows free during lactation, which helps to implement the natural behaviour of animals. However, such a system requires significant financial flows to be allocated to the reconstruction of production facilities, which puts producers in the position of minimizing costs and optimizing the use of production space, as the introduction of new technologies is accompanied by an increase in the size of farrowing pens. In this regard, constructive technological solutions for modifying sow farrowing equipment at different periods of the reproductive cycle are a production necessity, which focused the authors' interest in conducting the experiment.

The aim of the study was to evaluate the productive performance of sows and suckling piglets using traditional farrowing fixation machines and improved machines that provide free keeping of lactating sows from 7 days of the suckling period to weaning in industrial pig production.

In 2023–2024, a scientific and economic experiment was conducted at the “Victoriya” by private enterprise (Mykolaiv region), which included 192 sow nests in the farrowing shop with 2706 suckling piglets during two adjacent farrowings. The research was conducted on pigs of the combination ♀ (LW × L) × ♂ Maxter and ♀ (LW × L) × ♂ PIC 337. During the idle period and the first 30 days of pregnancy, all sows were kept in individual pens, and after confirmation of pregnancy – in group pens (6 heads each). 5 days before the expected farrowing date, they were transferred to the farrowing shop, where they were divided into the following groups: Groups I and II – traditional pens with fixation during the entire suckling period (total area 4,32 m²); Groups III and IV – improved pens with the possibility of free housing from day 7 of lactation to weaning (total area 7,20 m², manufactured by AgroDana LLC, Ukraine).

The analysis of the data showed that there was no significant difference in the total number of piglets at birth, the proportion of stillborn piglets, nest weight and large-fecundity among the study groups. At the same time, the traditional fixed maintenance of sows during the entire suckling period provided higher reproductive performance, which is confirmed by the indices of reproductive qualities (44,74 and 47,79 points, respectively, for groups I and II).

However, in groups III and IV, where sows were kept in free mode after 7 days of lactation, better reproductive results were recorded in subsequent reproductive cycles. The percentage of fertilized sows in these groups was higher (95,8% in group III and 93,8% in group IV).

As for the consumption of body reserves, the thickness of the fat in sows of all groups remained within the normative values. However, in the free-stall groups, fat loss was significantly higher, indicating higher energy expenditure under conditions of increased motor activity (groups III and IV: 3,96–4,17 mm).

The results obtained indicate that traditional fixed housing of sows provides a higher level of reproductive traits during lactation, but free housing improves reproductive performance in subsequent cycles. Thus, the combination of both technologies can be a promising approach to improving the efficiency of industrial pig production, ensuring both productivity and animal welfare.

Key words: welfare, lactation, breeding, fertility, productivity, sow, machine equipment, technology, housing.

References

1. Kramarenko, S.S., Lugovoy, S.I., Lykhach, A.V., & Kramarenko O.S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta seleksii tvaryn* [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]. Mykolayiv: MNAU, 211 [in Ukrainian].
2. *Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Slynarski pidpriemstva (komplekxy, fermy, mali fermy), VNTP-APK-02.05* [Departmental norms of technological design Pig enterprises (complexes, farms, small farms), VNTP-APK-02.05]. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy (2005), 98. Retrieved from: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Slynarski-pidpriemstva-VNTP-APK-02.05.pdf [in Ukrainian].
3. Hlukhenkyi, S.L., & Lykhach, V.Ya. (2024). Dotrymannia pryntsyviv blahopoluchchia v tsekhu oporosu ukrainskykh promyslovykh kompleksiv. [Adherence to the principles of welfare in the farrowing shop of Ukrainian industrial complexes]. *Osvita i nauka v umovakh vyklykiv i zahroz. Vnesok molodykh vchenykh v stalyy rozvytok: zbirnyk materialiv mizhnarodnoi naukovoï konferentsii*. Kyiv: NUBiP Ukrainy, 346–347 [in Ukrainian].
4. Ladyka, V.I., Khmelnychiy, L.M., & Povod, M.G. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv* [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]. Odesa: Oldi+, 244 [in Ukrainian].
5. Ibatulin, I.I., & Zhukorskyi, O.M. (2017). *Methodology and organization of scientific research in animal husbandry* [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Kyiv, 328 [in Ukrainian].
6. Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy № 224 vid 08.02.2021 r. “Pro zatverdzhennia vymoh do blahopoluchchia silskohospodarskykh tvaryn pid chas yikh utrymannia” [On approval of requirements for the welfare of farm animals during their keeping]. Zareiestr. 18.02.2021 Ministerstvom Yustytzii Ukrainy, № 206/35828 [in Ukrainian].
7. Provatorov, H.V., Ladyka, V.I., Bondarchuk, L.V., Provatorova, V.O., & Opara V.O. (2007). *Normy hodivli, ratsiiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn* [Feeding rates, rations and feed nutrition for different types of farm animals]. Sumy: TOV VDT “Universytetska knyha”, 488 [in Ukrainian].
8. Lykhach, V.Ya., Faustov, R.V., Shebanin, P.O., Lykhach, A.V., & Lenkov L.H. (2022). *Pidvyshchennia produktyvnosti svynei za vykorystannia suchasnoho henofondu ta innovatsiinykh tekhnolohichnykh rishen* [Increasing pig productivity using modern gene pool and innovative technological solutions: monohrafiia]. Mykolaiv: Ilion, 275 [in Ukrainian].
9. Pundyk, V.P., Kaplinskyi, V.V., & Tesak, H.V. (2015). Kharakterystyka stankovoho obladnannia dlia pidsysnykh svynomatok ta udoskonalennia okremykh elementiv [Characteristics of machine equipment for sows and improvement of individual elements]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biolohii tvaryn*, 16 (1), 158–162 [in Ukrainian].
10. Povod, M.O., Lykhach, V., Zhyshka, S., & Nechmilov V., et al. (2021). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktiv svynarstva* [Technology of pig production: a textbook]. Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO, 360 [in Ukrainian].
11. Utrymannia svynomatok: novovvedennia v oblasti menedzhmentu oporosu – vid tradytsiinykh do alternatyvnykh [Sow housing: innovations in farrowing management – from traditional to alternative]. Retrieved from: <https://pigua.info/uk/post/technologies/utrimanna-svynomatok-novovvedenna-v-oblasti-menedzhmentu-oporosu-vid-tradicijnih-do-alternativnih2> [in Ukrainian].
12. van de Veir Khelin Ariane (2019). Vymohy do blahopoluchchia svynei: implementatsiia yevropeyskykh standartiv [Pig welfare requirements: implementation of European standards]. *Prybutkove svynarstvo*, 5 (47). Retrieved from: <https://www.pigua.info/uk/post/vimogi-do-blahopolucca-svinej-implementacia-evropejskih-standartiv> [in Ukrainian].
13. Tsarenko, O.M., Kriatov, O.V., & Bondarchuk, L.V. (2004). *Resursozberihaiuchi tekhnolohii vyrobnytstva svynyny: teoriia i praktyka* [Resource-saving technologies of pork production: theory and practice: a textbook]. Sumy: Universalna knyha, 269 [in Ukrainian].
14. Council Directive 2008/120/EC (2008, December). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0120-20191214&from=NL> [in English].
15. Dumniem, N., Boonprakob, R., Parsons, T.D., Tummaruk, P., & Crate, P.V.A (2023). Comparative Study on the Effects of Different Farrowing Systems on Farrowing Performance, Colostrum Yield and Piglet Preweaning Mortality in Sows under Tropical Conditions. *Animals*, 13 (2), 233. <https://doi.org/10.3390/ani13020233> [in English].
16. Einarsson, S., Sjunnesson, Y., Hultén, F., Eliasson-Selling, L., Dalin, A.M., Lundeheim, N., & Magnusson, U. (2014). A 25 years experience of group-housed sows–reproduction in animal welfare-friendly systems. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56: 37. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-56-37> [in English].
17. Tummaruk, P., De Rensis, F., & Kirkwood, R.N. (2023). Managing prolific sows in tropical environments. *Molecular Reproduction and Development*, 90, 533–545. <https://doi.org/10.1002/mrd.23661> [in English].
18. Young, M., & Frank, A. (2005). Monitoring and maintaining sow condition. *Advances in Pork Production*, 16, 299–313. Retrieved from: <https://www.banffpork.ca/documents/BO12-Young.pdf> [in English].
19. Zhang, X., Li, C., Hao, Y., & Gu, X. (2020). Effects of different farrowing environments on the behavior of sows and piglets. *Animals*, 10, 320. <https://doi.org/10.3390/ani10020320> [in English].

УДК 631.559:633.34:631.81

Дідора В. Г.

доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: viktordidora33@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9105-4802

Деребон І. Ю.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: derebon66@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6139-6286

Стоцька С. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: olegst1999@meta.ua
ORCID: 0000-0003-0751-7996

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ПОЛІССЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕМ-ПРЕПАРАТІВ

Анотація

Зниження родючості ґрунтів відбувається через інтенсивну деградацію, меліоративну невпорядкованість, забруднення незбалансованим внесенням мінеральних добрив, пестицидів. Кількість органічних добрив різко скоротилася, з 10 т/га у 1900 році до 0,5 т/га у 2025 році. Родючість ґрунтів знижується також унаслідок їх переуцілювання, що істотно затримує ріст і розвиток кореневої системи.

Унесення речовин органічного походження: побічної продукції, пожнивних рештків, соломи, сидератів та іншої продукції рослинництва, активізує ґрунтову мікробіоту, що позитивно впливає на відновлення родючості ґрунту.

Доведено, що біодобрива, азот, фосфор, біостимулятори, біофунгіциди, біоінсектициди й інші препарати – деструктори целюлози, які містять низку целюлозолітичних ферментів, сприяють мінералізації органічних рештків.

Дослідження присвячені вивченню впливу ефективних мікроорганізмів (ЕМ-препаратів) на продуктивність сої та поновлювання родючості ґрунту. Дворазове позакореневе підживлення на етапах росту та розвитку ВВСН, коди 13–19 та 49–59, сприяє збереженості рослин, яка становить 98%, і забезпечує густоту рослин – 488 тис. шт./га. Оптимальна площа листової поверхні коливається в межах 44–45 тис. м²/га, а продуктивність фотосинтезу у фазу утворення бобів становить 3 млн м² днів/га, що забезпечує отримання чистої продуктивності фотосинтезу 3,22–4,86 г/м² за добу і сприяє активному формуванню бульбочкових бактерій, маса яких у фазу ВВСН 13–19 + 49–59 + 60–69 коливається в межах 156–158 кг/га. Активний симбіоз фотосинтезу сої та розвитку бульбочкових бактерій сприяє накопиченню органічної маси та загального біологічного азоту – 242 кг/га, що еквівалентно 7 ц аміачної селітри, і забезпечує врожайність сої – 3,3–3,4 т/га. Використання ЕМ-препаратів сприяє підвищенню вмісту білка й олії, покращенню родючості ґрунту та зменшенню потреб у мінеральних добривах, що робить ЕМ-технологію перспективною для екологічного рослинництва.

Ключові слова: соя, ЕМ-препарати, інокуляція, етапи органогенезу, симбіотичний азот, позакореневе підживлення, фотосинтез, родючість ґрунту, урожайність, білок, олія.

Вступ. Соя є однією з найважливіших культур світового й українського сільського господарства, відіграє ключову роль у виробництві білкових і олійних продуктів, кормовиробництві та промисловості. Завдяки високому вмісту білка (40–50%) і жиру (19–25%) соя широко використовується в харчовій промисловості (виробництво олії, молока, тофу) як кормова добавка для тварин, у виготовленні біопалива, пластмас [1, с. 134–136].

Однією з головних проблем вирощування сої в умовах Полісся України є низька родючість ґрунтів і необхідність оптимізації живлення рослин. Традиційні методи підживлення мінеральними добривами супроводжуються високими витратами та негативним впливом на екосистему. Соя – це унікальна рослина, що забезпечує своє живлення азотом на 80%, решта, у вигляді листової маси, соломи, пожнивних і корневих рештків залишається у ґрунті. За період вегетації, після мінералізації у ґрунті залишається 250–300 кг азоту. Симбіотична

ефективність залежить від аерації ґрунту, забезпеченості мікроелементами: молібден, бор, магній стримують розвиток бульбочкових бактерій. У цьому контексті ефективним рішенням є застосування ефективних мікроорганізмів (ЕМ-препаратів), які сприяють покращенню біологічної азотфіксації, підвищенню врожайності та якості продукції.

Дослідження базується на аналізі росту та розвитку рослин, ефективності симбіотичної азотфіксації, а також впливу біологічного підживлення на агрохімічні властивості ґрунту.

Мета роботи. Метою роботи є оцінювання впливу ефективних мікроорганізмів (ЕМ-препаратів) на продуктивність сої в умовах Полісся України. Дослідження спрямоване на визначення оптимальних схем застосування позакореневого підживлення у процесі етапів росту та розвитку сої за уніфікованої розширеної шкали ВВСН з метою підвищення врожайності, вмісту білка й олії в зерні, а також на вивчення впливу процесів біологічної азотфіксації на родючість ґрунту. Отримані результати дозволяють удосконалити елементи технології вирощування сої, зменшити потребу в добривах синтетичного походження, покращити родючість ґрунтів та сприяти розвитку екологічно чистого землеробства й економічної ефективності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із найбільш дієвих шляхів відновлення родючості ґрунту є швидке та масове впровадження ЕМ-технологій, або технологій ефективних мікроорганізмів.

Соевий білок є надзвичайно цінним для організму людини завдяки своєму збалансованому амінокислотному складу, що забезпечує легке засвоєння. Окрім білка, насіння сої багате на жири (19–25%), екстрактивні речовини (20–30%), мінерали (залізо, фосфор, кальцій) та вітаміни, зокрема й фолієву кислоту. Також соя є джерелом різноманітних ферментів, що беруть активну участь у багатьох біохімічних процесах організму.

Продукція переробки зерна сої сприяє покращенню здоров'я людей. Висока засвоюваність білка – 90%, за вмістом 1 кг сої дорівнює 2 кг м'яса або риби, 12 літрам молока. Незамінні амінокислоти в сої містяться в необхідній для людей пропорції. Отже, соя є справжньою скарбницею життєво необхідних речовин [2, с. 52–56]. Велике значення сої в кормовиробництві, продовольчих і технічних галузях. З неї виготовляють молочні продукти, кондитерські вироби, харчове борошно, сурогати кави тощо [3, с. 52–54]. Соя – це зелений корм, сінаж, соєво-кукурудзяний силос, монокорм, виробництво трав'яного борошна.

Соя є цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур у сівозміні [4, с. 101–104].

Застосування регуляторів росту, інокулянтів, позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі позитивно впливає на ріст, розвиток і урожайність сої, вона збільшується на 0,5–0,8 т/га [5]. У результаті активного симбіотичного процесу соя використовує біологічний азот на ріст і розвиток, що прирівнюється до 10–15 т органічних добрив. Розрахунки показали, якщо висівати сою в Україні на площі 2,4 млн га, то це означає, що ґрунт одержить обсяг азоту, еквівалентний 546 тис. тонн аміачної селітри на суму понад 1 млрд грн [6, с. 132–140]. За умов упровадження інтенсивних технологій вирощування сої врожайність досягає 4 т/га, а рентабельність становить понад 50%, тому виробники сої можуть отримувати високий прибуток [7].

За результатами наукових досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України, інокуляція насіння препаратом *Bradyrhizobium japonicum*, за інтенсивної технології вирощування, сприяє підвищенню продуктивності сої на 0,34–0,50 т/га [1, с. 134–136].

Інокуляція насіння бактеріальними препаратами – це потужний інструмент для підвищення родючості ґрунтів і екологічно чистого землеробства. Цей процес стимулює формування бульбочкових бактерій на кореневій системі сої, які здатні перетворювати атмосферний азот на форму, доступну для рослин [8, с. 36–41; 11]. Наприклад, соя, завдяки симбіозу з бактеріями, забезпечує накопичення у ґрунті значну кількість біологічного азоту (від 60 до 150 кг/га), який згодом використовується наступними культурами в сівозміні [20, с. 17–20]. Це значно ефективніше, ніж використання мінеральних добрив, оскільки рослини засвоюють симбіотично-біологічний азот повітря [15; 19].

Загальна кількість біологічного азоту досягає значних показників – 450 кілограмів на гектар. Вражаюча частка в 75% цього азоту була отримана завдяки природному процесу фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Ці мікроорганізми вступають у симбіоз із корінням бобових рослин і перетворюють недоступний для більшості організмів газоподібний азот з атмосфери на сполуки, які засвоюються рослинами. Такий механізм є не лише екологічно чистим, а й значно підвищує родючість ґрунту [24, с. 77–84].

Застосування препарату нового біологічного походження ЕМ-1 позитивно впливає на біоценоз ґрунту, пригнічує його патогенну мікрофлору. У результаті розвитку мікроорганізмів відбувається відновлення родючості ґрунту. Протягом 3–5 років ґрунт самостійно повертається до свого первинного родючого стану, не потребує штучного втручання хімічних добрив. Процес біологічної фіксації азоту відіграє ключову роль у підвищенні родючості ґрунту та розвитку корисної мікрофлори. Яскравим показником активної азотфіксації є збільшення кількості червоних бульбочок на коренях рослин, особливо бобових, як-от соя. Це свідчить про те, що бактерії успішно перетворюють атмосферний азот на форму, доступну для рослин. За таких умов рослини отримують належну кількість азоту і мають світло-зелене забарвлення, що вказує на їхнє здорове та повноцінне живлення. Отже, додаткове підживлення сої мінеральними азотними добривами в такому разі є необов'язковим. Якщо ж бульбочки розвинені не досить, а листя рослин набуває жовтуватого відтінку, це сигнал про дефіцит азоту. У такій

ситуації рекомендується провести 1–2 позакореневі підживлення для забезпечення рослин необхідними поживними речовинами.

Професор, мікробіолог з Японії Теруо Хіга розробив і заснував ЕМ-препарати, у склад яких відібрав 86 головних штамів регенератів, які виконують живлення рослин, їх захист від хвороб і оздоровлення ґрунтового середовища [22, с. 85–86].

Фотосинтез і біологічна фіксація азоту в сої утворюють нерозривний ланцюг, де кожен процес живить інший. Фотосинтез забезпечує енергією процес фіксації азоту, а фіксований азот, у свою чергу, є будівельним матеріалом для синтезу різноманітних органічних сполук, необхідних для життя рослини. Ця взаємодія є основою високої продуктивності та харчової цінності сої [16, с. 41–48].

Передпосівна інокуляція насіння сої та використання ЕМ-препарату на позакореневе підживлення є новим елементом технології вирощування сої.

Дослідження впливу нової ЕМ-технології на рослини за умови цілковитої відмови від синтетичних добрив є перспективним напрямом сучасної агрономії.

Інокуляція на основі *Bradyrhizobium japonicum* сприяє підвищенню врожайності сої на 0,34–0,50 т/га, або 14–18% [10, с. 118].

Бульбочкові бактерії вступають у симбіоз із рослинами та підвищують продуктивність і якість продукції, зменшують пестицидне навантаження на навколишнє середовище [11, с. 23–29]. Оброблення насіння інокулянтами менш витратне, ніж мінеральні добрива. Завдяки біологічній азотфіксації бульбочковими бактеріями у ґрунті залишається 35–55 кг азоту [12, с. 33–43].

Шляхом біологічної азотфіксації соя задовольняє потреби в живленні азотом на 50–60% [2, с. 52–56].

Симбіоз із культурою забезпечує рослини фіксованим атмосферним азотом у критичний період росту та розвитку, який залишається у ґрунті життєздатним упродовж 3–5 років, що забезпечують формування стабільних і екологічно безпечних урожаїв [13, с. 132–140]. Активні ризобії здатні фіксувати до 250 кг/га доступного рослинам біологічного азоту за період вегетації сої, із яких 150 засвоюється соєю, а решта залишається у ґрунті [1, с. 134–136]. Завдяки фіксованому біологічному азоту та мінералізації побічної продукції покращується родючість ґрунту. За внесення мінеральних добрив відбувається фотосинтез у листках і створюються передумови біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що є основою для синтезу білка, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук.

Бактеріальні препарати для рослин діють як потужні біологічні каталізатори, які стимулюють ріст рослин. Наприклад, зазвичай рослини засвоюють не більше половини азоту, лише п'яту частину фосфору та від чверті до третини калію з добрив. Решта цих цінних елементів вимивається із ґрунту і потрапляє у водойми, забруднює їх шкідливими нітратами. Використання бактеріальних препаратів допомагає зменшити ці втрати, робить сільське господарство більш екологічним і економічно вигідним [8, с. 36–41].

Тому вивчення впливу ефективних мікроорганізмів, ЕМ-препаратів, на підвищення продуктивності та якості сої є актуальним напрямом.

Для оцінювання росту та розвитку рослин сої ми проводили регулярні спостереження, зі строгим дотриманням державних стандартів, викладених у «Методиці державного сорто випробування сільськогосподарських культур». Кількість і масу бульбочок та тривалість загального й активного симбіозу визначали впродовж зазначених етапів органогенезу.

Визначення фотосинтетичного потенціалу (далі – ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (далі – ЧПФ) рослин проводили за методикою визначення площі листової поверхні «метод висічок» [14, с. 34].

Сортові ресурси мають відповідати агроєкологічним умовам регіону вирощування сортів сої [23, с. 34–40].

Сорт сої Сірелія – ранньостиглий: вегетаційний період – 105 днів, урожайність – 4,88 т/га. Боби під час визрівання не розтріскуються. Маса тисячі зерен – до 220 г. Вміст протеїну – 42–44%. Олійність – 20,7%. Висота рослин – 75–80 см. Висота кріплення нижнього бобу – 12–13 см. Стійкий до вилягання, хвороб і стресових чинників [26].

Варіанти дослідів:

1. Біологічний контроль (далі – БК).
2. ЕМ-препарат ВВСН код 13-19.
3. ЕМ-препарат ВВСН код 49-59.
4. ЕМ-препарат ВВСН код 60-69.
5. ЕМ-препарат ВВСН код 13-19 + ЕМ-препарат ВВСН код 49-59.
6. ЕМ-препарат ВВСН код 13-19 + код 49-59 + код 60-69.

Посівна площа дослідів – 1 080 м², облікова – 900 м², дослідна ділянка – 60 м² га, облікова – 50 м², повторення – трикратне.

Аналіз даних таблиці 1 свідчить про належну забезпеченість ґрунту калієм, що є важливим елементом живлення, який підвищує стійкість рослин сої до хвороб і покращує їхню здатність утримувати вологу. Вміст фосфору на рівні 89 мг/кг сприяє активному розвитку кореневої системи рослин і прискорює процес їхнього дозрівання. Вміст азоту у ґрунті є помірним, що позитивно впливає на врожайність сої.

Таблиця 1. Агрохімічний аналіз чорнозему опідзоленого

Кислотність ґрунту, pH	Вміст гумусу, %	Вміст елементів живлення, мг/кг			Сума поглинутих основ, м. екв./100 г ґрунту	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
5,9–6,5	2,1	11,9	89	102	27	3,81

У дослідях проводили такі спостереження, обліки й аналізи вмісту азоту за стандартною методикою ДСТУ 7863:2015; вміст фосфору та калію визначали згідно з ДСТУ 4405:2005, гідролітичну кислотність – відповідно до ГОСТу 2612-91, гумусу – за ДСТУ 4289:2024, вміст протеїну – за ДСТУ 4064:2003, жиру – за ІДЕМ-10855764.

Проводили детальне спостереження за основними етапами життєвого циклу сої за допомогою міжнародно визнаної шкали розвитку рослин BVCH [6, с. 64–98; 17].

Щоб визначити динаміку густоти рослин протягом вегетаційного періоду, підрахунки проводили на двох ключових етапах розвитку культури: на початку фази активного росту (макростадія 10–11), сім'ядолі цілком розгорнулися і листки досягли максимального розміру, перед збиранням урожаю (макростадія 96). Спосіб посіву широкорядний із міжряддям 30 см. Погодні умови протягом вегетаційного періоду 2023–2024 рр. негативно впливали на ріст і розвиток рослин, характеризувалися гідротермічними показниками, які детально наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Гідротермічний коефіцієнт (далі – ГТК)

Показник	Період						
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	за весь період
Середня температура повітря ($t_{\text{ср.}}$), °C	10,5	16,4	21,0	24,0	23,1	17,0	18,7
Сума опадів, мм	55,3	50,9	53,6	37,6	36,0	38,2	271,6
Сума активних температур ($t_{\text{акт.}} > 10$)	315	508	630	744	716	510	3 423
ГТК Селянінова 2023	1,8	1,0	0,9	0,5	0,5	0,7	0,8
ГТК Селянінова 2024	2,1	1,9	0,8	0,0	0,4	0,5	0,7

Аналіз даних таблиці 2 свідчить про складні погодні умови впродовж вегетаційного періоду 2023–2024 рр. Квітень був надмірно вологим, а травень – досить зволеним, період вегетації характеризувався дефіцитом опадів. Зокрема, червень місяць відносно посушливий, липень і серпень виявилися періодами сильної посухи, а вересень – помірно посушливий. Така нерівномірність у розподілі опадів, особливо посуха в липні та серпні, негативно вплинула на рівень урожайності. Порівняно із 2023 р. урожайність у 2024 р. зменшилася на 0,8 тонни, що підтверджує прямий зв'язок з погодними умовами.

Добрими попередниками сої є озимі зернові культури: озима пшениця, озимий ячмінь, озиме жито й озиме тритикале. Кукурудза на зерно, картопля та цукровий буряк – задовільні попередники, але їх використання може мати деякі обмеження або потребувати додаткових агротехнічних заходів. Це пов'язано з особливостями кожної культури та її впливом на властивості ґрунту [21].

Включення сої в сівозміну – це ефективний спосіб покращити структуру полів і підвищити загальну врожайність. Завдяки здатності сої збагачувати ґрунт азотом її чергування зі злаковими культурами створює сприятливі умови для росту та розвитку рослин.

За законом плодозміни сівозміна має бути насиченою на 50% зерновими колосовими, на 50% – бобовими. Система обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах об'єднує в собі логічно послідовні та пов'язані ланки основного, передпосівного та післяпосівного обробітку під сою. У короткотривалій сівозміні, де культури швидко змінюють одна одну, соя була розміщена після озимої пшениці. Такий порядок був складовою частиною такої ротації: багаторічні трави – озима пшениця – соя – ячмінь із підсівом багаторічних трав.

Науковці з Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН та Поліського національного університету довели, що сівозміни з короткою ротацією можуть суттєво збільшити врожайність ячменю та пшениці. За їхніми даними, такі сівозміни дозволяють отримувати додатково 4–6 центнерів ячменю та 2,5–4 центнери пшениці з гектара. Ці результати особливо цікаві для великих господарств, які прагнуть підвищити свою продуктивність [6, с. 64–98].

Підготовка ґрунту під посіви сої – це комплекс заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Глибокий і розгалужений корінь сої забезпечує рослину водою та поживними речовинами, особливо в посушливі періоди. Обробка ґрунту має сприяти формуванню потужної кореневої системи [18, с. 459–462].

У фази зеленої стиглості стручків редьки олійної проводили дискування з наступною зяблевою оранкою на глибину 20–22 см. Такий глибокий обробіток сприяв знищенню бур'янів і накопиченню вологи. Передпосівний обробіток ґрунту передбачав знищення залишки бур'янів, вирівнювання поверхні поля та створення оптимальних умов для загортання насіння сої на необхідну глибину. Такий підхід забезпечив рівномірне проростання насіння та сприяв росту й розвитку на ранніх етапах онтогенезу [19, с. 222–226].

Для підготовки ґрунту перед посівом сої використовували сучасні комбіновані агрегати, як-от Європак, Комбінатор, АКШ-3,6, Компактор тощо. Ці машини дозволяють водночас виконувати кілька операцій, що значно прискорює процес і покращує якість обробки ґрунту [10, с. 119–120].

Сівбу сої проводили в оптимальні строки – на початку травня, за температури ґрунту 10–12 °С. Підживлення здійснювали у ключові фази розвитку культури: під час бутонізації, утворення бобів і наливання насіння [10, с. 112–113]. Щоб забезпечити дружнє проростання насіння сої й отримати здорові, рівномірні сходи, для захисту від шкідливих організмів проводили додаткову обробку насіння протруйником Максим XL 035 з розрахунку 1 літр на тону насіння, а також 0,5–1,0% розчином молібденовокислого амонію [10, с. 121–123; 18, с. 451–452].

Норма висіву становила 600 тисяч схожих насінин на гектар. Глибина загортання насіння – 3–4 сантиметри. Для цього використовувалася сівалка точного висіву Клен-4,2, яка забезпечила рівномірний розподіл насіння на заданій глибині. У фазу проростання (досходове) та після їх масової появи (післясходове боронування). Такий підхід дозволив знищити значну частину молодих рослин бур'янів, перешкоджав їхньому подальшому росту і розвитку.

Результати досліджень. Одним із важливих елементів формування структури врожаю є густота рослин, яка залежить від польової схожості та збереження за період вегетації [25].

Доведено, що бульбочкові бактерії позитивно впливають на схожість бобових культур. Інокульоване насіння бобових культур забезпечує високу польову схожість – 83%. Урожайність польових культур залежить від оптимальної густоти рослин перед збиранням і формування елементів структури врожаю (утворення суцвіть, кількості бобів, зерен у бобах, маси 1 000 шт. насіння). Від густоти рослин, площі листової поверхні залежить коефіцієнт корисної дії фотосинтезу.

Формування густоти рослин залежно від застосування ЕМ-препарату наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Формування густоти стеблестою залежно від позакореневого підживлення сої ЕМ-препаратом (середнє за 2023–2024 рр.)

	Варіант	Польова схожість, %	Густота перед збиранням, тис. шт./м ²	Вживаність, %
1	Біологічний контроль (далі – БК)	82	447	91
2	ЕМ-препарат, ВВСН код 13-19	83	468	94
3	ЕМ, ВВСН 49-59	83	468	94
4	ЕМ, ВВСН 60-69	83	478	96
5	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59	83	488	98
6	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	83	478	96

Польова схожість насіння сої незалежно від варіантів досліджень була невисокою і коливалася в межах 83%. Проведення позакореневого підживлення впродовж вегетаційного періоду росту та розвитку сої позитивно впливало на збереженість рослин. За оброблення рослин у фазі ВВСН код 13–19 (розвиток і формування листової поверхні) вживаність рослин становила 91%. За одноразового оброблення сої ЕМ-препаратом на етапі 13–19 і 49–59 збереженість рослин збільшилася на 3% щодо контрольного варіанту. У разі двократного позакореневого підживлення сої у фазі формування листя (13–19) та через 30 днів на етапі ВВСН 49-59 (закладання генеративних органів) до збирання залишилося 98%, що становить 488 тис. шт./га. За наступного підживлення у фазу цвітіння, у посушливий період, спостерігалось відмирання листової маси, що негативно впливало на опилання квіток, до збирання залишилося 96% рослин, кількість їх зменшилася на 10 тис. шт.

Фотосинтез, як основне джерело формування фітомаси рослин, у таких системах потужний чинник порівняно із природними угіддями. Агрофітоценозні процеси фотосинтезу виділяють в 1,5–2 рази більше кисню, навіть порівняно з лісовими угіддями.

Посів – фотосинтезуюча система, її потужність характеризується біотичними, абіотичними й агротехнічними елементами технології вирощування. Можна виділити такі чинники, як: площа листової поверхні, або індекс листової поверхні; чиста продуктивність (далі – ЧПФ); фотосинтетичний потенціал (далі – ФПП); фотосинтетична продуктивність посіву (далі – ФПП*ЧПФ); рівень поглинання фотосинтетичної радіації (далі – ФАР), червоних і довгих червоних променів, з довжиною хвиль 480–510 нм [14, с. 63].

Для зернобобових культур і сої оптимальним показником площі листової поверхні в період вегетації є 40–50 тис. м²/га.

Площу листової поверхні визначали методом висічок, які зважували на електронних вагах, обривали листя із проби рослин, взятої із площі 0,25 м², визначали їхню масу.

Площа листової поверхні у фазу ВВСН 49-59 – закладання генеративних органів і фазу цвітіння (ВВСН 60-69) – 43 тис. м²/га.

Відомо, що ЧПФ – це кількість сухої речовини, яка утворюється в результаті фотосинтезу на одиницю листової поверхні посіву за одиницю часу, цей показник визначається кількістю грамів сухої речовини, яка утворюється на 1 м² листків за добу [14]. У результаті проведених польових досліджень встановлено, що за позакоренево

Таблиця 4. Фотосинтетичний потенціал сої залежно від позакореневого підживлення ЕМ-препаратом (середнє за 2023–2024 рр.)

№	Варіант	Площа листкової поверхні, тис. м²/га		Фотосинтетичний потенціал млн м² днів/га	
		Цвітіння	Утворення бобів	Цвітіння	Утворення бобів
1	Біологічний контроль (БК)	35	38	1,8	1,9
2	ЕМ-препарат, ВВСН код 13-19	41	40	2,1	2,1
3	ЕМ-препарат, ВВСН 49-59	43	42	2,3	2,0
4	ЕМ – ВВСН 60-69	43	40	2,1	2,8
5	ЕМ – ВВСН: 13-19 + 49-59	44	45	2,2	3,0
6	ЕМ – ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	44	45	2,0	2,9

підживлення сої ЕМ-препаратом у фазу трійчастих листків продуктивність фотосинтезу становила 2,93 г/м² за добу, за наступного підживлення у фазу утворення бобів і цвітіння ЧПФ зростає на 0,29–0,67–1,93 г/м² за добу і коливається в межах 3,22–4,86 г/м² за добу.

Фотосинтетична активність і чиста продуктивність фотосинтезу безпосередньо пов'язані з розвитком бульбочкових бактерій, симбіотичним процесом фіксації атмосферного азоту (таблиця 5).

Таблиця 5. Симбіотична ефективність сої залежно від позакореневого підживлення ЕМ-препаратом (середнє за 2023–2024 рр.)

№	Варіант	Кількість бульбочок, шт.	Маса бульбочок	
			на рослині, г	кг/га
1	Біологічний контроль	24,4	0,34	115
2	ЕМ-препарат, ВВСН код 13-19	27,3	0,36	133
3	ЕМ, ВВСН 49-59	33,1	0,39	144
4	ЕМ, ВВСН 60-69	34,3	0,42	148
5	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59	34,8	0,48	156
6	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	34,8	0,48	158

Бульбочкові бактерії проникають через клітини корової паренхіми в коріння молодих рослин сої, де вони живуть і розмножуються. У перециклі починаються поділ і проростання паренхімної тканини, яка виступає з покривною тканиною у вигляді виростів, що називаються бульбочками. Бульбочкові бактерії мають власність фіксувати атмосферний азот, який розміщений у бульбочках і ґрунті [3, с. 63–66].

Перші бульбочки на її коренях з'являються протягом одного тижня після проростання, а через 10–14 днів вони вже можуть задовольняти рослини в азоті.

Фіксація азоту бульбочковими бактеріями та надходження його в рослину інтенсивно відбуваються у фазі ВВСН 60-69, формування бобів за температури повітря 24–25 °С. Схема біологізації азоту така: «ґрунт → насіння сої → інокуляція насіння расами бульбочкових бактерій → проникнення бактерій через кореневі волоски всередину коренів → поділ клітин і утворення бульбочок, фотосинтез у листках і забезпечення бактерій органічними сполуками, активізація ферментної системи азоту та водно-органічних сполук у реакції $N = HN = H_2N - NH_2 \rightarrow N_3H_3 \rightarrow$ використання рослинами для синтезу білка, жиру, вуглеводів, ферментів та інших сполук → перерозподіл їх органами рослин → переміщення в насіння → відмирання бульбочок → використання біологічного азоту наступними культурами» [3, с. 63–66].

За період проведення досліджень 2023–2024 рр. склалися несприятливі погодні умови, ГТК у період вегетації й особливо у фазу росту та розвитку ВВСН 49-59 та 60-69, показник коливався в межах 0,5–0,8.

Залежність накопичення біологічного азоту від позакореневого підживлення ЕМ-препаратом наведена в таблиці 6.

За вегетаційний період урожайність надземної фітомаси (солома, пожнивні та кореневі рештки) становить 4,99 т/га. Позакореневе підживлення сої ЕМ-препаратом у фазу ВВСН 13-19 та 49-59 сприяє приросту побічної продукції на 2,10–2,81 т/га (таблиця 6).

Активний симбіоз кореневої системи сої та розвиток бульбочкових бактерій сприяють активному їхньому розвитку та накопиченню атмосферного азоту. Якщо на контрольному варіанті надійшло 115 кг/га азоту, за проведення позакореневого підживлення сої у фазі ВВСН 13-19 приріст його збільшується на 29,1 кг/га. За оброблення рослин у період вегетації, у критичні періоди поглинання елементів живлення, фази розвитку листкової поверхні, закладання генеративних органів і цвітіння накопичення біологічного азоту збільшується на 66,7–76,7 кг/га.

Несприятливі екстремальні умови вегетаційного періоду 2024 р. негативно впливали на фотосинтетичну активність і засвоєння азоту атмосфери, фаза утворення і дозрівання бобів ВВСН 70-80.

Тому врожайність сої в посушливих умовах 2024 р. була низькою і становила лише 2,3 т/га на ранніх варіантах проведення позакореневого підживлення. Приріст урожаю 0,4–0,8 т/га пояснюється проведенням

Таблиця 6. Формування біологічного азоту залежно від строків проведення позакореневого підживлення ЕМ-препаратом (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіант	Побічна продукція, т/га	Перерахунок на стандартну вологу, т/га				Формування азоту, кг/га		
		солома	стерильні та кореневі рештки	усього		побічна продукція	симбіотичний азот	усього
1	Біологічний контроль	3,0	1,99	4,99	4,19	50,3	115	165,3
2	ЕМ-препарат, ВВСН код 13-19	3,6	2,50	6,10	5,12	61,4	133	194,4
3	ЕМ – ВВСН 49-59	3,6	2,50	6,10	5,12	61,4	144	205,4
4	ЕМ – ВВСН 60-69	4,0	3,90	7,90	6,60	79,2	148	227,4
5	ЕМ – ВВСН: 13-19 + 49-59	4,3	3,20	7,50	6,30	76,0	156	232,0
6	ЕМ – ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	4,7	3,60	8,30	7,00	84,0	158	242,0

позакореневого підживлення до фази цвітіння, тобто у фазу росту та розвитку листя та в період формування генеративних органів (червень) за належної зволоженості ґрунту та його оптимальної температури.

Результатами проведення досліджень встановлено, що в середньому за 2023–2024 рр. приріст урожайності сої отримано завдяки проведенню позакореневого підживлення ЕМ-препаратом, він становить 0,11–0,35–0,42–0,55–0,70 т/га, залежно від строків проведення позакореневого підживлення (рис. 1).

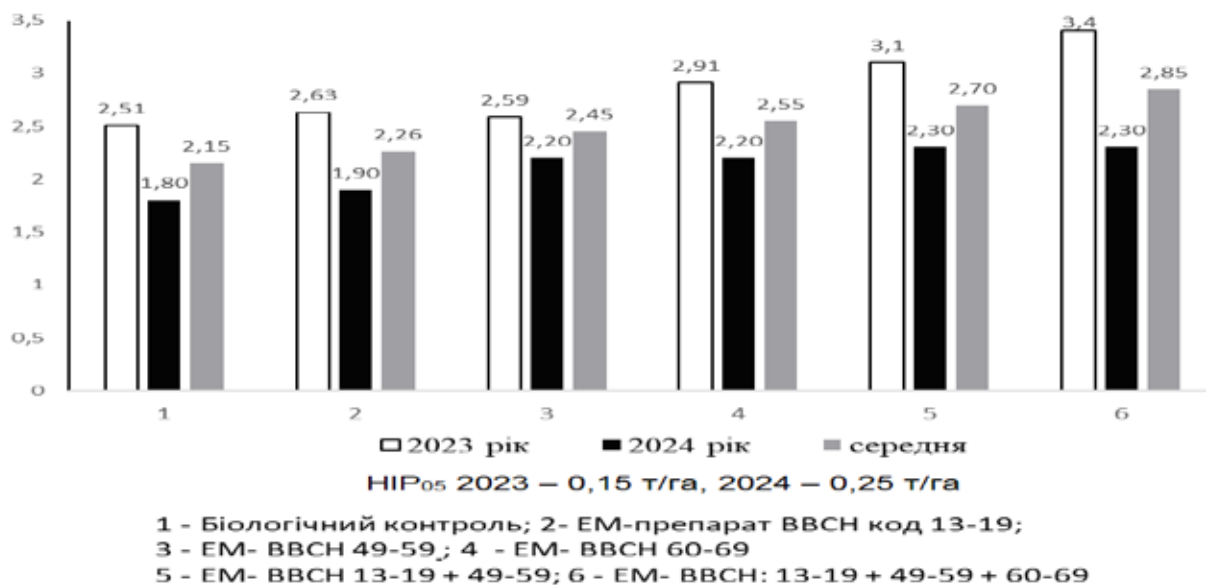
Основою ефективності ЕМ-препаратів є взаємодія різних груп мікроорганізмів, що входять до їхнього складу, фотосинтезуючі бактерії, як сонячні батареї, забезпечують енергією весь мікробний комплекс, синтезують органічні речовини. Молочнокислі бактерії за допомогою цих речовин створюють кисле середовище, яке пригнічує розвиток патогенних мікроорганізмів і шкідників, а також сприяє розкладанню складних органічних сполук, робить поживні речовини доступними для рослин.

Азотфіксуючі бактерії виконують незамінну роль у природному кругообігу азоту. Вони активізують інертний атмосферний азот, перетворюють його на доступні для рослин сполуки. Отже, бактерії збагачують ґрунт поживними речовинами, сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Дріжджі є справжньою біофабрикою, яка синтезує велику кількість біологічно активних речовин. За допомогою амінокислот і цукрів, що виробляються фотосинтезуючими бактеріями та корінням рослин, дріжджі створюють сприятливе середовище для розвитку інших корисних мікроорганізмів.

Актиноміцети – це справжні захисники ґрунту. Вони продукують різноманітні антибіотики, які ефективно пригнічують ріст патогенних грибів і бактерій. Завдяки цій здатності актиноміцети сприяють збереженню здоров'я рослин і підвищенню стійкості екосистем до хвороб.

Гриби родів *Aspergillus* і *Penicillium* активно розщеплюють складні органічні сполуки, перетворюють їх на прості, доступні для інших мікроорганізмів. Окрім того, ці гриби продукують цінні речовини, як-от етиловий

**Рис. 1. Урожайність сої залежно від ЕМ-препарату, т/га**

спирт, ефіри й антибіотики. Завдяки своїм властивостям гриби цих родів сприяють збереженню родючості ґрунтів і захисту рослин від шкідників.

З даних таблиці 5 видно, що в умовах 2023 р. врожайність сої загалом по досліді становила 3,4 т/га і була вищою порівняно з екстремальними умовами 2024 р. на 0,66 т/га. Проведення позакореневого підживлення ЕМ-препаратом у фазу цвітіння сої сприяло приросту врожаю (0,59–0,89 т/га), в основному завдяки розвитку бульбочкових бактерій, накопиченню симбіотичного азоту повітря та синтезу корисних речовин, що підвищують процеси фотосинтезу та поглинання теплової енергії ґрунту, синтезовані речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри і сприяють росту та розвитку рослин сої. Бактерії виробляють молочну кислоту з органічних речовин. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який пригнічує шкідливі мікроорганізми та прискорює їх розкладання.

Актиноміцети виробляють антибіотичні речовини, які уповільнюють ріст шкідливих грибів і бактерій. Ферментувальні гриби швидко розкладають органічні речовини, виробляють етиловий спирт, ефіри й антибіотики. Вони знищують шкідливі комахи та личинки.

Соя друга культура за вмістом білка після люпину. Соева олія засвоюється на 98%. Соева олія містить усі чотири ізомери токоферолу, що знижує ризики захворювання на хворобу Альцгеймера і хворобу Паркінсона. Покращує функції печінки, серця та судин, сприяє розвитку функції пам'яті. Соева олія почала широко застосовуватись для виробництва біодизелю. Соеві продукти застосовуються для лікування таких захворювань: онкології, остеопорозу, серцево-судинних тощо.

Таблиця 7. Показники якості сої залежно від ЕМ-препаратів (середнє за 2023–2024 рр.)

	Показники якості	Макростадії за класифікацією Zadoks			
		ВВСН, коди			
		13-19	49-59	60-69	13-19 49-59 60-69
1	Вміст білка, %	35,01	35,22	36,61	36,43
2	Вміст олії, %	21,56	22,12	22,28	23,11
3	Волога, %	9,40	8,81	10,08	9,97

З даних таблиці 7 видно, що вміст білка й олії збільшується залежно від строків проведення позакореневого підживлення сої. У разі проведення підживлення у фазі формування фотосинтетичної листкової поверхні (код 13-19) вміст білка й олії відповідно становить 35,0 та 23,11%. За позакореневого підживлення у фазу закладання генеративних органів (код 49-59) і у фазу цвітіння (код 60-69) спостерігається підвищення білка на 0,21–1,6%, олії – 0,56–0,72–1,55%. Валове виробництво білка становить 90 т/га, олії – 5,7 т/га.

Висновки. У результаті проведення досліджень можна зробити такі висновки:

1. За двократного позакореневого підживлення сої у фазі формування листя (13–19) та через 30 днів на етапі ВВСН 49-59 (закладання генеративних органів) до збирання залишилося 98%, що становить 488 тис. шт./га.
2. Проведення позакореневого підживлення ЕМ-препаратом упродовж вегетаційного періоду повертає у ґрунт 8,3 т органічної речовини, що еквівалентно 84 кг азоту.
3. Загальна кількість біологічного азоту на варіанті триразового підживлення сої ЕМ-препаратом забезпечує надходження 242 кг/га, частка симбіотичного азоту становить 158 кг.

Список використаних джерел

1. Овчарук О.В., Хомина В.Я., Каленська С.М. Агроекологічні особливості вирощування сої. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, 15 травня 2018 р. Кам'янець-Подільський : Подільський держ. аграрно-технічний ун-т, 2018. С. 134–136.
2. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої : монографія. Київ : Урожай, 1993. 428 с.
4. Бабич А.О., Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 108–112.
5. Бабич-Побережна А.А., Побережний М.С. Соя і соєві продукти на світовому ринку. *Посібник українського хлібо-роба*. 2013. Т. 2. С. 101–104.
6. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник / В.Д. Паламарчук та ін. Вінниця, 2013. 724 с.
7. Бобові. Запрошуй та зростає / БАСФ. Київ, 2021. 81 с.
8. Дідора В.Г., Деробон І.Ю., Бондар О.Є., Власюк М.В. Вплив елементів органічної технології вирощування на продуктивність сої. *Наукові горизонти*. 2018. Т. 21. № 7/8 (70). С. 36–41.
9. Іжик Н.К. Польова схожість насіння: біологія, екологія, агротехніка. Київ : Урожай, 1976. 197 с.
10. Дідора В.Г. Соя в Поліссі України : монографія. Житомир, 2020. 148 с.
11. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 23–29.

12. Дідора В.Г., Бондар О.Є., Власюк М.В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти*. 2019. № 1 (74). С. 33–43.
13. Дідора В.Г. Фактори підвищення родючості за визначення елементів технології вирощування сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 1 (53). С. 132–140.
14. Дідора В.Г. Агроекологічне обґрунтування технології вирощування льону-довгунцю. Житомир : Льонок, 2003. 272 с.
15. Дідора В.Г., Ключевич М.М. Технічні культури : підручник. 2-е вид., доп. Житомир : Поліський нац. університет, 2024. 462 с.
16. Колісник С.І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 41–48.
17. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. Вип. 11. 81 с.
18. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник / В.А. Мазур а ін. Вінниця : Друк, 2017. 587 с.
19. Оптимізація основних елементів технології вирощування сої : навчальний посібник / за ред. В.В. Кириченка. Харків, 2019. 398 с.
20. Головатюк С.О., Ситар О.В., Таран Н.Ю., Каленська С.М. Продуктивність і якість насіння сої за різних умов азотного живлення. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 1. С. 17–20.
21. Соя: культура унікальних можливостей / В.Ф. Петриченко та ін. Київ : Юнівест-Медіа, 2016. 224 с.
22. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / С.М. Каленська та ін. Вінниця, 2015. 413 с.
23. Іванюк С.В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 34–40.
24. Didora V., Kluchevych M. Soybean productivity depending on the elements of organic cultivation technology in the short-term crop rotation of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24. № 2. P. 77–84.
25. Особливості ефективного позакореневого підживлення сої на практиці. *Quantum : вебсайт компанії*. URL: <https://quantum.ua/ua/statti/osoblivosti-efektivnogo-pozakoreneвого-pidzivlennya-soyi-na-praktici>.
26. Соя РЖТ Сірелія від РАЖТ 2н. *SuperAgronom.com*. URL: <https://superagronom.com/nasinnya-soya/rzht-sireliya-id20585>.

Didora V. G.

*Doctor of Agricultural Sciences,
Professor at the Department of Technologies in Crop Production,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine*

E-mail: viktordidora33@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9105-4802

Derebon I. Yu.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Technologies in Crop Production,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine*

E-mail: derebon66@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6139-6286

Stotska S. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Technologies in Crop Production,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine*

E-mail: olegst1999@meta.ua

ORCID: 0000-0003-0751-7996

PRODUCTIVITY OF SOYBEANS IN POLISSYA CONDITIONS DEPENDING ON EM-PREPARATIONS

Abstract

Soil fertility decline occurs due to intensive degradation, reclamation disorder, and pollution caused by unbalanced application of mineral fertilizers and pesticides. The amount of organic fertilizers has sharply decreased from 10 t/ha in 1900 to 0,5 t/ha in 2025. Soil fertility also declines due to soil compaction, which significantly delays the growth and development of the root system.

The application of organic materials – such as by-products, crop residues, straw, green manure, and other plant-based products – activates soil microbiota, positively affecting soil fertility restoration.

It has been proven that biofertilizers, nitrogen, phosphorus, biostimulants, biofungicides, bioinsecticides, and other cellulose-degrading agents containing a range of cellulytic enzymes promote the mineralization of organic residues.

This study focuses on the impact of effective microorganisms (EM preparations) on soybean productivity and soil fertility restoration. Foliar application at the BBCH growth stages 13-19 and 49-59 contributes to plant preservation at 98%, ensuring a plant density of 488 000 plants/ha. The optimal leaf area ranges from 44 000 to 45 000 m²/ha, while photosynthetic productivity at the pod formation phase reaches 3 million m²-days/ha, ensuring a net photosynthetic productivity of 3,22–4,86 g/m² per day. This promotes the active formation of root nodule bacteria, with their mass at BBCH stages 13-19 + 49-59 + 60-69 ranging from 156 to 158 kg/ha.

The active symbiosis of soybean photosynthesis and nodule bacteria development facilitates the accumulation of organic matter and total biological nitrogen at 242 kg/ha, equivalent to 7 centners of ammonium nitrate, ensuring a soybean yield of 3,3–3,4 t/ha. The use of EM preparations enhances protein and oil content, improves soil fertility, and reduces the need for mineral fertilizers, making EM technology a promising approach for ecological crop production.

Key words: soybean, EM-preparations, inoculation, stages of organogenesis, symbiotic nitrogen, foliar feeding, photosynthesis, soil fertility, yield, protein, oil.

References

1. Ovcharuk, O.V., Khomina, V.Ya., & Kalenska, S.M. (2018). Ahroekolohichni osoblyvosti vyroshchuvannya soi [Agroecological features of soybean cultivation]. *Innovatsiini tekhnologii v roslinnytvi: materialy Vseukr. nauk. internet-konf. – Innovative technologies in crop production: materials of the All-Ukrainian scientific online conference.* (pp. 134–136). Kamianets-Podilskyi: Podilskyi derzh. aharno-tekhnichniy un-t [in Ukrainian].
2. Babych, A.O., & Babych-Poberezhna, A.A. (2010). Soievyi poias i rozmishchennia vyrobnytstva sortiv soi v Ukraini [Soybean belt and location of soybean varieties production in Ukraine]. *Propozytsiia – Offer*, 4, 52–56 [in Ukrainian].
3. Babych, A.O. (1993). *Suchasne vyrobnytstvo i vykorystannia soi [Modern production and use of soybeans]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
4. Babych, A.O., Moldovan, V.H., & Moldovan, Zh.A. (2011). Stan ta perspektyvy vyroshchuvannya soi v umovakh Volyno-Podilskoho Lisostepu [Status and prospects of soybean cultivation in the Volyn-Podilskyi Forest-Steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*, 69, 108–112 [in Ukrainian].
5. Babych-Poberezhna, A.A., & Poberezhnyi, M.S. (2013). Soia i soievi produkty na svitovomu rynku [Soybeans and soy products on the world market]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba – Ukrainian farmer's guide*, 2, 101–104 [in Ukrainian].
6. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Kalenska, S.M., & Yermakova, L.M. (2013). *Biologhiia ta ekolohiia silskohospodarskykh roslin [Biology and ecology of agricultural plants]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
7. BASF (2021). *Bobovi. Zaproshtui ta zrostai [Beans. Invite and grow]*. Kyiv [in Ukrainian].
8. Didora, V.H., Derebon, I.Yu., Bondar, O.Ye., & Vlasiuk, M.V. (2018). Vplyv elementiv orhanichnoi tekhnologii vyroshchuvannya na produktyvnist soi [The influence of elements of organic growing technology on soybean productivity]. *Naukovi horyzonty – Scientific horizons*, 21 (7/8), 36–41 [in Ukrainian].
9. Izhyk, N.K. (1976). *Polova skhozhist nasinnia: biologhiia, ekolohiia, ahrotekhnika [Field seed germination: biology, ecology, agricultural technology]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
10. Didora, V.H. (2020). *Soia v Polissi Ukrainy [Soybean in Polissya, Ukraine]*. Zhytomyr [in Ukrainian].
11. Didora, V.H. (2018). Symbiotychna produktyvnist soi zalezno vid inokuliatsii nasinnia ta udobrennia [Symbiotic productivity of soybeans depending on seed inoculation and fertilization]. *Naukovi horyzonty – Scientific horizons*, 1 (64), 23–29 [in Ukrainian].
12. Didora, V.H., Bondar, O.Ye., & Vlasuk, M.V. (2019). Produktyvnist soi zalezno vid biologichnykh preparativ ta mineralnykh dobyv u Polissi Ukrainy [Soybean productivity depending on biological preparations and mineral fertilizers in Polissya, Ukraine]. *Naukovi horyzonty – Scientific horizons*, 1 (74), 33–43 [in Ukrainian].
13. Didora, V.H. (2016). Faktory pidvyshchennia rodiuchosti za vyznachennia elementiv tekhnologii vyroshchuvannya soi [Factors for increasing fertility by determining the elements of soybean growing technology]. *Visnyk ZhNAEU – Bulletin of ZhNAEU*, 1 (53), 132–140 [in Ukrainian].
14. Didora, V.H. (2003). *Ahroekolohichne obgruntuvannia tekhnologii vyroshchuvannya lonu-dovhuntsiu [Agroecological justification of the technology of growing long flax]*. Zhytomyr: Lonok [in Ukrainian].
15. Didora, V.H., & Kliuchevych, M.M. (2024). *Tekhnichni kultury [Industrial crops]* (2nd edition, supplemented). Zhytomyr: Poliskyi nats. universytet [in Ukrainian].
16. Kolisnyk, S.I. (2012). Osnovni tekhnolohichni pryomy vyroshchuvannya soi na nasinnia [Basic technological methods of growing soybeans for seeds]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*, 71, 41–48 [in Ukrainian].
17. Volkodav, V.V. (Eds.). (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]*. Kyiv, Vyp. 11 [in Ukrainian].
18. Mazur, V.A., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., & Palamarchuk, O.D. (2017). Novitni ahrotekhnologii u roslinnytvi [The latest agricultural technologies in crop production]. Vinnytsia: Druk [in Ukrainian].
19. Kyrychenko, V.V. (Eds.). (2019). *Optymizatsiia osnovnykh elementiv tekhnologii vyroshchuvannya soi [Optimization of the main elements of soybean growing technology]*. Kharkiv [in Ukrainian].
20. Holovatiuk, S.O., Sytar, O.V., Taran, N.Yu., & Kalenska, S.M. (2008). Produktyvnist i yakist nasinnia soi za riznykh umov azotnoho zhyvlennia [Productivity and quality of soybean seeds under different nitrogen nutrition conditions]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1, 17–20 [in Ukrainian].

-
21. Petrychenko, V.F., Lykhochvor, V.V., Markov, V.L., Lysikova, V.P., & Zharkova, O.Yu. (2016). *Soia: kultura unikalnykh mozhlyvostei* [Soybean: a crop of unique opportunities]. Kyiv: Yunivest Media [in Ukrainian].
22. Kalenska, S.M., Yermakova, L.M., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., & Polishchuk, M.I. (2015). *Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnolohii u roslynnytstvi* [Systems of modern intensive technologies in crop production]. Vinnytsia [in Ukrainian].
23. Ivaniuk, S.V. (2012). Formuvannia sortovykh resursiv soi vidpovidno do bioklimatynoho potentsialu rehionu vyroshchuvannia [Formation of soybean varietal resources in accordance with the bioclimatic potential of the growing region]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*, 71, 34–40 [in Ukrainian].
24. Didora, V., & Kluchevych, M. (2021). Soybean productivity depending on the elements of organic cultivation technology in the short-term crop rotation of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*, 24 (2), 77–84.
25. Sait kompanii Quantum. Osoblyvosti efektyvnoho pozakorenevoho pidzhyvlennia soi na praktytsi [Quantum company website. Features of effective foliar fertilization of soybeans in practice]. <https://quantum.ua/ua/statti/osoblivosti-efektivnogo-pozakorenevo-pidzivilennya-soyi-na-praktici>. Retrieved from <https://quantum.ua/ua/statti/osoblivosti-efektivnogo-pozakorenevo-pidzivilennya-soyi-na-praktici> [in Ukrainian].
26. Sait kompanii SuperAgronom.com. Soia RZhT Sireliia vid RAZhT 2n. [Company website SuperAgronom.com. Soybean RZHT Sirelia from RAZHT 2n.]. Retrieved from <https://superagronom.com/nasinnya-soya/rzht-sireliya-id20585> [in Ukrainian].

УДК 633.655.631.8.631.531

Козирський Д. В.

доктор філософії,

асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: dimakozurskiy@gmail.com

ORCID: 0000-0001-5190-4307

Сидорак І. Я.

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти –

доктор філософії кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: sydorak@gmail.com

ORCID: 0009-0007-5161-1812

Григор'єв В. М.

кандидат сільськогосподарських наук,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: grygoriyev@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8567-5466

Коруняк О. П.

кандидат сільськогосподарських наук,

асистент кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: korunyak.dekan.agro@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0166-5103

Трач І. В.

асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: trach.ivan.v@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8005-855X

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД МІКРОДОБРИВ ТА ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ

Анотація

У статті викладено результати впливу мікродобрив за листового підживлення фунгіцидів і за обприскування ними рослин на продуктивність сортів сої.

Дослідженнями встановлено, що основними хворобами листового апарату сої в період вегетації були пероноспороз (збудник *Perozpora manshurica* (Naum)) і септоріоз (*Septoria glycyines*). Серед досліджуваних сортів стійких до враження пероноспорозом і септоріозом не виявлено. Розвиток пероноспорозу (фаза BBCH 69) був у межах 17,4–20,3%, септоріозу – 12,8–14,3%.

За підживлення мікродобривом Фульвогумін спостерігалось незначне зниження розвитку пероноспорозу завдяки кращому розвитку рослин. Фунгіциди привели до обмеження розвитку основних хвороб листя сої. Ефективність дії фунгіциду Альєтт®, 1,7 л/га, за внесення у фазі BBCH 51, та Пропульс®, 1,0 л/га, у фазі BBCH 61, проти пероноспорозу була в межах 66,1–72,7%, проти септоріозу – 82,5–85,6%.

За сумісного застосування мікродобрив і фунгіцидів спостерігався синергетичний ефект, що проявився у зменшенні інтенсивності розвитку пероноспорозу на 3,6–3,9%, септоріозу – на 1,6–3,8%.

Серед досліджуваних сортів найменшою врожайністю була в сорту Самородок – 3,41 т/га, а найвищою в сорту Азимут – 3,88 т/га, у сортів Рогізнянка, Тріада – 3,41 та 3,52 т/га відповідно.

За дворазового листового підживлення препаратом Фульвогумін ми отримали прибавку в урожайності в межах 0,18–0,37 т/га порівняно з базовим варіантом удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$. Система фунгіцидного захисту була ефективною та сприяла формуванню на 0,23–0,45 т/га зерна більше, ніж на варіантах без унесення. Листкове удобрення Фульвогуміном у поєднанні з фунгіцидним захистом забезпечило більшу реалізацію потенціалу продуктивності сортів сої, ніж застосування даних елементів технології окремо. Прибавка врожайності в сорту Самородок становила 0,35 т/га, Рогізнянка та Тріада – 0,43 та 0,41 т/га, у сорту Азимут – 0,65 т/га.

Ключові слова: соя, сорти, мікродобрива, фунгіциди, ефективність дії, урожайність.

Вступ. Соя (*Glycine max* (L) Merrill) в умовах України охоплює найбільші площі посівів серед зернобобових культур, що становили в умовах 2023 р. 1 842 тис. га, у 2024 р. – 2 032 тис. га, що майже на 200 тис. га більше. У Західному регіоні за останні роки вони суттєво зросли і становлять на Хмельниччині 192 тис. га, Тернопільщині – 148 тис. га, Львівщині – 112 тис. га [9]. Проте з погляду агрономічної ефективності вирощування врожайність культури загалом по Україні перебуває на низькому рівні, в умовах 2023 р. вона була 2,59 т/га, у 2024 р. – 2,3 т/га.

Правильний вибір сорту сої, що вирощується в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, є найбільш доступний виробництву агрозахід отримання максимальної врожайності [8; 16]. Для найбільш повного використання потенціалу сучасних інтенсивних сортів сої потрібно вдосконалювати елементи технології вирощування [4–6].

Зростання площ посівів сої призводить до погіршення фітосанітарного стану агроценозу культури, зокрема й через розвиток хвороб. Окрім того, недотримання вимог зональної технології вирощування, а також несприятливі гідротермічні умови в період вегетації спричиняють масове їх поширення. Залежно від інтенсивності розвитку хвороб недобір урожаю культури може сягати 20–40%, а в роки епіфітотій – 50–60% і більше [2; 13].

Серед хвороб сої в Україні систематично виявляють більше двадцяти. Найбільш часто трапляються ті, що спричинені патогенними грибами, меншою мірою бактеріального та вірусного походження. Серед грибних хвороб найбільше поширені: фузаріозне в'янення, септоріоз, аскохітоз, антракноз, пероноспороз, церкоспороз, склеротиніоз, альтернаріоз [7; 19]. Установлено, що в умовах належного зволоження домінують такі: фузаріоз (фузаріозне в'янення, фузаріозна гниль) – збудником є гриби роду *Fusarium*, септоріоз – *Septoria glycines* Hemmi., пероноспороз – *Peronospora manshurica* (Naum) Syd. Меншою поширеністю відзначалися альтернаріоз, збудник – гриб *Alternaria tenuis* Nees, аскохітоз (*Ascochyta sojaecola* Abr.), іноді траплялися вірусні, бактеріальні захворювання [10; 20].

Листкове підживлення мікродобривами – чинник, що може бути застосований у технології вирощування культури для підтримки та стимулювання фізіологічних процесів розвитку сої, особливо у критичні фази вегетації рослин сої, коли вона особливо чутлива до нестачі елементів живлення (фаза 4–6 листків, бутонізації та формування бобів) [3; 11; 15].

Формування посівів з оптимально розвиненим листовим апаратом є одним із головних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу, що є важливою передумовою накопичення гарної біомаси та власне утворення високих урожаїв. Тому всі елементи технології вирощування сої мають бути спрямовані на забезпечення сприятливих умов для кращого функціонування фотосинтетичного апарату та підвищення коефіцієнта використання рослиною сонячної енергії [1; 17; 18]. Мікродобрива за листового підживлення в найшвидші терміни проникають у рослини, впливають на збільшення площі листової поверхні рослин і тривалість періоду вегетації сої. Фунгіциди, за обприскування ними рослин, обмежують розвиток патогенних збудників хвороб листя, запобігають утворенню некротичних плям, що приводить до підвищення індексу листової поверхні (особливо у другій половині вегетації) та збільшення маси листя. За сумісного застосування мікродобрив і фунгіцидів створюються кращі умови для збільшення площі асиміляційного апарату порівняно із внесенням їх окремо [12].

Мета роботи полягала у визначенні впливу мікродобрив за листового підживлення та фунгіцидів за обприскування на продуктивність сортів сої.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. в умовах ТзОВ «Козацька долина 2006» (південна частина Західного Лісостепу України). Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, малогумусний на карбонатних лесовидних суглинках, середньосуглинковий. У шарі ґрунту 0–30 см міститься 120 мг/кг сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом), рухомого фосфору (за Чіріковим) – 105 мг/кг, 168 мг/кг обмінного калію (за Чіріковим), сума ввібраних основ – 212 мг-екв./кг ґрунту, рН – 6,7, об'ємна маса – 1,39 г/см³, загальна шпаруватість – 49%, щільність твердої фази – 2,58 г/см³, повна вологість – 72 мм. Погодні умови в роки проведення досліджень дещо відрізнялись за температурним режимом, кількістю та розподілом опадів протягом вегетації, проте були сприятливими для росту й розвитку сої.

Польовий дослід закладали за схемою: фактор А – сорти сої: Самородок, Тріада, Рогізнянка, Азимут, фактор В – листове підживлення рослин: 1) без підживлення, 2) дворазове підживлення мікродобривом Фульвогумін; 3) фактор С – обприскування фунгіцидами: 1) без фунгіцидів (водою); 2) дворазове внесення (1. Альєт® 80 WP, ЗП (фосетил алюмінію, 800 г/кг); 2. Пропульс® (флуопірам, 125 г/л, + протіокназол, 125 г/л)).

Загальна площа дослідної ділянки – 35 м², облікової – 30 м². Повторність – триразова. Норма висіву досліджуваних сортів сої – 700 тис. схожих насінин/га.

Технологія вирощування сої загальноприйнята для зони Лісостепу. Листкове підживлення рослин мікродобривом Фульвогумін проводили двічі у фазі BBCH 51 – 1,25 л/га, BBCH 61 – 1,0 л/га. Обприскування фунгіцидом Альетт® – 1,7 л/га у фазі BBCH 51, Пропульс® – 1,0 л/га у фазі BBCH 61.

Обліки враження рослин хворобами листя проводили у фазі BBCH 69. Розвиток хвороб визначали за загальноприйнятими шкалами обліку. Ефективність дії фунгіцидів визначали щодо контрольного варіанту (без унесення) [14].

Збирання врожаю проводили суцільно-подільно за допомогою селекційного комбайна. Зібране зерно очищували та зважували, приводили до стандартної вологості та перераховували на гектарну площу.

Статистичний аналіз проводили методом визначення дисперсії з використанням програми Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідженнями встановлено, що основними хворобами листового апарату сої в період вегетації були пероноспороз (збудник *Peronospora manshurica* (Naum)) і септоріоз (*Septoria glycines*). Поширеність церкоспорозу (*Cercospora soja*), аскохітозу (*Ascochyta sojaecola* Abr.), фузаріозу (*Fusarium spp.*), бактеріальних і вірусних хвороб упродовж досліджуваних років була значно меншою.

Варто відмітити, що у 2023–2024 рр. склались сприятливі умови як для розвитку рослин сої, так і для поширення та розвитку хвороб. Зокрема, середньодобова температура повітря в червні – серпні була вище середньобагаторічної норми на 0,6–2,3 °С. Водночас спостерігалось випадання достатньої кількості опадів, а в липні 2024 р. кількість опадів перевищила 100 мм.

Найбільший розвиток пероноспорозу на листках сої спостерігався на контрольних варіантах, у фазі BBCH 69 у сорту Самородок становив 20,3%, Рогізнянка – 19,6%, Тріада – 17,4%, Азимут – 18,6%. Дворазове листкове підживлення мікродобривом Фульвогумін дозволило незначною мірою знизити розвиток хвороби, проте він залишався на досить високому рівні в сортів Самородок – 18,6%, Рогізнянка – 16,7%, Тріада – 14,9 %, Азимут – 16,4%. Зниження розвитку хвороби в даних варіантах можна пояснити кращим ростом і розвитком рослин, що підвищило здатність останніх протидіяти облігатному збуднику (табл. 1).

Таблиця 1. Ефективність застосування фунгіцидів проти хвороб листя сортів сої, 2023–2024 рр.

Сорт, фактор А	Листкове Підживлення, фактор В	Фунгіцид, фактор С	Пероноспороз		Септоріоз	
			Розвиток хвороби, %	Ефективність дії фунгіциду, %	Розвиток хвороби, %	Ефективність дії фунгіциду, %
Самородок	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	20,3		13,7	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	6,3	69,0	2,6	81,0
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	18,6	8,4	10,0	34,3
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	5,6	72,4	2,2	83,9
Рогізнянка	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	19,6		14,3	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	5,3	71,5	2,8	80,4
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	16,7	10,2	10,8	24,5
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	4,4	76,3	2,5	82,5
Тріада	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	17,4		12,8	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	5,9	66,1	2,9	77,3
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	14,9	14,4	8,9	30,5
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	5,1	70,7	2,7	78,9
Азимут	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	19,4		13,2	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	5,3	72,7	2,4	81,8
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	16,4	15,5	9,6	27,3
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	5,0	74,2	1,9	85,6

Застосування системи фунгіцидного захисту на ділянках сорту Самородок привело до зменшення інтенсивності розвитку пероноспорозу (фаза BBCH 69) до 6,3% (ефективність дії – 69%), сорту Рогізнянка – до 5,3% (71,5 %), сортів Тріада й Азимут – 5,9 та 5,3% відповідно, за ефективності дії 66,1 та 72,7%.

Розвиток септоріозу листя на період обліку (фаза ВВСН 69) у досліджуваних сортів був у межах 12,8–14,3%. Сорт Тріада уражувався меншою мірою – розвиток 12,8%, а сорт Рогізнянка мав найменшу стійкість до хвороби – 14,3%.

Ефективність дії фунгіцидів проти септоріозу листя становила залежно від досліджуваного сорту 77,0–81,8%, а за сумісного застосування з мікродобривом Фульвогумін зростала на 1,6–3,8%. За сумісного застосування мікродобрив і фунгіцидів спостерігався синергетичний ефект, що проявився у зменшенні інтенсивності розвитку пероноспорозу на 3,6–3,9%.

Нами проведено облік урожайності досліджуваних сортів сої залежно від листового підживлення та фунгіцидного захисту. У 2023 р. склались кращі умови для реалізації біологічного потенціалу сортів сої, ніж у 2024 р. Так, середня врожайність в сорту Самородок у 2023 р. становила 3,28 т/га, тоді як у 2024 р. – 3,12 т/га, сорту Рогізнянка – 3,48 проти 3,35 т/га, у сортів Тріада й Азимут – 3,64 проти 3,42 т/га і 3,8 та 3,55 т/га відповідно (табл. 2).

У середньому за роки досліджень найменшою була врожайність у сорту Самородок – 3,41 т/га, а найвищою в сорту Азимут – 3,88 т/га, у сортів Рогізнянка, Тріада становила 3,41 та 3,52 т/га відповідно.

Від впливу інших чинників також суттєво залежала врожайність сої. Так, за дворазового листового підживлення препаратом Фульвогумін ми отримали прибавку в урожайності в межах 0,18–0,37 т/га порівняно з базовим варіантом удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$. Система фунгіцидного захисту, що передбачала обприскування препаратами Альетт®, 1,7 л/га, у фазі ВВСН 51, Пропульс®, 1,0 л/га, у фазі ВВСН 61, була ефективною та сприяла формуванню на 0,23–0,45 т/га зерна більше, ніж на варіантах без унесення.

Листкове удобрення Фульвогуміном у поєднанні з фунгіцидним захистом сої позначилось на формуванні високого рівня продуктивності. Усі без винятку сорти сої підвищували рівень урожайності на цих варіантах. Так, урожайність у сорту Самородок становила 3,36 т/га, у сорту Рогізнянка – 3,52 т/га, а кращі за роки досліджень показники врожайності ми визначили в таких сортах сої: Азимут (3,59 т/га), Тріада (3,84 т/га).

Таблиця 2. Урожайність сортів сої залежно від листового підживлення та фунгіцидного захисту рослин (середнє за 2023–2024 рр.)

Сорт, фактор А	Листкове підживлення, фактор В	Фунгіцид, фактор С	Урожайність, т/га			
			2023 р.	2024 р.	середнє	±d
Самородок	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	3,17	2,85	3,01	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,31	3,17	3,24	0,23
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	3,23	3,15	3,19	0,18
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,42	3,3	3,36	0,35
Рогізнянка	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	3,3	3,12	3,21	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,49	3,39	3,44	0,23
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	3,42	3,3	3,36	0,15
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,71	3,57	3,64	0,43
Тріада	Без унесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	3,39	3,21	3,3	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,72	3,44	3,58	0,28
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	3,59	3,45	3,52	0,22
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,84	3,58	3,71	0,41
Азимут	Без внесення мікродобрив	Контроль – без фунгіцидів	3,4	3,22	3,31	
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	3,89	3,63	3,76	0,45
	Фульвогумін	Контроль – без фунгіцидів	3,77	3,59	3,68	0,37
		Альетт®, 1,7 л/га Пропульс®, 1,0 л/га	4,15	3,77	3,96	0,65
НІР ₀₅					А – 0,17; В – 0,11; С – 0,19; АВ – 0,2; AC – 0,2; BC – 0,23; ABC – 0,23.	

Після проведеного аналізу закономірностей впливу чинників досліду на врожайність сої зазначимо, що на врожайність впливали всі чинники досліду, частка впливу фактора сорт – 20%, листового підживлення – 14%, системи фунгіцидного захисту – 17%, також значний вплив мали погодні умови вегетаційних періодів – 24%. Отже, кожен із досліджуваних факторів є важливим елементом технології вирощування культури на шляху до формування високопродуктивних посівів.

Висновки. Основними хворобами листового апарату сої в період вегетації 2023–2024 рр. були пероноспороз (збудник *Peronospora manshurica* (Naum)) та септоріоз (*Septoria glycines*).

Серед досліджуваних сортів стійких до враження пероноспорозом і септоріозом не виявлено. Розвиток пероноспорозу (фаза ВВСН 69) був у межах 17,4–20,3%, септоріозу – 12,8–14,3%.

Фунгіциди Альєтт®, 1,7 л/га, за внесення у фазі ВВСН 51, та Пропульс®, 1,0 л/га, у фазі ВВСН 61, привели до обмеження розвитку основних хвороб листя сої. Ефективність дії проти пероноспорозу була в межах 66,1–72,7%, проти септоріозу – 82,5–85,6%.

Найменшою врожайність була у сорту Самородок – 3,41 т/га, а найвищою в сорту Азимут – 3,88 т/га, у сортів Рогізнянка, Тріада – 3,41 і 3,52 т/га відповідно.

Листкове удобрення Фульвогуміном у поєднанні з фунгіцидним захистом забезпечило більшу реалізацію потенціалу продуктивності сортів сої, ніж застосування даних елементів технології окремо. Прибавка врожайності в сорту Самородок становила 0,35 т/га, у сортів Рогізнянка та Тріада – 0,43 та 0,41 т/га, у сорту Азимут – 0,65 т/га.

Список використаних джерел

1. Байда М. Ефективність фотосинтезу сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2021. № 29. С. 129–138.
2. Венедіктов О. Хвороби і шкідники сої та заходи боротьби з ними. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 55–61. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2012_71_9 (дата звернення: 25.01.2025).
3. Джемесюк О., Новицька Н., Свистунова І. Вплив підживлення на динаміку формування площі листової поверхні посівів сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. Т. 1. № 2 (50). С. 207–212.
4. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г. Заболотний та ін. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 275 с.
5. Івасик М., Бахмат М. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 2 (37). С. 51–57.
6. Любич В., Войтовська В., Третякова С., Климович Н. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 32–37.
7. Марков І. Діагностика інфекційних хвороб сої. *Агробізнес Сьогодні*. 2013. № 12. С. 20–28.
8. Мельник А., Романько Ю., Романько А. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113 (4). С. 85–91.
9. Мізерник Д. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі і Україні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 76 (1). С. 36–47.
10. Невмержицька О., Плотницька Н., Гурманчук О., Сколуб С. Оцінка ефективності фунгіцидів у системі захисту сої. *Таврійський науковий вісник*. № 133. С. 70–77.
11. Новицька Н., Джемесюк О. Формування врожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № № 1–2. С. 43–47.
12. Потапов А., Грабовський М. Формування площі листової поверхні та фотосинтетичних показників посівів буряків цукрових залежно від мікродобрив та систем фунгіцидного захисту. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 110–128.
13. Сергієнко В. Хвороби сої та заходи їх обмеження. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 11. С. 18–23.
14. Методики випробування і застосування / С. Трибель та ін. ; за ред. С. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
15. Худяков О. Вплив позакореневого підживлення рідким добривом на якість сої. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 9. С. 49–50.
16. Чинчик О. Підбір сортів – основа сучасної технології вирощування сої. *Аграрна наука та освіта Поділля : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. Сектор 2. Тернопіль : Крок, 2017. С. 155–156. URL: http://sophus.at.ua/Conf_2017/Zb_PDATU_03_2017_p1.pdf (дата звернення: 25.01.2025).*
17. Чинчик О., Оліфірович С. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 3 (38). С. 55–63.
18. Шовкова О. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156–161.
19. Щербачук В. Формування врожайності та якісних показників зерна сої залежно від системи захисту посівів проти бур'янів та хвороб в умовах достатнього зволоження. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 88–91.
20. Bandara Ananda Y., Weerasooriya Dilooshi K., Bradley Carl A., Allen Tom W., Eske Paul D. Dissecting the economic impact of soybean diseases in the United States over two decades. *Journal. pone*. 2020. 0231141. Published : April 2, 2020.

Kozyrskyi D. V.

*Doctor of Philosophy,
Assistant at the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: dimakozurskuy@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5190-4307*

Sydorak I. Ya.

*Postdoctoral Student at the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: sydorak@gmail.com
ORCID: 0009-0007-5161-1812*

Hryhoriev V. M.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: grygoriyev@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8567-5466*

Koruniak O. P.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant at the Department of Ecology and General Biological Disciplines,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: korunyak.dekan.agro@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0166-5103*

Trach I. V.

*Assistant at the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: trach.ivan.v@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8005-855X*

FORMATION OF SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDS ON MICROFERRALS AND FUNGICIDE PROTECTION

Abstract

The article presents the results of the influence of microfertilizers during foliar feeding of fungicides and spraying of plants with them on the productivity of soybean varieties.

*The studies have established that the dominant diseases of the soybean leaf apparatus during the growing season were downy mildew (the causative agent of *Peronospora manshurica* (Naum)) and Septoria blight (*Septoria glycines*). Among the studied varieties resistant to downy mildew and Septoria blight, no diseases were found. The development of downy mildew (phase BBCH 69) was within 17,4–20,3%, Septoria blight 12,8–14,3%.*

During feeding with the microfertilizer Fulvogumin, a slight decrease in the development of downy mildew was observed due to better plant development. Fungicides led to a limitation of the development of the main diseases of soybean leaves. The effectiveness of the fungicide Allett®, 1,7 l/ha when applied in the BBCH 51 phase and Propuls®, 1,0 l/ha in the BBCH 61 phase against downy mildew was within 66,1–72,7%, against septoria 82,5–85,6%.

With the combined use of microfertilizers and fungicides, a synergistic effect was observed, which manifested itself in a decrease in the intensity of development of downy mildew by 3,6–3,9%, septoria 1,6–3,8%.

Among the studied varieties, the lowest yield was in the Samorodok variety – 3,41 t/ha, and the highest in Azimut – 3,88 t/ha, in the Rogiznyanka and Triada varieties – 3,41 and 3,52 t/ha, respectively.

With two-time foliar top dressing with Fulvogumin, we obtained an increase in yield within 0,18–0,37 t/ha compared to the basic variant of fertilizer N30P60K60. The fungicide protection system was effective and contributed to the formation of 0,23–0,45 t/ha more grain than in variants without application. Foliar fertilization with Fulvogumin in combination with fungicide protection ensured

a greater realization of the productivity potential of soybean varieties than the use of these elements of technology separately. The yield increase in the Samorodok variety was 0,35 t/ha, Rogiznyanka and Triada – 0,43 and 0,41 t/ha, in the Azimut variety – 0,65 t/ha.

Key words: soybean, varieties, microfertilizers, fungicides, efficiency, yield.

References

1. Baida, M. (2021). Efektyvnist fotosintezu soi zalezno vid vplyvu elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya [Efficiency of soybean photosynthesis depending on the influence of elements of cultivation technology]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenergetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*. 29. 129–138 [in Ukrainian].
2. Venediktov, O. (2012). Khvoroby i shkidnyky soi ta zakhody borotby z nymy [Diseases and pests of soybeans and measures to combat them]. *Kormy i kormov yrobnytstvo – Feed and feed production*. 71. 55–61. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2012_71_9 [in Ukrainian].
3. Dzhesiuk, O., Novytska, N., & Svystunova, I. (2015). Vplyv pidzhyvlennia na dyna- miku formuvannia plosh- chi lystkovoï poverkhni posiviv soi [The influence of top dressing on the dynamics of the formation of the leaf surface area of soybean crops]. *Visnyk Zhytomirskoho natsionalnoho ahro- ekolohichnoho universytetu. Bulletin of the Zhytomyr National Agro-Ecological University*. 2 (50), T. 1. 207–212 [in Ukrainian].
4. Zabolotnyi, H., Mazur, V., Tsyhanska, O., Didur, I., Tsyhanskyi, V., & Pantsyreva, H. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksimalnoi realizatsii yïi produktyvnosti: monohrafiia [Agrobiological foundations of soy- bean cultivation and ways to maximize its productivity] – *Monograph*. Vinnytsia: TOV “TVORY”, 275 p. [in Ukrainian].
5. Ivasyk, M., & Bakhmat, M. (2022). Pidvyshchennia produktyvnosti zerna soi v umovakh Podillia [Increasing the productivity of soybean grain in Podillya conditions]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Silskohospodarski nauky – Podilskyi visnyk: agriculture, technology, economics. Agricultural sciences*. Vyp. 2 (37). 51–57 [in Ukrainian].
6. Liubych, V., et al. (2020). Tekhnolohichne otsiniuvannia yakosti nasinnia soi zalezno vid sortu [Technological assessment of soybean seed quality depending on the variety]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Visnyk of the Uman National University of Horticulture*. 2. 32–37 [in Ukrainian].
7. Markov, I. (2013). Diahnostyka infektsiinykh khvorob soi. [Diagnostics of infectious diseases of soybeans]. *Ahro- biznes Sohodni – Agribusiness Today*. 12. 20–28 [in Ukrainian].
8. Melnyk, A., Romanko Yu., & Romanko, A. (2020). Adaptivnyi potentsial ta stresostikist suchasnykh sortiv soi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria scientific bulletin* 113 (4). 85–91 [in Ukrainian].
9. Mizernyk, D. (2024). Suchasnyi stan ta perspektyvy vyroshchuvannia soi v sviti i Ukraini [Current state and pros- pects of soybean cultivation in the world and Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 76 (1) 36–47 [in Ukrainian].
10. Nevmerzhytska, O., Plotnytska, N., Hurmanchuk, O., & Skolub, S. (2023). Otsinka efektyvnosti funhitsydiv u systemi zakhystu soi [Evaluation of the effectiveness of fungicides in the soybean protection system]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Tavria Scien- tific Bulletin*. 133. 70–77. URL: https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/133_2023/10.pdf [in Ukrainian].
11. Novytska, N., & Dzhesiuk, O. (2017). Formuvannia urozhainosti soi pid vplyvom inokulatsii ta pidzhyvlennia [Formation of soybean yield under the influence of inoculation and top dressing]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 1–2. 43–47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2017_1-2_11 [in Ukrainian].
12. Potapov, A., & Hrabovskyi, M. Formuvannia ploshchi lystkovoï poverkhni ta fotosyntetychnykh pokaznykiv posiviv buriakiv tsukrovykh zalezno vid mikrodobryv ta system funhitsydnogo zakhystu [Formation of leaf surface area and photosynthetic indicators of sugar beet crops depending on microfertilizers and fungicide protection systems]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and livestock*. 74 (1). 110–128 [in Ukrainian].
13. Serhiienko, V. (2012). Khvoroby soi ta zakhody yikh obmezhenia. [Soybean diseases and measures to limit them]. *Ahro- biznes Sohodni. – Agribusiness Today* 11. 18–23 [in Ukrainian].
14. Trybel, S., Siharova, D., Sekun, M., Ivashchenko, O., et al. (2001). Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia [Testing and application methods]; za red. prof. S. Trybelia. Kyiv: Svit, 448 p. [in Ukrainian].
15. Khudiakov, O. (2011). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia ridkym dobryvom na yakist soi [The influence of foliar top dressing with liquid fertilizer on the quality of soybeans]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*. 2011. № 9. C. 49–50.
16. Chynchyk, O. (2017). Pidbir sortiv – osnova suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia soi [Selection of varieties – the basis of modern soybean cultivation technology]. *Ahraryna nauka ta osvita Podillia: zb. nauk. pr. Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Sektor 2. – Agrarian science and education of Podillya: collection of scientific. pr. International scientific-practical conference. Sector 2*. Ternopil: Krok, 155–156. URL: http://sophus.at.ua/Conf_2017/Zb_PDATU_03_2017_p1.pdf [in Ukrainian].
17. Chynchyk, O., & Olifirovych, S. (2023). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv soi zalezno vid vplyvu elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Photosynthetic productivity of soybean crops depending on the influence of elements of growing technol- ogy]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Silskohospodarski nauky – Podolsky visnyk: agriculture, technol- ogy, economics. Agricultural sciences*. 3 (38). 55–63 [in Ukrainian].
18. Shovkova, O. (2014). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv soi zalezno vid strokiv sivby ta sposobiv zastosuvannia mikrodobryv [Photosynthetic productivity of soybean crops depending on sowing dates and methods of applying microfertilizers]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 2. 156–161 [in Ukrainian].
19. Shcherbachuk, V. (2015). Formuvannia urozhainosti ta yakisnykh pokaznykiv zerna soi zalezno vid systemy zakhystu posiviv proty burianiv ta khvorob v umovakh dostatnoho zvolozhennia [Formation of yield and quality indicators of soybean grain depending on the system of crop protection against weeds and diseases under conditions of sufficient moisture]. *Ahrobiolohiia – Agro- biology* 1. 88–91. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2015_1_23 [in Ukrainian].
20. Bandara, Ananda Y., Weerasooriya, Dilooshi K., Bradley, Carl A., Allen, Tom W., Eske, Paul D. (2020). Dissecting the economic impact of soybean diseases in the United States over two decades. *Journal. pone*. 0231141. Published: April 2 [in English].

УДК 631.5:633.8

Коляда В. П.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрономії та землеустрою,
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Київ, Україна
E-mail: kolyada@snu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-2682-5687

Халін С. Ф.

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач кафедри агрономії та землеустрою,
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Київ, Україна
E-mail: s.halin@snu.edu.ua
ORCID: 0009-0008-4489-5316

Назарян А. А.**E-mail:** haykmerdavid999608@gmail.com

УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ

Анотація

У статті за результатами досліджень, проведених в умовах Приватного підприємства «Агро-Альянс-2007» Лозівського району Харківської області, оцінено врожайність насіння низки гібридів соняшнику різної стиглості на чорноземі типовому слабкозмитому малогумусному важкосуглинковому в гідродefіцитних умовах 2024 року. Даний регіон можна віднести до зони ризикованого землеробства через дефіцит вологи та локальні прояви ерозійних деградаційних процесів упродовж року. Порівняння рівня врожайності культури проводили для 21 гібрида соняшнику від таких торговельних марок (ТМ), як “Pioneer”, “Lidea” та “Limagrain”. Окрім рівня врожайності, визначали ступінь вологості насіння на момент збирання та значення натурної ваги насіння соняшнику на рівні бункера з оцінюванням економічної ефективності вирощування зазначених гібридів в умовах минулого 2024 року. Результати схарактеризування особливостей вирощування гібридів соняшнику від різних виробників, представлені характеристиками натурної ваги та вологості гібридів в експерименті, показали наявність вищих значень натурної ваги гібридів від торгової марки “Pioneer” (від 940 до 2 000 кілограмів) порівняно з відносно нижчими показниками для абсолютної кількості гібридів торгової марки “Lidea” (від 560 до 920 кілограмів) та торгової марки “Limagrain” (від 490 до 940 кілограмів). Що стосується показника вологості насіння, то за цим показником середні значення для гібридів коливалися в межах від 8,0 до 9,9% для торгової марки “Pioneer”; від 8,3 до 9,2% для торгової марки “Lidea”; від 8,1 до 10,4% для торгової марки “Limagrain”. Дані значення можуть бути зумовлені ранніми термінами збирання врожаю культури в умовах малої кількості опадів у періоді фаз цвітіння – початку наливу насіння. Урожайність гібридів соняшнику від торгової марки “Limagrain” (29,5–39,5 ц/га) була загалом вище інших виробників і в умовах посушливого літа минулого 2024 року охоплювала більшість дослідних варіантів для середньоранніх гібридів, що забезпечувало врожай на рівні середніх багаторічних значень урожайності в регіоні в минулі роки. Із двох середньоранніх гібридів торгової марки “Lidea” лише Белфіс був на такому рівні продуктивності (30,2 ц/га), тоді як Аргентік демонстрував майже вдвічі нижчу врожайність (18,6 ц/га), а з усього переліку гібридів від торгової марки “Pioneer” лише середньоранній гібрид 64F66 мав урожайність 30,3 ц/га. Найвищими за рівнем рентабельності в дослідженні були гібриди торгової марки “Limagrain”, які з огляду на рівень урожайності в умовах посушливого літнього періоду 2024 року продемонстрували значення на рівні більш сприятливих попередніх років. Більшість гібридів торгової марки “Limagrain” відповідали значенням урожайності навіть в умовах збирання насіння в більш ранні терміни, що дозволяє рекомендувати їх для вирощування в посушливих умовах Лозівського району Харківської області, який географічно належить до Північного Степу.

Ключові слова: соняшник (*Helianthus annuus* L.), гібриди, урожайність, ефективність, Північний Степ.

Вступ. Виробництво соняшнику – основної та найперспективнішої олійної культури нашої країни – в останні десятиріччя значним чином поширилося з південних регіонів Степу на північ і південь, а також на центральну частину Лісостепу. Через великий попит на насіння та соняшникову олію на внутрішньому державному та зовнішньому світовому ринках фіксується зростання та розширення посівних площ із поступовим підвищенням продуктивності даної культури. Вирощування соняшнику для цілей виробництва олійно-жирової продукції є перспективним напрямом для агропромислового виробництва та світової аграрно-продовольчої системи загалом [1, с. 36; 9, с. 110; 10–12].

Натепер, після деякого вичерпування додаткових ресурсів у вигляді оптимізованої системи добрив і застосування засобів захисту рослин із підбором попередників, додатковим джерелом покращення врожайності є підвищення базових кондицій насіння виробниками з метою регулювання вартості товарної продукції [2; 7, с. 170; 8, с. 6]. Це загалом сприяє покращенню умов вирощування соняшнику та збільшенню його врожайності за широкого залучення високопродуктивних гібридів, які забезпечують рентабельність навіть за екстремально посушливої погоди. В умовах Північного Степу розвиток рослин більш прискорений порівняно з Лісостепом, фази розвитку та формування наземної частини наступають швидше, зокрема й дозрівання культури загалом. Через це в умовах кліматичних змін на рівні степових регіонів України доцільно ретельніше підходити до підбору гібридів з огляду на різну реалізацію генетичного потенціалу культури та значну представленість на ринку даних пропозицій від низки торговельних марок (далі – ТМ) – виробників [4–6]. Так, в умовах Степу за можливості необхідно корегувати підбір сортових особливостей соняшнику, серед яких, на нашу думку, перевага має віддаватися ранньостиглим і посухостійким гібридам із великою стиглістю до хвороб і шкідників, що дадуть змогу отримати врожай навіть у несприятливих погодних умовах.

Мета роботи. Провести дослідження впливу сортових особливостей соняшнику з огляду на продуктивність гібридів від різних виробників за умов вирощування в Північному Степу України (на прикладі Лозівського району Харківської області) у посушливих умовах 2024 р.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження врожайності насіння різних гібридів соняшнику в умовах Північного Степу України проводили на території Приватного підприємства (далі – ПП) «Агро-Альянс-2007», розташованій у межах с. Олександрівка Лозівського району, у безпосередній близькості до межування з Донецькою областю. На підприємстві тривалий час ведуться роботи з підбору оптимальних для вирощування гібридів соняшнику від різних виробників, зокрема і представлених такими відомими фірмами, як «Піонер» (“Pioneer”) від Corteva Agriscience®, «Лідеа» (“Lidea”, назва до 2020 р. – “Euralis Semences”) та «Лімагрейн» (“Limagrain”) від Limagrain Group® [4–6].

Окрім урожайності, також визначали вологість і натурну вагу насіння соняшнику різного періоду стиглості від зазначених виробників (торгові марки (далі – ТМ) «Піонер», «Лідеа» та «Лімагрейн»). Досліджували продуктивність такого переліку із 21 гібрида, які було представлено у вигляді 21 варіанту дослідження. Від ТМ «Піонер» (“Pioneer”) – 7 шт.: 1 Варіант – 63LL356, 2 Варіант – 64LL455, 3 Варіант – 64LL129, 4 Варіант – 64F66, 5 Варіант – 64LE25, 6 Варіант – 64LE145, 7 Варіант – 64LP130; від ТМ «Лідеа» (“Lidea” від Euralis) 2 шт.: 8 Варіант – Белфіс, 9 Варіант – Аргентік; від ТМ «Лімагрейн» (“Limagrain”) 12 шт.: 10 Варіант – LG50550, 11 Варіант – LG59580, 12 Варіант – LG50455, 13 Варіант – LG50635, 14 Варіант – LG50479, 15 Варіант – LG58390, 16 Варіант – LG58630, 17 Варіант – LG50514, 18 Варіант – LG50510, 19 Варіант – LG50475, 20 Варіант – LG50500, 21 Варіант – LG5478. Більшість із заявлених гібридів належить до ранньостиглих, середньостиглих, середньоранніх варіантів з олійністю приблизно 50% та високою стійкістю до вовчка і хвороб листостеблового апарату з високим рівнем толерантності до іржі та хвороб листя й кошика (серед яких білі гнилі, фомопсидоз, вертицильоз) [9–11]. Технологія вирощування культури передбачала дискування на глибину 0–22 см весною, з метою зароблювання вологи проводили дві культивациі та вносили аміачну селітру в дозуванні 120 кг/га фізичної ваги під час сівби соняшнику, культивацию до появи посівів і міжрядний обробіток із догляду. Збирання врожаю проводили у фазу повної стиглості зернівок соняшнику після побуріння більшої частини кошиків культури.

Варіанти досліду закладено на загальній посівній площі 432 га, дослідження проводились у триразовій повторності, для чого було закладено 21 ділянку (за кількістю гібридів в експерименті). Соняшник вирощували відповідно до загальноприйнятих агротехнічних практик із належним контролем фітосанітарного стану ділянок



Рис. 1. Рентабельність вирощування гібридів соняшнику

(хвороб, шкідників і забур'янення). Визначення вологості зерна (насіння) соняшнику на момент збирання врожаю проводили з одночасним порівнянням із нормою, яка становить 12–14%. Відповідно до сорту закладали коливання вологості від 6 до 8% для того, щоб дотриматися забезпечення оптимальних умов зберігання врожаю культури (ДСТУ 7011:2009). Натурну вагу (об'ємну вагу) визначали як масу насіння в одиниці обсягу за ДСТУ 4694:2006 «Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови». Погодні умови літа 2024 р. характеризувалися низькою кількістю опадів, а середня температура повітря перевищувала середньорічні значення [3]. Ґрунт безпосередньо дослідного поля – чорнозем типовий слабкозмитий (ухил поверхні до 2 °) малогумусний важкосуглинистий на карбонатному лесі, характеризується такими агрохімічними показниками: рН сольової витяжки – 6,45–7,0, загальний вміст гумусу в орному шарі – 4,8–5,0%, вміст рухомих форм фосфору – 8–10, калію – 9–11 мг/100 г ґрунту. Отримані в результаті проведення досліджень значення вологості насіння відповідали меншому порядку та перебували в діапазоні від 7,8 до 10,4% відповідно (таблиця 1).

Таблиця 1. Характеристика вологості та натурної ваги насіння гібридів соняшнику в системі досліджень

Варіант	Виробник, ТМ	Гібрид	Група стиглості	Вага, кг	Вологість, %
1	Піонер (Pioneer)	63LL356	Ранньостиглий	580,0	9,3
2		64LL455	Середньостиглий	1 820,0	9,3
3		64LL129	Середньоранній	1 840,0	8,3
4		64F66	Середньоранній	2 000,0	8,0
5		64LE25	Середньоранній	1 420,0	8,1
6		64LE145	Середньоранній	940,0	9,1
7		64LP130	Середньостиглий	1 040,0	9,9
8	Лідеа (Euralis)	Белфіс	Середньоранній	920,0	9,2
9		Аргентік	Середньоранній	560,0	8,3
10	Лімагрейн (Limagrain)	LG50550	Середньоранній	800,0	8,1
11		LG59580	Середньоранній	490,0	8,1
12		LG50455	Ранньостиглий	830,0	7,8
13		LG50635	Середньоранній	870,0	8,2
14		LG50479	Середньоранній – ранній	890,0	8,1
15		LG58390	Середньоранній – ранній	740,0	8,7
16		LG58630	Середньостиглий	750,0	9,3
17		LG50514	Середньоранній	940,0	9,7
18		LG50510	Середньоранній	820,0	8,2
19		LG50475	Середньоранній – ранній	770,0	8,2
20		LG50500	Середньоранній	870,0	10,4
21		LG5478	Середньоранній – ранній	800,0	8,7

Так, найменшим значенням вологості характеризувався ранньостиглий гібрид LG50455 від ТМ «Лімагрейн» (7,8%). Це був єдиний представник ранньостиглого гібрида від оригінатора ТП «Лімагрейн» із середнім періодом вегетації на рівні 70–90 діб. Зовсім протилежні значення вологості на момент збирання врожаю були продемонстровані середньораннім гібридом від цього ж оригінатора – LG50500 (10,4%), з періодом вегетації від 106 до 110 діб. Узагалі для гібридів від ТМ «Лімагрейн» була характерна найбільша розбіжність, що, на нашу думку, може пояснюватися як найбільшою представленістю (12 гібридів від даного виробника порівняно з 9 гібридами від інших двох виробників – ТМ «Піонер» і ТМ «Лідеа»), так і сортовими особливостями самих гібридів.

Що стосується вмісту вологи в насінні решти гібридів від виробників ТМ «Піонер» та ТМ «Лідеа», то для Аргентік від ТМ «Лідеа» значення становили 8,3%, а для ТМ «Піонер», для гібридів 64LL129 – 8,3%, 64F66 – 8,0%, 64LE25 – 8,1%. Дещо вищі за значенням вологості насіння були гібриди Белфіс від ТМ «Лідеа» зі значенням 9,2%, гібриди ТМ «Лідеа»: 63LL356 – зі значенням 9,3%, 64LL455 – зі значенням 9,3%, гібрид 64LE145 – зі значенням 9,1%, 64LP130 – зі значенням 9,9%.

Дещо іншим чином розподілялася натурна вага насіння гібридів соняшнику від різних виробників. Так, найвищі значення натурної ваги були властиві більшості гібридам соняшнику від ТМ «Піонер» і сягали значень приблизно 1 000 кг і більше, для гібридів 64LL455 (1 820,0 кг), 64LL129 (1 840,0 кг), 64F66 (2 000,0 кг), 64LE25 (1 420,0 кг), 64LE145 (940,0 кг), 64LP130 (1 040,0 кг). Винятком був гібрид 63LL356 зі значенням натурної ваги на рівні 580,0 кг.

Решта виробників ТМ «Лідеа» і ТМ «Лімагрейн» мали нижчі значення за обсягом натурної ваги, які здебільшого становили до 1 000 кг. Винятками стали лише Аргентік (560,0 кг) та гібрид LG59580 від ТМ «Лімагрейн» – 490 кг. Проміжний висновок полягає в ідентифікації вищих значень натурної ваги гібридів від ТМ «Піонер» (від 940 до 2 000 кг) порівняно з відносно нижчими показниками для абсолютної кількості гібридів ТМ «Лідеа» (від 560 до 920 кг) та ТМ «Лімагрейн» (від 490 до 940 кг). Що ж стосується вологості насіння, то за цим

показником середні значення для гібридів коливалися в межах від 8,0 до 9,9 % для ТМ «Піонер»; від 8,3 до 9,2% для ТМ «Лідеа»; від 8,1 до 10,4% для ТМ «Лімагрейн».

Найвищі значення *врожайності (продуктивності)* насіння гібридів сояшнику від різних виробників розподілилися так (таблиця 2).

Таблиця 2. Урожайність гібридів сояшнику від різних виробників у системі досліджень

Варіант	Виробник, ТМ	Гібрид	Урожайність культури, за повторностями, ц/га			Урожайність сер., ц/га
			I	II	III	
1	Піонер (Pioneer)	63LL356	17,6	17,2	17,2	17,3
2		64LL455	27,6	27,2	27,4	27,4
3		64LL129	27,9	27,6	27,9	27,8
4		64F66	30,2	30,2	30,6	30,3
5		64LE25	21,4	21,5	21,3	21,5
6		64LE145	14,5	14,4	14,6	14,5
7		64LP130	16,4	16,5	16,6	16,4
8	Лідеа (Euralis)	Белфіс	30,4	30,1	30,1	30,2
9		Аргентік	18,5	18,7	18,6	18,6
10	Лімагрейн (Limagrain)	LG50550	26,6	26,7	26,5	26,6
11		LG59580	16,8	16,9	16,7	16,8
12		LG50455	29,6	29,8	29,7	29,6
13		LG50635	29,9	31,1	32,0	31,0
14		LG50479	34,1	34,2	34,0	34,1
15		LG58390	27,3	27,1	27,2	27,2
16		LG58630	26,4	26,3	26,5	26,4
17		LG50514	34,6	34,0	34,0	34,2
18		LG50510	30,5	29,9	30,5	30,3
19		LG50475	29,6	29,7	29,5	29,5
20		LG50500	32,5	32,6	32,7	32,6
21		LG5478	34,6	34,3	34,6	34,5

ТМ «Піонер». Для гібридів сояшнику даної ТМ із семи варіантів гібридів різної групи стиглості (варіанти № № 1–7) найвищі показники середньої врожайності культури сояшнику спостерігали на ділянці із середньораннім гібридом 64F66 (варіант № 4) – 30,3 ц/га. Це найкращий рівень урожайності серед усіх інших показників для гібридів від даного виробника, який перебуває на рівні середніх багаторічних значень для регіону (30–32 ц/га).

ТМ «Лімагрейн». Серед гібридів сояшнику від ТМ «Лімагрейн» найвищі значення середньої врожайності демонструвала половина середньоранніх гібридів, з яких найвищу продуктивність, на рівні 34,5 ц/га, спостерігали в гібрида LG5478. Такі високі рівні середньої врожайності мали гібриди: LG50514 – 34,2 ц/га; LG50479 – 34,1 ц/га; LG50500 – 32,6 ц/га; LG50635 (Варіант № 13) – 31,0 ц/га; LG50510 – 30,3 ц/га.

Решта гібридів мала середні значення врожайності, у таких межах: LG50455 – 29,6 ц/га, LG50475 – 29,5 ц/га, LG58390 – 37,2 ц/га, LG50550 – 26,6 ц/га, LG58630 – 26,4 ц/га.

Продуктивність гібридів сояшнику від ТМ «Лімагрейн» (29,5–39,5 ц/га) була загалом вище інших виробників, в умовах посушливого літа поточного 2024 р. охоплювала більшість дослідних варіантів для середньоранніх гібридів LG50635, LG50479, LG50514, LG50510, LG50500, LG5478.

ТМ «Лідеа». Із двох середньоранніх гібридів лише Белфіс був на подібному рівні продуктивності (30,2 ц/га), тоді як Аргентік демонстрував майже вдвічі нижчу врожайність (18,6 ц/га).

Результати підрахунку рентабельності вирощування гібридів сояшнику представлено нижче, на рис. 2.

За представленими нижче даними рентабельність абсолютної більшості гібридів сояшнику від ТМ «Лімагрейн» у 2024 р. була найвищою та коливалася в межах від 45,1 до 58,0%. Винятком був лише середньоранній гібрид LG59580 (Варіант № 11) з мінімальним значенням економічної ефективності (рентабельності), на рівні 13,8 ц/га. Протилежною ситуацією виділялася абсолютна більшість гібридів ТМ «Піонер», де на відповідному рівні рентабельності виділявся лише гібрид 64F66 (52,2%). До найнижчих за рентабельністю гібридів даного виробника належав гібрид сояшнику 64LE145, а решта гібридів мала низькі (до 20%) та помірно низькі (від 20 до 30%) значення.

По-різному розподілилася рентабельність середньоранніх гібридів ТМ «Лідеа», оскільки лише Белфіс був на рівні 52,0%, тоді як гібрид Аргентік демонстрував удвічі нижчі значення (22,1%).

З усього переліку гібридів від ТМ «Піонер» лише середньоранній гібрид 64F66 мав урожайність 30,3 ц/га, на рівні минулорічних середніх значень врожайності. Решта гібридів мала нижчі значення врожайності та в умовах посушливого літнього періоду демонструвала мінімальні значення, як-от гібрид 64LE145 – 14,5 ц/га.

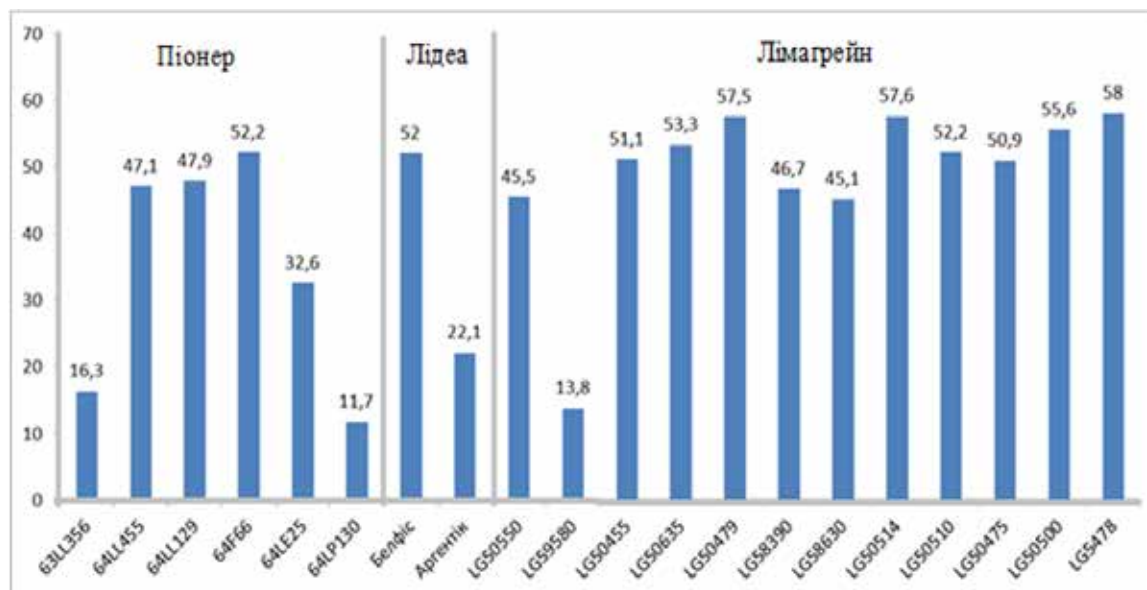


Рис. 2. Рентабельність вирощування гібридів соняшнику

Висновки. Проведено узагальнення й аналіз інформації про врожайність різних гібридів соняшнику за вирощування в Північному Степу України. Показано, що найвищий рівень урожайності демонстрували гібриди ТМ «Лімагрейн» (29,5–39,5 ц/га). З усього переліку гібридів від ТМ «Піонер» лише середньоранній гібрид 64F66 мав урожайність 30,3 ц/га, на рівні минулорічних середніх значень урожайності.

Із двох середньоранніх гібридів ТМ «Лідея» лише Белфіс був на подібному рівні продуктивності (30,2 ц/га), тоді як Аргентик демонстрував майже вдвічі нижчу врожайність (18,6 ц/га). Визначено найрентабельніші в дослідженні гібриди, представлені ТМ «Лімагрейн», які з огляду на рівень врожайності й обмежене число вибірки мають потенціал подальшого вирощування та дослідження порівняно з гібридами від інших поширених в умовах Північного Степу виробників оригінаторів.

Список використаних джерел

1. Лопотан Л.В., Казанджі А.В. Порівняльна оцінка виробництва насіння соняшнику в Україні та Одеській області як складової сировинної бази олійно-жирового підкомплексу АПК. *Агроевіт.* 2015. № 10. С. 36–40.
2. Макляк К.М. Соняшник: як домогтися високої олійності? *Пропозиція* : журнал. № 5. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sonyashnykyak-domogtysya-vysokoyi-oliynosti/>
3. Метеопост. Статистика погоди, 2020–2024 : сайт кліматичних даних за роками та місяцями. URL: <https://meteopost.com/weather/climate/>.
4. Сайт торгової марки “Corteva Agriscience”, її афілійованих компаній або відповідних власників. URL: <https://www.pioneer.com/ua/products/sunflower.html>.
5. Сайт торгової марки “Lidea”. URL: <https://lidea-seeds.com.ua/crops/sonyashnyk>.
6. Сайт торгової марки “Limagrain”. URL: <https://lgseeds.com.ua/sunflower>.
7. Ткаліч Ю.І. Вплив мікродобрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику у Північному Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України.* 2016. № 23. С. 169–177.
8. Тоцький В.М., Гангур В.В., Поляков І.А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення. *Scientific Progress & Innovations.* 2024. № 27 (3). С. 5–11.
9. Усова Н.М., Цапик Т.Ф., Школова С.В. Вплив мінерального живлення на урожайність та якість пшениці озимої за вирощування по попереднику соняшник. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України.* 2021. № 31. С. 109–116.
10. Kaya Y., Jocić S., Miladinović D. Sunflower. *Technological Innovations in Major World Oil Crops.* № 1. P. 85–130.
11. Poverene M., Cantamutto M. A comparative study of invasive *Helianthus annuus* 14 populations in their natural habitats of Argentina and Spain. *Helia.* № 33. P. 63–74.
12. Ureta M.S., Cantamutto M., Carrera A., Delucchi C., Poverene M. Natural hybrids between cultivated and wild sunflowers (*Helianthus* spp.) in Argentina. *Genetic Resource Crop Evolution.* 2008. № 55. P. 1267–1277.

Koliada V. P.

*Candidate of Agricultural sciences,
Associate Professor at the Department of Agronomy and Land Management,
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Kyiv, Ukraine*

E-mail: kolyada@snu.edu.ua

ORCID: 0000-0003-2682-5687

Khalin S. F.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Department of Agronomy and Land Management,
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Kyiv, Ukraine*

E-mail: s.halin@snu.edu.ua

ORCID: 0009-0008-4489-5316

Nazarian A. A.

E-mail: haykmherdavid999608@gmail.com

SEED YIELD OF SUNFLOWER HYBRIDS GROWN IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN STEPPE

Abstract

According to the articles results of the research carried out in the conditions of the private enterprise "Agro-Alliance-2007" in Lozivsky district of Kharkiv region, the yield of a number of sunflower hybrids of different maturity on a typical weakly eroded low-humus heavy loam chernozem in water-deficit conditions in 2024 was estimated. This region can be attributed to the zone of risk agriculture due to the lack of moisture and local manifestations of erosion and degradation processes throughout the year. The comparison of the yield level of the crop was carried out for 21 sunflower hybrids from such trademarks as TM "Pioneer", TM "Lidea" and TM "Limagrain". In addition to the yield level, the degree of seed moisture at the harvesting time and the value of the actual weight of sunflower seeds at the bunker level were determined with an assessment of the economic efficiency of growing the specified hybrids in the conditions of the past 2024. The results of such characterization of the features of sunflower hybrids growing from different manufacturers, represented by the characteristics of the natural weight and moisture content for the hybrids in the experiment, showed the presence of higher values of natural weight of hybrids from TM "Pioneer" (from 940 to 2 000 kg) compared to relatively lower indicators for the absolute number of hybrids from TM "Lidea" (from 560 to 920 kg) and TM "Limagrain" (from 490 to 940 kg). As for the seed moisture index, according to this index, the average values for hybrids ranged from 8,0 to 9,9% for TM "Pioneer"; from 8,3 to 9,2% for TM "Lidea"; from 8,1 to 10,4% for TM "Limagrain". These values may be due to the early dates of crop harvesting in conditions of insufficient rainfall during the flowering phase – the beginning of seed filling (from early June to early August). The yield of sunflower hybrids from TM "Limagrain" (29,5–39,5 c/ha) was generally higher than other producers and in the conditions of the dry summer of 2024 covered most of the experimental options for mid-early hybrids, providing a yield at the level of average multi-year yield values in the region in past years. Of the two mid-early TM "Lidea" hybrids, only Belfis was at a similar level of productivity (30,2 c/ha), while Argentik demonstrated almost twice the yield (18,6 c/ha), and only the mid-early hybrid from the TM "Pioneer" hybrid 64F66 had a yield of 30,3 c/ha. TM "Limagrain" hybrids were the highest in terms of profitability in the study, which, given the yield level in the dry summer period of 2024, demonstrated values at the level of more favorable previous years. The vast majority of TM "Limagrain" hybrids corresponded to the yield values even under the early conditions of seed collection, which makes it possible to recommend them for cultivation in the arid conditions of the Lozivsky district of the Kharkiv region, which geographically belongs to the Northern Steppe.

Key words: sunflower (*Helianthus annuus* L.), hybrids, yield, efficiency, Northern Steppe.

References

1. Lopotan, L.V., & Kazandzhi, A.V. (2015). Porivnialna otsinka vyrobnytstva nasinnia soniashnyku v Ukraini ta Odeskii oblasti iak skladovoi syrovynnoi bazy oliino-zhyrovoho pidkompleksu APK [Comparative assessment of sunflower seed production in Ukraine and Odesa region as a component of the raw material base of the oil-fat sub-complex of the agricultural industry]. *Agros-vit – Agriworld*, 10, 36–40 [in Ukrainian].
2. Makliak, K. (2019) Soniashnyk: yak domohtysia vysokoi oliinosti? [Sunflower: how to achieve high oiliness?] *Propozytsiia – Proposition*, 5. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/sonyashnykyak-domogtysya-vysokoyi-oliynosti> [in Ukrainian].
3. Sait klimatychnyh danyh za rokamy ta misiatsiamy "Metepost. Statystyka pohody, 2020–2024" [Site of climatic data by years and months "Metepost. Weather statistics, 2020–2024"]. *metepost.com*. Retrieved from: <https://metepost.com/weather/climate/> [in Ukrainian].
4. Sait torhovoii marky "Corteva Agriscience" [Site of Trade Mark "Corteva Agriscience"]. www.pioneer.com. Retrieved from: <https://www.pioneer.com/ua/products/sunflower.html> [in Ukrainian].
5. Sait torhovoii marky "Lidea" [Site of Trade Mark "Lidea"]. lidea-seeds.com.ua. Retrieved from: <https://lidea-seeds.com.ua/crops/sonyashnyk> [in Ukrainian].

-
6. Sait torhovoii marky “Limagrain” [Site of Trade Mark “Limagrain”]. *lgseeds.com.ua*. Retrieved from: <https://lgseeds.com.ua/> sunflower [in Ukrainian].
 7. Tkalic, Yu.I. (2016). Vplyv mikrodobryv i stymulatoriv rostu roslyn na produktyvnist soniashnyku u Pivnichnomu Stepu Ukrainy [The effect of microfertilizers and plant growth stimulants on sunflower productivity in the Northern Steppe of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN – Scientific-technical bulletin of Oil Crops Institute of NAAS*. 23, 169–177 [in Ukrainian].
 8. Totskiy, V.M., Hanhur, V.V., & Poliakov, I.A. (2024). Urozhainist ta iakist nasinnia hibrydiv soniashnyku (*Helianthus annuus* L.) zalezno vid systemy udobrennya [Yield and seed quality of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) depending on the fertilization system.]. *Scientific Progress & Innovations*. 27 (3). 5–11 [In Ukrainian].
 9. Usova, N.M., Tsapyk, T.F., & Shkolova, S.V. (2021). Vplyv mineralnoho zhyvlennia na urozhainist ta iakist pshenytsi ozymoi za vyroshchuvannya po poperednyku soniashnyk [The influence of mineral nutrition on the yield and quality of winter wheat when grown on the precursor of sunflower]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN – Scientific-technical bulletin of Oil Crops Institute of NAAS*. 31, 109–116 [In Ukrainian].
 10. Kaya, Y., Jovic, S., & Miladinovic, D. (2012). Sunflower. *Technological Innovations in Major World Oil Crops*, 1, 85–130.
 11. Poverene, M., & Cantamutto, M. (2010). A comparative study of invasive *Helianthus annuus* 14 populations in their natural habitats of Argentina and Spain. *Helia*, 33, 63–74.
 12. Ureta, M.S., Cantamutto, M., Carrera, A., Delucchi, C., & Poverene, M. (2008). Natural hybrids between cultivated and wild sunflowers (*Helianthus* spp.) in Argentina. *Genetic Resource Crop Evolution*, 55, 1267–1277.

УДК 636.2.636.02'033 (477.65)

Косташ В. Б.

*аспірант кафедри харчових технологій виробництва і стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна*

Приліпко Т. М.

*доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри харчових технологій виробництва і стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна*

E-mail: vtl280726p@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8178-207X

ВПЛИВ СИНБІОТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ «БІОМАГН» НА ДИНАМІКУ ЖИВОЇ МАСИ І ВІДТВОРНУ ЗДАТНІСТЬ КОРІВ

Анотація

Наведені дані вивчення впливу різних доз пробіотичної кормової добавки «Біомагн» на динаміку живої маси і відтворну здатність корів. Установлено, що корови всіх піддослідних груп упродовж 1-го, 2-го і 3-го місяців лактації, які збігалися з 1–3 місяцями досліду, втрачали свою живу масу, що є характерним для новорозтєлених корів, особливо високопродуктивних. Однак ці втрати у тварин дослідних груп були меншими відповідно на 8,7; 7,9 і 8,3 кг, або 1,66; 1,50 і 1,58%, що майже вдвічі менше. За 2-й місяць досліду також відбулося зменшення живої маси піддослідних корів. У контрольних тварин воно становило в середньому 9,2 кг, або 1,8%, а в дослідних – 3,9–4,3 кг, або 0,75–0,83%. На третьому місяці експерименту втрати живої маси корів усіх груп порівняно з 1-м місяцем помітно зменшилися, проте в контрольних тварин вони були більші помітними, ніж у дослідних – 4,3 проти 2,0–2,2 кг. Загалом же за останні два місяці досліду жива маса корів контрольної групи зросла на 8,9 кг, або 1,76%. Щодо приросту живої маси в дослідних корів, то він становив 13,5–14,3 кг, або 2,60–2,76%, що вище, ніж у контролі, на 4,6–5,4 кг, або 51,7–60,7%. На формування молочної продуктивності корів суттєвий вплив мали показники їхньої відтворювальної здатності. Корови дослідних груп за тривалістю сервіс-періоду випереджали свої аналоги з контрольної групи на 17–20 днів. Найменшим періодом від отелення до запліднення відзначалися корови 3-ї дослідної групи, які через 79 днів після отелення були запліднені, тоді як тварини контрольної групи були запліднені на 20 днів пізніше. Щодо індексу осіменіння, то він був меншим у корів 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп порівняно з контролем на 0,44; 0,48 і 0,42. Якщо на одно запліднення корів контрольної групи потрібно було провести в середньому 1,67 осіменіння, то для тварин 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп – 1,23; 1,19 і 1,25 осіменіння. Практично дослідні корови порівняно з контрольними запліднювалися після першого осіменіння, що, очевидно, пов'язано з уведенням кормової добавки «Біомагн» у раціон дійних корів.

Ключові слова: жива маса, відтворювальна здатність, корови, раціон, запліднення, індекс осіменіння, кормова добавка.

Вступ. Зважаючи на особливу значущість проблеми інтенсифікації розвитку молочного скотарства, необхідно відстежити особливості використання пробіотичних кормових добавок у годівлі великої рогатої худоби як необхідних стимуляторів обмінних процесів живлення за їх використання в раціонах тварин, досліджувати вплив як на репродуктивні властивості корів, так і на функціональний стан розвитку молодняку, а також на якісні показники отриманої продукції [2, с. 97; 3, с. 86; 4, с. 89; 6, с. 397].

Останніми роками все частіше проявляється тенденція до застосування препаратів природного походження, що дозволяє уникнути багатьох побічних ефектів, оскільки механізм їхньої дії істотно відрізняється від синтетичних і ґрунтується насамперед на активації природних захисних реакцій організму. У зв'язку із цим на особливу увагу в системі підвищення продуктивності та профілактики шлунково-кишкових захворювань заслуговує застосування пробіотичних кормових добавок, антибактеріальні й антифунгальні властивості яких зумовлені високим антагоністичним проявом до широкого спектра патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів [2, с. 301; 3, с. 3; 9, с. 42; 13, с. 217].

Пробіотичні кормові препарати являють собою низькомолекулярні вуглеводи, які складаються із двох чи більше молекул, з'єднаних одна з одною бета-глікозидним зв'язком. Відсутність у ферментній системі ферментів, які розщеплюють такі зв'язки, робить їх неперетравними вуглеводами, тобто такими, що не перетравлюються у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту та розщеплюються суто «нормальною» мікрофлорою кишечника, є поживою для корисної мікрофлори, яка стимулює її розвиток. У результаті покращується загальний функціональний стан організму тварин, підвищується продуктивність [4, с. 85; 7, с. 185; 8, с. 187].

На ринку кормів і кормових добавок України пропонується нова пробіотична кормова добавка «Біомагн», що являє собою суміш пробіотичних бактерій *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus coagulans*, *Enterococcus faecium*, висушених продуктів ферментації мікроорганізмів *Lactococcus Lactis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* і емульгатора [5, с. 111; 6, с. 26; 10, с. 101].

Мета роботи. Мета досліджень – з'ясування впливу синбіотичного препарату «Біомагн» на динаміку живої маси та відтворну здатність корів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Науково-господарський дослід провели на 4-х групах високопродуктивних повновікових корів-аналогів (на 1–2-ому місяцях лактації), по 8 голів у кожній. Тривалість досліді – 152 дні. Годівля корів усіх піддослідних груп була однаковою. Раціон корів контрольної групи складався з основних кормів, а в раціони корів 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп включали кормову добавку «Біомагн» (5, 6 і 7 г/гол./добу).

На формування молочної продуктивності корів суттєвий вплив мали показники їхньої відтворювальної здатності [7, с. 52]. Як відомо, висока молочна продуктивність і відтворна здатність значною мірою залежать від збереженості їхньої живої маси. Зважаючи на це, упродовж досліді враховували зміни показників живої маси піддослідних корів (табл. 1).

Аналіз даних таблиці 1 показав, що корови всіх піддослідних груп упродовж 1-го, 2-го та 3-го місяців лактації, які збігалися з 1–3 місяцями досліді, втрачали свою живу масу, що є характерним для новорозтелених корів, особливо високопродуктивних. Однак ці втрати у тварин дослідних груп були меншими. Якщо в 1-й контрольній групі за 1-й місяць досліді жива маса зменшилася на 15,3 кг, або 2,95%, то у 2-й, 3-й і 4-й дослідних групах відповідно на 8,7; 7,9 і 8,3 кг, або 1,66; 1,50 і 1,58%, що майже вдвічі менше.

За 2-й місяць досліді також відбулося зменшення живої маси піддослідних корів. У контрольних тварин воно становило в середньому 9,2 кг, або 1,8%, а в дослідних – 3,9–4,3 кг, або 0,75–0,83%.

На 3-му місяці експерименту втрати живої маси корів усіх груп порівняно з 1-м місяцем помітно зменшилися, проте в контрольних тварин вони були більш помітними, ніж у дослідних – 4,3 проти 2,0–2,2 кг.

Таблиця 1. Динаміка живої маси піддослідних корів (n = 8; M ± m)

Дата зважування		Групи			
		контрольна	дослідні		
		1	2	3	4
На початку досліді, кг		533,5 ± 3,7	532,7 ± 4,5	534,2 ± 3,5	533,4 ± 4,3
У кінці 1-го місяця досліді, кг		518,2 ± 3,2	524,0 ± 4,9	526,3 ± 2,7	525,1 ± 5,2
Втрати живої маси за 1-й міс. досліді:	кг	15,3 ± 0,80	8,7 ± 0,40***	7,9 ± 0,22***	8,3 ± 0,15***
	%	2,95	1,66	1,50	1,58
У кінці 2-го місяця досліді, кг		509,0 ± 3,9	520,1 ± 5,2	522,4 ± 3,5	520,8 ± 4,2
Втрати живої маси за 2-й міс. досліді:	кг	9,2 ± 0,20	3,9 ± 0,14***	3,9 ± 0,33***	4,3 ± 0,19***
	%	1,8	0,75	0,75	0,83
У кінці 3-го місяця досліді, кг		504,7 ± 3,6	518,0 ± 4,7	520,2 ± 3,9	518,8 ± 2,4
Втрати живої маси за 3-й міс. досліді:	кг	4,3 ± 0,20	2,1 ± 0,11***	2,2 ± 0,10***	2,0 ± 0,12***
	%	0,85	0,41	0,42	0,39
Втрати живої маси за три міс. досліді:	кг	28,8 ± 0,4	14,7 ± 0,2***	14,0 ± 0,1***	14,6 ± 0,4***
	%	5,40	2,76	2,62	2,74
В кінці 4-го місяця досліді, кг		506,9 ± 3,1	522,4 ± 2,5	524,9 ± 3,2	523,3 ± 2,7
Приріст живої маси за 4-й міс. досліді:	кг	2,2 ± 0,13	4,4 ± 0,23***	4,7 ± 0,09***	4,5 ± 0,15***
	%	0,43	0,85	0,90	0,87
У кінці 5-го місяця досліді, кг		513,6 ± 3,0	531,8 ± 4,5	533,7 ± 4,2	533,1 ± 4,1
Приріст живої маси за 5-й міс. досліді:	кг	6,7 ± 0,7	9,4 ± 0,3**	8,8 ± 0,5**	9,8 ± 0,4**
	%	1,32	1,80	1,68	1,87
Приріст живої маси за період досліді:	кг	8,9 ± 0,3	13,8 ± 0,4***	13,5 ± 0,3***	14,3 ± 0,2***
	%	1,76	1,76	2,66	2,76

Загальні втрати живої маси за перші три місяці лактації корів контрольної групи становили 28,8 кг, або 5,4%, а в їх аналогів із дослідних груп – 14,0–14,7 кг, або 2,62–2,76%.

Починаючи із 4-го місяця, жива маса піддослідних корів почала збільшуватись. У контрольних корів це збільшення становило 2,2 кг, або 0,43%, а в дослідних – 4,4–4,7 кг, або 0,85–0,90%. Ще вищими прирости живої маси були в корів на 5-му місяці досліді: у корів контрольної групи – 6,7 кг, або 1,32%, а в дослідних – 8,8–9,8 кг, або 1,68–1,87%. Загалом же за останні два місяці досліді жива маса корів контрольної групи зросла на 8,9 кг, або 1,76%. Щодо приросту живої маси в дослідних корів, то він становив 13,5–14,3 кг, або 2,60–2,76%, що вище, ніж у контролі, на 4,6–5,4 кг, або 51,7–60,7%.

Поряд із показниками живої маси піддослідних корів оцінювали їхню відтворну здатність за тривалістю сервіс-періоду й індексом осіменіння.

Таблиця 2. Показники відтворної здатності піддослідних корів (n = 8; M ± m)

Показник	Групи			
	контрольна	дослідні		
		1	2	3
Тривалість сервіс-періоду, днів	99	82	79	80
± до контролю	–	–17	–20	–19
Індекс осіменіння	1,67	1,23	1,19	1,25
± до контролю	–	–0,44	–0,48	–0,42

Корови дослідних груп за тривалістю сервіс-періоду випереджали свої аналоги з контрольної групи на 17–20 днів. Найменшим періодом від отелення до запліднення відзначалися корови 3-ї дослідної групи, які через 79 днів після отелення були запліднені, тоді як тварини контрольної групи були запліднені на 20 днів пізніше. Корови 2-ї та 4-ї дослідних груп за тривалістю сервіс-періоду поступалися тваринам 3-ї дослідної групи лише на 3 і 2 дні. Щодо індексу осіменіння, то він був меншим у корів 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп порівняно з контролем на 0,44; 0,48 і 0,42. Якщо на одно запліднення корів контрольної групи потрібно було провести в середньому 1,67 осіменіння, то для тварин 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп – 1,23; 1,19 і 1,25 осіменіння. Практично дослідні корови порівняно з контрольними запліднювалися після першого осіменіння, що, очевидно, пов'язано з уведенням кормової добавки «Біомагн» у раціон дійних корів.

Висновки. Доведення рівня пробіотичної кормової добавки «Біомагн» у раціоні високопродуктивних лактуючих корів до 5–7 г/гол./добу сприяє зменшенню втрат живої маси корів за перші 100 днів лактації до 2,6–2,8 проти 5,4% у контролі, тривалості сервіс-періоду (на 17–20 днів) та індексу осіменіння (на 0,42–0,48), а також витрат кормів на молоко (на 5,6–7,8%).

Перспективи подальших досліджень – визначення впливу пробіотичної кормової добавки «Біомагн» у раціоні високопродуктивних лактуючих корів на якісні показники молока.

Список використаних джерел

1. Брода Н.А. Природна резистентність організму корів та їх телят за дії препарату «Оліговіт». *Біологія тварин*. 2011. Т. 13. № № 1–2. С. 397–401.
2. Величко В.О. До питання залежності продуктивності корів від імунологічного ресурсу їх організму в умовах техногенного навантаження. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок та Інституту біології тварин*. 2017. Вип. 18. № 1. С. 301–304.
3. Віщур О.І. Вплив вітамінно-мінерального комплексу «Оліговіт» на показники фагоцитозу нейтрофілів крові у тільних корів-первісток та їхніх телят. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3. С. 3–8.
4. Довгій Ю.Ю., Сеніченко В.Ю., Фещенко Д.В., Чала І.В. Вплив вітамінно-мінеральних комплексів на молочну продуктивність та гематологічні показники корів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 85–91.
5. Замазій А.А., Камбур М.Д., Колечко А.В. Целлолозолітична активність мікроорганізмів у процесі формування рубцевого травлення в телят. *Фізіологічний журнал*. 2019. Т. 65. № 3 (Додаток). С. 111.
6. Камбур М.Д., Замазій А.А., Колечко А.В. Рубцева ферментація та біологічні індекси крові телят. *Актуальні проблеми фізіології тварин* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, 3–5 травня 2018 р. Чернівці, 2018. С. 40.
7. Приліпко Т.М. Аліментарне підвищення відтворювальної функції великої рогатої худоби : монографія. Кам'янець-Подільський : Віта Друк, 2022. 390 с.
8. Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Нейрогуморальна регуляція обміну речовин у разі порушення травлення в жуйних. *Таврійський науковий вісник*. Серія «Сільськогосподарські науки» ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 123. С. 187–192.
9. Kalynka A.K., Lesyk O.B., Prylipko T.M. Optimization of growing and feeding of different breeds of ruminants and their hybrids with an average level of feeding in the conditions of the carpathian region of Bukovina. *SWorldJournal* (online). Svishtov, Bulgaria, 2022. Issue 14. Part 1. P. 42–47.
10. Chechet O., Lozhkina O., Prylipko T., Kovalenko V., Kupnevskaya M., Pavlunko V., Lytvynenko S. The general morpho-functional state of the studied organs with the use of drugs with immuno-corrective and biocidal effects during the cultivation of broiler chickens. *S World Journal* : The international scientific periodical journal. 2022. Issue 15. Part 1. P. 97–116.
11. Prylipko T.M. The influence of maternal nutrition on the duration of intrauterine development of calves. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal* (online). June 2023. Issue № 27. Part 1. Karlsruhe, Germany, 2023. P. 86–89. DOI: 10.30890/2567-5273.2023-27-01-033.
12. Vudmaska I. Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation and blood parameters in transition dairy cows. XVII. Middle European Buiatrics Congress. Strbske Pleso – High Tatras, Slovakia, 2017. P. 89.
13. Wang C., Wu J., Casper D., Lang X., Pan F., Song S., Wang F., Gong X. Rumen fermentation and rumen microorganism enzymes activity of Oura-type Tibetan sheep in different seasons. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96. Issue suppl 3. P. 470.

Kostash V. B.

Postgraduate Student at the Department of Food Technologies of Food Production and Standardization,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Prylipko T. M.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Food Technologies of Food Production and Standardization,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: vtl280726p@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8178-207X

THE EFFECT OF THE SYNBiotic DRUG "BIOMAGN" ON THE DYNAMICS OF LIVE WEIGHT AND REPRODUCTIVE ABILITY OF COWS

Abstract

The data of the study of the influence of different doses of the probiotic feed additive "Biomagn" on the dynamics of live weight and reproductive ability of cows are presented. It was found that cows of all experimental groups during the 1st, 2nd and 3rd months of lactation, which coincided with the 1st – 3rd months of the experiment, lost their live weight, which is typical for newly calved cows, especially high-yielding ones. However, these losses in animals of the experimental groups were smaller by 8,7; 7,9 and 8,3 kg, or 1,66; 1,50 and 1,58%, respectively, which is almost two times less. During the 2nd month of the experiment, there was also a decrease in the live weight of experimental cows. Moreover, in control animals it was on average 9,2 kg, or 1,8%, and in experimental animals – 3,9–4,3 kg, or 0,75–0,83%. In the third month of the experiment, the losses in live weight of cows of all groups compared to the 1st month decreased significantly, but in control animals they were more noticeable than in experimental ones – 4,3 versus 2,0–2,2 kg. In general, over the last two months of the experiment, the live weight of cows in the control group increased by 8,9 kg, or 1,76%. As for the increase in live weight in experimental cows, it was 13,5–14,3 kg, or 2,60–2,76%, which is higher than in the control, by 4,6–5,4 kg, or 51,7–60,7%. The formation of milk productivity of cows was significantly influenced by indicators of their reproductive ability. Cows of experimental groups were ahead of their counterparts from the control group by the duration of the service period by 17–20 days. At the same time, the shortest period from calving to fertilization was observed in cows of the 3rd experimental group, which were fertilized 79 days after calving, while animals of the control group were fertilized 20 days later. As for the insemination index, it was lower in cows of the 2nd, 3rd and 4th experimental groups compared to the control by 0,44; 0,48 and 0,42. If for one insemination of cows of the control group it was necessary to carry out an average of 1,67 inseminations, then for animals of the 2nd, 3rd and 4th experimental groups – 1,23; 1,19 and 1,25 inseminations. Practically, experimental cows compared to the control ones were inseminated after the first insemination, which is obviously due to the introduction of the feed additive "Biomagn" into the diet of dairy cows.

Key words: live weight, reproductive capacity, cows, diet, fertilization, insemination index, feed additive.

References

1. Broda, N.A. (2011). Pryrodna rezystentnist orhanizmu koriv ta yikh teliat za dii preparatu "Olihovit" [Natural resistance of the body of cows and their calves under the action of the drug "Oligovit"]. *Biolohiia tvaryn – Animal biology*. Iss. 13, 1–2. pp. 397–401 [in Ukrainian].
2. Velychko, V.O. (2017). Do pytannia zalezhnosti produktyvnosti koriv vidimunolohichnoho resursu yikh orhanizmu v umovakh tekhnohennoho navantazhennia [On the issue of the dependence of cow productivity on the immunological resource of their organism under conditions of technogenic load]. *Naukovo-tekhnichniy biulleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn – Scientific and technical bulletin of the State Research Control Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives and the Institute of Animal Biology*. Iss. 18, 1. pp. 301–304 [in Ukrainian].
3. Vishchur, O.I. (2015). Vplyv vitaminno-mineralnoho kompleksu "Olihovit" napokaznyky fahotsytozu neutrofiliv krovi u tilnykh koriv-pervistok ta yikhnikh teliat [The effect of the vitamin-mineral complex "Oligovit" on blood neutrophil phagocytosis indicators in calving cows and their calves]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho – Scientific Bulletin of the S.Z. Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. Iss. 17, 3. pp. 3–8 [in Ukrainian].
4. Dovhii, Yu.Yu., Senichenko, V.Yu., Feshchenko, D.V., & Chala, I.V. (2019). Vplyvvitaminno-mineralnykh kompleksiv na molochnu produktyvnist ta hematolohichni pokaznyky koriv [The effect of vitamin-mineral complexes on milk production and hematological indicators of cows]. *Visnyk PDAA – Bulletin of the PDAA*. 2. pp. 85–91 [in Ukrainian].
5. Zamazii, A.A., Kambur, M.D., & Kolehko, A.V. (2019). Tselulolytychnaaktyvnist mikroorhanizmiv v protsesi formuvannia rubtsevoho travlennia u teliat [Cellulolytic activity of microorganisms in the process of formation of scar digestion in calves]. *Fiziol. zhurn – Physiol. Journal*, iss. 65, 3. p. 111 [in Ukrainian].
6. Kambur, M.D., Zamazii, A.A., & Kolehko, A.V. (2018). Rubtseva fermentatsiia tabiolohichni indeksy krovi teliat [Scar fermentation and biological indices of calf blood]. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy*

fiziologii tvaryn", prysviachenoi 120-richchiu Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy – *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Current Problems of Animal Physiology"*, dedicated to the 120th anniversary of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. p. 40 [in Ukrainian].

7. Prylipko, T.M. (2022). Alimentarne pidvyshchennia vidtvoriuvalnoi funktsii velykoi rohatoi khudoby [Nutritional enhancement of the reproductive function of cattle]: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi. Vita Druk [in Ukrainian].

8. Prylipko, T.M., & Koval, T.V. (2022). Neirohumoralna rehuliatsiia obminu rechovyn u razi porushennia travlennia v zhuinykh [Neurohumoral regulation of metabolism in case of digestive disorders in ruminants]. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Seriia "Silskohospodarski nauky" – Tavrichesky Scientific Bulletin. Series "Agricultural Sciences"*. Khersonskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet. Kherson. Vydavnychiy dim "Helvetyka". Iss. 123. pp.187–192 [in Ukrainian].

9. Kalyinka, A.K., Lesyk, O.B., & Prylipko, T.M. (2022). Optimization of growing and feeding of different breeds of ruminants and their hybrids with an average level of feeding in the conditions of the carpathian region of Bukovina. *Sworld Journal (online)*. Svishtov, Bulgaria. Issue 14. Part 1. p. 42–47 [in English].

10. Chechet, Olha, Lozhkina, Olena, Prylipko, T.M., Kovalenko, Vyacheslav, Kupnevskaya, Mariia, Pavlunko, Volodymyr, Lytvynenko, Serhii (2022). The general morpho-functional state of the studied organs with the use of drugs with immuno-corrective and biocidal effects during the cultivation of broiler chickens. *The International Scientific Periodical Journal "SWorld Journal"*. Issue 15. Part 1. pp. 97–116 [in English].

11. Prylipko, T.M. (2023). The influence of maternal nutrition on the duration of intrauterine development of calves. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal (online)*. June. Issue № 27. Part 1. Karlsruhe, Germany. pp. 86–89. DOI: 10.30890/2567-5273.2023-27-01-033 [in English].

12. Vudmaska, I. (2017). Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation and blood parameters in transition dairy cows. *XVII Middle European Buiatrics Congress*. Strbske Pleso – High Tatras, Slovakia, p. 89 [in English].

13. Wang, C., Wu, J., Casper, D., Lang, X., Pan, F., Song, S., Wang, F., & Gong, X. (2018). Rumen fermentation and rumen microorganism enzymes activity of Oura-type Tibetan sheep in different seasons. *Journal of Animal Science*. Volume 96, Issue suppl 3. p. 470 [in English].

УДК 631.816.11

Кудла Б. Я.

старший викладач кафедри агрономії та екології,
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»
Бережани, Україна
E-mail: kudlabogdan4@gmail.com
ORCID: 0009-0008-3604-5610

Шпигун В. А.

агроном,
компанія «Контінентал Фармерз Груп»
Тернопіль, Україна
E-mail: Shiptun_az19@niwvm.edu.ua
ORCID: 0009-0001-6795-5640

ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ НОРМ ПРИПОСІВНОГО УДОБРЕННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО (*BRASSICA NAPUS L.*) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Анотація

У статті досліджується ефективність різних норм припосівного удобрення ріпаку озимого на чорноземі вилугуваному в умовах Західного Лісостепу. Основною метою є визначення оптимальних норм удобрення для підвищення врожайності ріпаку озимого (*Brassica napus L.*), оцінювання морфо-біологічного стану рослин протягом періоду вегетації.

Дослідження проведено на території Підгаєцького району Тернопільської області, що є ґрунтово-кліматичною зоною Західного Лісостепу. Ґрунт досліджуваних ділянок – чорнозем вилугуваний, глибокий, середньогумусований, важкий суглинок. Ґрунт є типовим для зони, вклинюється в масиви чорноземів опідзолених і типових. Посів здійснювався посівним зерновим комплексом “Horsch Focus 7 MT” з одночасним внесенням припосівного комплексного гранульованого добрива. На всіх досліджуваних варіантах застосовувалась ідентична технологія вирощування, у дослідженні було дотримано умови чинника єдиної відміни. Гібрид – Трезор. Попередником на полі була пшениця озима, попереднього обробітку ґрунту перед посівом не проводилось.

Було складено лінійні залежності між кількістю абортіваних стручків і кількістю сформованих стручків, а також між діаметром кореневої шийки та кількістю сформованих стручків.

Результати досліджень показали значний вплив норм припосівного удобрення на врожайність ріпаку озимого, а також високі коефіцієнти кореляції між морфологічними показниками (ознаками) рослин ріпаку.

Результати показали, що наявний тісний зв'язок між урожайністю зерна та рівнем удобрення. Водночас результати свідчать про наявність обмежувального чинника на досліджуваних ґрунтах, а також про значні ґрунтові резерви елементів живлення.

Оптимальні норми припосівного удобрення ріпаку озимого забезпечують високу врожайність насіння. Запропоновані норми удобрення дозволяють досягти стабільного розвитку агрофітоценозу та високої продуктивності ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу на чорноземі вилугуваному.

Ключові слова: ріпак озимий, припосівне удобрення, мінеральні добрива, урожайність, кореляція.

Вступ. Постійне зростання світового попиту на харчову олію й енергетичні матеріали підкреслює значущість досліджень із вирощування олійних культур, зокрема ріпаку озимого (*Brassica napus L.*). Він є однією з основних олійовмісних культур, що має провідні позиції у світовому виробництві олії, із загальним обсягом виробництва приблизно 76 мільйонів тонн, а також важливим компонентом сівозміни, завдяки здатності покращувати структуру ґрунту та зберігати біорозмаїття. Позитивний вплив ріпаку на збагачення ґрунту органічними речовинами та фіксацію вуглецю робить його цінною культурою з агроекологічного погляду [6].

Олійний ріпак варто віднести до важливого джерела харчової олії й енергетичних матеріалів. Загальне виробництво у світі становить приблизно 76 млн тонн, а оброблювана площа – 42 млн га [7].

З агрономічного погляду озимий ріпак – ранній попередник і чудово доповнює сівозміну. Такий попередник покращує структуру та родючість ґрунту, а також забезпечує біорозмаїття, яке допомагає зменшити тиск хвороб, бур'янів, шкідників для наступних культур. Також ріпак є однією з найкращих культур для зберігання вуглецю у ґрунті та підвищення вмісту органічної речовини [10].

Норма внесення добрив є одним із вирішальних чинників вирощування, що контролює ріст ріпаку та формування врожаю. Виявлено, що на ріст і врожайність ріпаку озимого суттєво впливають норми азотних добрив, фосфору та калію. Надмірні норми добрив або невідповідний час унесення можуть збільшити вміст азоту в насінні, зменшити вміст олії та його комерційну цінність. Тому вибір правильної дози, джерела та часу внесення

припосівних, стартових добрив є важливим аспектом виробництва ріпаку. Проблема типу внесених добрив, яка рідко береться до уваги дослідниками й агрономами-практиками, є ще більш неоднозначною [1; 8].

Однією із ключових складових частин технології вирощування сільськогосподарських культур є припосівне удобрення, яке впливає на початковий ріст і розвиток рослин, є критичним для закладки майбутнього врожаю. Відомо, що різні норми мінерального удобрення можуть мати суттєвий вплив як на врожайність, так і на якість продукції. Тому постає необхідність у визначенні оптимальних норм припосівного удобрення, яке забезпечить максимальну ефективність за мінімальних витрат [2; 5].

Припосівне удобрення в сучасному сільському господарстві – важлива складова частина оптимізації багатьох сільськогосподарських культур. Польові дослідження, проведені в різних регіонах України, доводять, що підвищення ефективності використання азоту має велике значення для сталого сільського господарства, особливо для культур, які потребують високого вмісту N, як-от ріпак озимий [1].

Учені з усього світу вивчають вплив різних норм припосівного удобрення на врожайність сільськогосподарських культур. За високих норм фосфорно-калійних добрив в орному шарі ґрунту формується бездефіцитний баланс поживних речовин і азоту. Зазначено позитивну динаміку впливу на ріст і розвиток рослин упродовж усього вегетаційного періоду [3; 9]. Застосування фосфорно-калійних добрив сприяє підвищенню фотосинтезу та покращенню азотного обміну в рослинах. Оптимальні норми цих добрив сприяють збільшенню вмісту олії в насінні ріпаку озимого, що є важливим показником для промислового використання культури [4].

Мета роботи. Визначення оптимальних норм припосівного удобрення для отримання високої врожайності ріпаку озимого в агрокліматичних умовах вирощування Західного Лісостепу.

Актуальність даних досліджень зумовлена необхідністю розроблення науково обґрунтованих норм припосівного удобрення для ріпаку озимого, які враховують специфіку ґрунтового-кліматичних умов Західного Лісостепу та сприятимуть підвищенню врожайності та якості продукції.

Конкретні завдання дослідження включають вивчення впливу різних доз припосівного застосування фосфору, калію, азоту на фізіологічний стан і розвиток рослин, урожайність та якість зерна ріпаку озимого.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення оптимальних доз добрив для припосівного живлення для ріпаку озимого є актуальним питанням, яке спрямоване на підвищення рентабельності та стабільності виробництва, зменшення негативного впливу на довкілля та створення науково обґрунтованих рекомендацій для виробників.

Дослідження проводили на дослідних ділянках у Підгаєцькому районі Тернопільської області, який належить до Західного Лісостепу. Тип ґрунту – чорнозем вилугуваний, глибокий, середньогумусований, важкий суглинок, який є типовим для зони із чітко визначеними агрокліматичними умовами. Поле засівали універсальною сівалкою “Horsch Focus 7 MT” з одночасним унесенням гранульованого добрива у третій декаді серпня 2022–2023 рр. Комплексне мінеральне гранульоване добриво “YaraMila NPK 8-24-24 + 5 SO₃” до складу якого входять: азот загальний (N) – 8%; нітратний (NO₃) – 0,8%; амонійний (NH₄) – 7,2%; фосфор (P₂O₅) – 24%; калій (K₂O) – 24%; сірка (SO₃) – 5%; бор (B) – 0,01%; залізо (Fe) – 0,1%; марганець (Mn) – 0,01%; цинк (Zn) – 0,01%, вносили одночасно з посівом, сівалкою “Horsch Focus 7 MT”, на глибину 18–23 сантиметри. Гранули добрива мали однаковий розмір, що допомогло досягти ідеальної точності внесення.

Під час посіву використовували гібрид Треззор. Попередник – пшениця озима. Додаткового обробітку ґрунту не проводили. Схему досліді наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Схема досліді

№ варіанту	Назва добрива	Норма внесення, кг/га
V0	без добрива (контроль)	0
V1	YaraMila NPK 8-24-24 + 5SO ₃	50
V2	YaraMila NPK 8-24-24 + 5SO ₃	100
V3	YaraMila NPK 8-24-24 + 5SO ₃	150
V4	YaraMila NPK 8-24-24 + 5SO ₃	200

Для контролю морфо-біологічного стану рослин протягом вегетації здійснювали дистанційний моніторинг за допомогою індексів NDVI. Проводили облік рослин для аналізу динаміки їхнього росту та ступеня поширення хвороб. Використано математичні методи для встановлення лінійної залежності між кількістю абортів і сформованих стручків, а також між діаметром кореневої шийки та числом стручків.

Дослідження проводилися в господарстві ТОВ «Мрія Фармінг Карпати» Тернопільської області (49°17'28.9"N, 25°15'12.4"E) України. За осінньо-зимовий період вегетації випало 259,9 мм опадів, що є більшим, ніж середньобагаторічні дані.

П'ять варіантів досліді були розміщені на полі господарства, загальною посівною площею поля 42,2 га. Рельєф поля рівномірний, кут нахилу в різних місцях становить від 1 до 2 градусів, перепад висот у межах поля не більше п'яти метрів, що дає нам змогу нівелювати вплив рельєфу на перебіг проведення дослідження. Посівна площа кожного з варіантів досліді становила 2,6 га. Кожна дослідна ділянка була відділена розмежувальною

смугою завширшки у два метри. Норма висіву насіння становила 350 тис. шт./га, глибина посіву варіювалась від 2 до 3-х сантиметрів.

Усі агротехнологічні операції із застосуванням важкої сільськогосподарської техніки (зокрема, і весняне підживлення розкидачами мінеральних добрив) проводились по технологічним коліях упоперек посіву, це унеможливило негативний вплив на врожайність конкретної ділянки.

Збір урожаю проводили прямим механізованим методом, комбайном “CLAAS Lexion 770” із гібридною жаткою “Convio 1230”. Вологість зерна була в межах 7–10%, залежно від кожної ділянки. Облік і зважування врожаю проводили безпосередньо на полі, за допомогою вагового перенавантажувача “Hawe ULW 3000”.

В осінній період, починаючи від фази четвертого листка та протягом шести тижнів, було візуально помітно реакцію рослин ріпаку на відповідну кількість азоту, що надійшла у ґрунт із припосівним удобренням.

Рекомендації щодо вмісту фосфору та калію базуються на результатах аналізів ґрунту. Ріпак може змінювати хімічний склад ґрунту навколо своїх коренів, забезпечувати більше поглинання фосфору, ніж пшениця. Однак належний рівень фосфору в перші 2–6 тижнів після сходів є критичним для високого врожаю. У цей період молоді рослини потребують оптимального забезпечення фосфором для формування сильної кореневої системи та подальшого росту. Замале забезпечення фосфором у початковій фазі розвитку може призвести до зменшення біомаси та зниження врожайності, оскільки фосфор відіграє ключову роль у процесах енергетичного обміну [6].

Програма спостережень передбачала польові обліки впродовж усього періоду вегетації, обліки біологічної та залікової врожайності, оцінювання досліджуваних ділянок за допомогою супутникового моніторингу землі. Визначення біологічної врожайності та контрольного обліку проводилися в першій декаді липня досліджуваних років.

З головних відмінностей, які варто відзначити, нижча висота рослин у контрольному варіанті без добрив, проте найнижчий відсоток абортіваних стручків. Пояснюється це меншою біомасою, кращим мікрокліматом в агрофітоценозі.

Упродовж вегетаційного періоду на всіх варіантах посіву ріпаку озимого визначено такі біометричні показники на рослинах: висоту рослин та висоту ярусу стручків, кількість сформованих стручків і їх збереженість перед збиранням (табл. 2).

Таблиця 2. Дані польового обліку рослин ріпаку озимого залежно від припосівного удобрення за 2022–2023 рр.

Варіант досліджу	Висота рослин, см	Висота ярусу стручків, см	Кількість сформованих стручків, шт.	Кількість абортіваних стручків, шт.	Збережені стручки, %	Абортівні стручки, %	Діаметр кореневої шийки, мм
V0	135,3	53,6	202,2	145,1	28,2	71,8	16,0
V1	173,3	56,6	252,3	96,3	61,8	38,2	25,8
V2	167,3	52,3	286,1	85,8	70,0	30,0	22,7
V3	180,0	58,8	287,0	28,8	90,0	10,0	23,0
V4	169,7	56,8	259,4	63,3	75,6	24,4	24,4

Дослідженнями встановлено, на варіантах із застосуванням добрива “YaraMila NPK 8-24-24 + 5SO₃” висота рослин ріпаку озимого в мікростадії BBCH 80 варіювала в межах 135,5–180,0 см залежно від норми внесення. Найвищими вони були на варіанті V3 (норма внесення – 150 кг/га), а найнижчими на варіанті контроль. Висота ярусу стручків значною мірою залежала від норми внесення припосівного добрива. Найнижчий ярус стручків зафіксували на варіанті V1 – без припосівного удобрення – 53,6 см. Нами була помічена тенденція до збільшення висоти ярусу стручків зі збільшенням норм добрива. Максимальними були показники на варіанті V3 з унесенням добрива “YaraMila NPK 8-24-24 + 5SO₃” – 58,8 см. Однак на ділянках, де вносили припосівне добриво в нормі 200 кг, висота ярусу стручків була дещо меншою і становила 56,8 см.

Показники кількості сформованих стручків досить різнилися, від 202,2 до 287,0 шт. на одній рослині. Найменше стручків було сформовано на контрольному варіанті, без припосівного удобрення. У середньому за два роки досліджень їх сформувався лише 202,2 шт., з них 145,1 шт. осипалося. На варіантах, де вносили припосівне добриво, стручків, які були сформовані, збереглося значно більше. Так, на ділянках варіанту V1 – 156,0 шт. із 252,3 шт., на варіанті V2 – 200,3 шт. із 286,1 шт., найкращими ці показники були в рослин V3 варіанту – 258,2 шт. із 287,0 шт. сформованих, на ділянках варіанту V4 – 196,1 шт. із 259,4 шт. У результаті проведеного аналізу даних зазначено, що 90% сформованих стручків на рослинах ріпаку озимого збереглося на дослідних ділянках, де вносили припосівне добриво в нормі 150 кг, однак без унесення добрив їх залишилося лише 28,2%.

Також за результатами спостережень зазначимо, вирізняється прямий коефіцієнт кореляції між кількістю сформованих стручків і кількістю абортіваних стручків. Це також підтверджує дослідження від “AAFC”, що лише від 40 до 55% відсотків квіток, що утворюються на рослині, розвиваються у продуктивні стручки, які зберігаються до збору врожаю. У їхньому дослідженні, яке проводилось у посушливий рік, найбільш продуктивні стручки були із квіток, що розкрилися протягом перших 15 днів після цвітіння на головному стеблі та перших трьох другорядних гілках. Згідно з результатами обліків було складено лінійні залежності (рис. 1, 2).

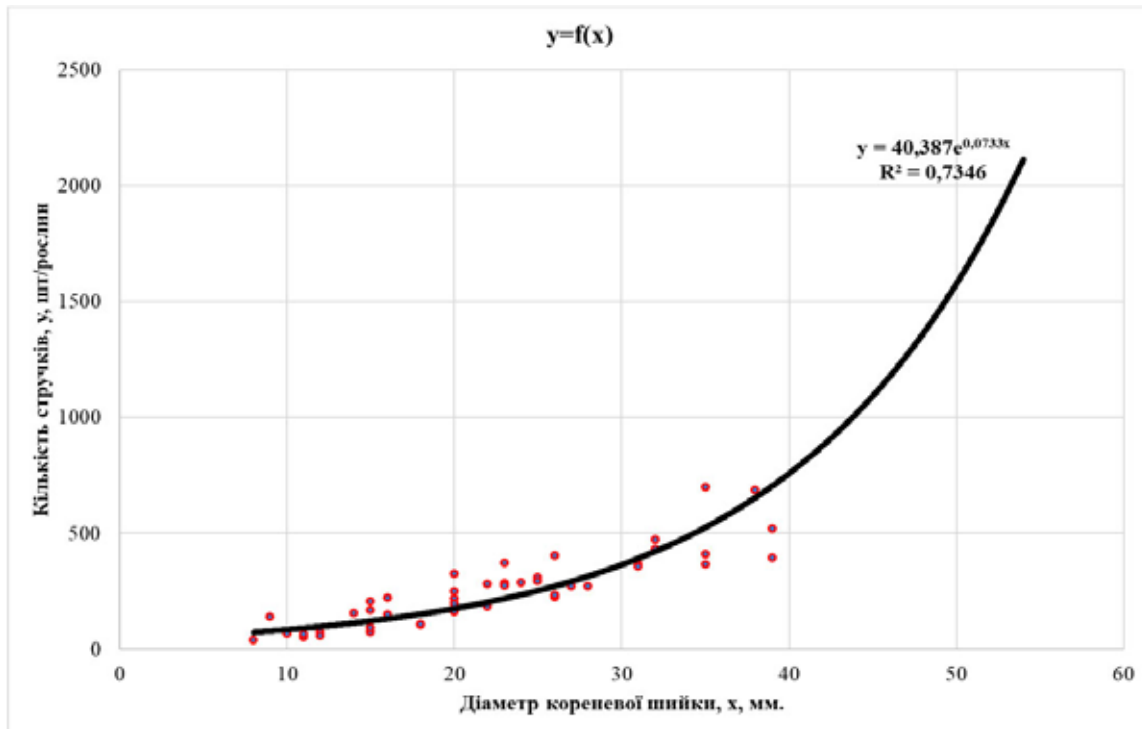


Рис. 1. Регресійна математична залежність між кількістю сформованих стручків і діаметром кореневої шийки

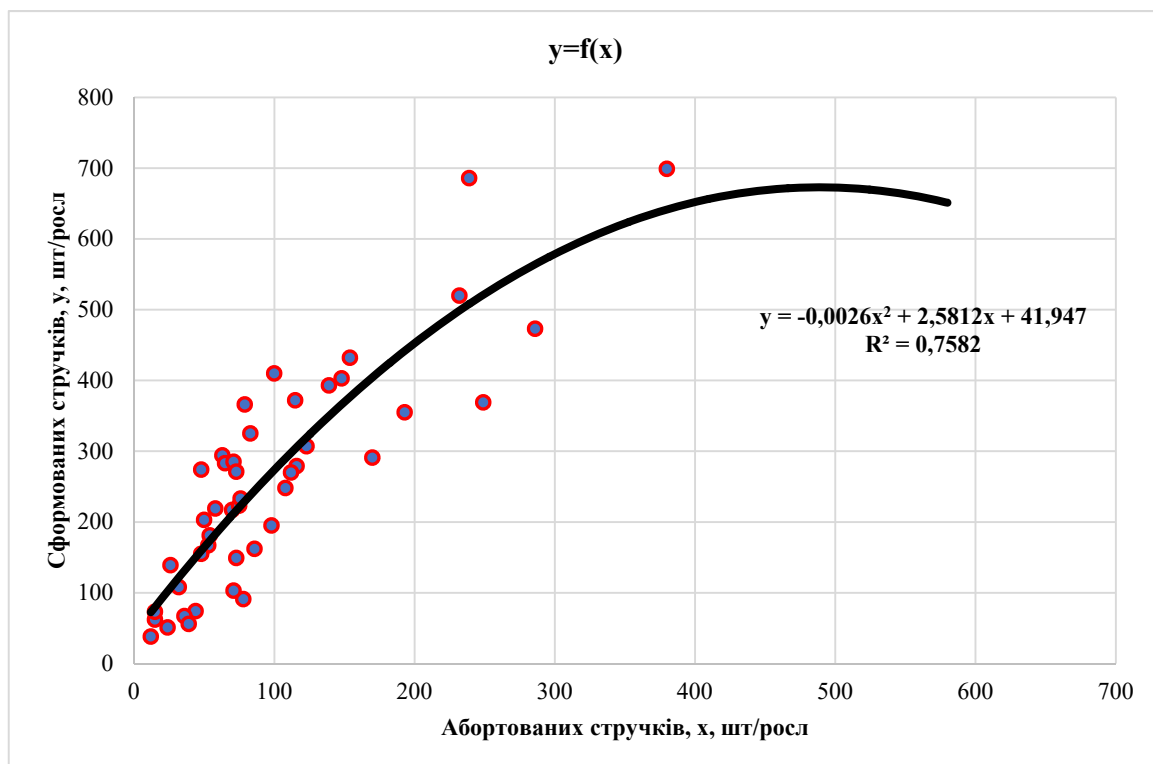


Рис. 2. Регресійна математична залежність між кількістю сформованих стручків і кількістю абортів стручків

Високі коефіцієнти кореляції свідчать про те, що обидві пари змінних мають схожі тенденції у варіації значень. Важливо зауважити, що великий коефіцієнт кореляції не обов'язково вказує на причинно-наслідковий зв'язок між змінними, він визначає лише ступінь лінійної взаємності.

Зокрема, спостережено сильну кореляційну залежність між діаметром кореневої шийки та кількістю сформованих стручків, а також кількістю сформованих стручків та кількістю абортів стручків на всіх варіантах дослідів.

Висновки. Дослідження, проведені у 2022–2023 рр., підтверджують, вирощування озимого ріпаку в агрокліматичних умовах Лісостепу Західного потребує раціонального використання припосівних добрив. Різні норми добрива мають значний вплив на різницю висоти рослин, висоту ярусу стручків, кількість сформованих і кількість збережених стручків посівів ріпаку озимого гібриду Треззор, імовірно, і на ріст і розвиток рослин наступної культури завдяки післядії, проте це питання ще варто дослідити окремо.

Також простежується кореляція між діаметром кореневої шийки та кількістю сформованих стручків, що пояснюється тим, що коренева шийка та прикоренева зона точки росту містить вузол концентрації провідних тканин, отже, що більший цей вузол, то більше елементів живлення, води, інших речовин може прокачати по судинах рослини та засвоїти їх.

Список використаних джерел

1. Господаренко Г. Удобрення ріпаку (*Rapeseed fertilizer*). *Пропозиція*. 2023. URL: <https://propozitsiya.com/ua/udobrennya-ri-paku-0b>.
2. Короткова І., Дробітько А. Вплив способу сівби й удобрення на входження в зиму ріпаку озимого в умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 47–52. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.08>.
3. Короткова І., Дробітько А. Урожайність та якість насіння ріпаку озимого залежно від густоти посівів в умовах Лісостепу України. *Таврійський вісник*. 2024. № 139. Ч. 1. С. 92–99. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.13>.
4. Стельмах О., Григорів Я., Киричук І. Продуктивність сортів ріпаку озимого за різних варіантів удобрення. *Молодий вчений*. 2019. № 7 (71). С. 169–174. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-7-71-35>.
5. Стельмах О., Киричук І., Григорів Я., Туць Л. Урожайність ріпаку озимого залежно рівня удобрення та захисту від бур'янів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 159–165. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.20>.
6. Antonenko A., Savchuk Yu. Influence of sowing and fertilizers plant development under rape right bank Forest-steppe Ukraine. *Scientific Horizons*. 2016. Vol. 19. № 1. P. 87–94. URL: <https://surl.li/lrsglm>.
7. Claim J., Kathrin O. Soil nutrient management for canola. *EBO2244*. 2016. URL: <https://surl.li/lfygeo>.
8. Horash O., Klymyshena R., Suchek V. Yield of marketable seeds of technical hemp depending on the impact of sowing rates and variety. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 5. № 1. P. 51–59. [https://doi.org/10.48077/sci-hor.25\(1\).2022.51-59](https://doi.org/10.48077/sci-hor.25(1).2022.51-59).
9. Shahini E., Myalkovsky R., Nebaba K., Ivanyshyn O., Liubytka D. Economic and biological characteristics and productivity analysis of sunflower hybrids. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. № 8. P. 83–95. <https://doi.org/10.48077/sci-hor.2023.83>.
10. Williams S., Arcand M., Melissa M. Nitrogen use efficiency in parent vs. hybrid canola under varying nitrogen availabilities. *Plants*. Vol. 10. № 1. P. 1–15. <https://10.3390/plants10112364>.

Kudla B. Ya.

Senior Lecturer at the Department of Agronomy and Ecology,
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
“Berezhany Agrotechnical Institute”
Berezhany, Ukraine
E-mail: kudlabogdan4@gmail.com
ORCID: 0009-0008-3604-5610

Shpitun V. A.

Agronomist,
The Company “Continental Farmers Group”
Ternopil, Ukraine
E-mail: Shpitun_az19@nuwm.edu.ua
ORCID: 0009-0001-6795-5640

EFFICIENCY OF DIFFERENT RATES OF PRE-SOWING FERTILIZATION OF WINTER RAPE (*BRASSICA NAPUS L.*) IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE ON LEACHED CHERNOZEM

Abstract

This article investigates the efficiency of different rates of pre-sowing fertilization of winter rape on leached chernozem in the conditions of the Western Forest-Steppe. The primary objective is to determine the optimal fertilization rates to increase the yield of winter rape (*Brassica napus L.*) and to assess the morpho-biological state of the plants throughout the growing season.

The research was conducted in the Pidhaichsky district of the Ternopil region, a soil-climatic zone of the Western Forest-Steppe. The soil of the experimental plots is leached chernozem, deep, moderately humus-rich, heavy loam. This soil type is typical for the region, interspersed with podzolic and typical chernozems. Sowing was carried out using the Horsch Focus 7 MT grain seeder complex with simultaneous application of pre-sowing granular complex fertilizer. The same cultivation technology was used for all

studied variants, adhering to the single difference factor condition. The hybrid used was Trezor. The preceding crop was winter wheat, with no prior soil tillage before sowing.

Linear dependencies between the number of aborted pods and the number of formed pods, as well as between the root neck diameter and the number of formed pods, were also established.

The study results showed a significant impact of pre-sowing fertilization rates on the yield of winter rape, with high correlation coefficients between the morphological characteristics of rape plants.

The results indicated a close relationship between seed yield and fertilization level. At the same time, the results suggest the presence of a limiting factor in the studied soils, as well as significant soil reserves of nutrients.

Optimal pre-sowing fertilization rates for winter rape ensure high seed yield. The proposed fertilization rates allow for stable agrobiocenosis development and high winter rape productivity in the conditions of the Western Forest-Steppe on leached chernozem.

Key words: winter rape, pre-sowing fertilization, mineral fertilizer, yield, correlation.

References

1. Gospodarenko, G. (2023). *Udobrennia ripaku [Rapeseed fertilizer]. Propozytsiia*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/udobrennya-ripaku-0b> [in Ukrainian].
2. Korotkova, I., & Drobytko, A. (2024). Vplyv sposobu sivby y udobrennia na vkhodzhennia v zymu ripaku ozymoho v umovakh Lisostepu Ukrainy [The influence of the method of sowing and fertilization on the onset of winter rape in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 47–52. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.08> [in Ukrainian].
3. Korotkova, I., & Drobytko, A. (2024). Vrozhainist ta yakist nasinnia ripaku ozymoho zalezhno vid hustoty posiviv v umovakh Lisostepu Ukrainy [The yield and quality of winter rapeseed depending on the density of crops in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 139 (1), 92–99. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.13> [in Ukrainian].
4. Stelmakh, O., Hryhoriv, Ya., & Kyforuk, I. (2019). Produktyvnist sortiv ripaka ozymoho za riznykh varian-tiv udobrennia [Productivity of winter rape varieties under different fertilization options]. *Molodyi vchenyi*, 7 (71), 169–174. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-7-71-35> [in Ukrainian].
5. Stelmakh, O.M., Kyforuk, I.M., Hryhoriv, Y.Ya., & Tuts, L.I. (2022). Urozhainist ripaka ozymoho zalezhno rivnia udobrennia ta zakhystu vid burianiv [The yield of winter rape depends on the level of fertilization and protection against weeds]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 127, 159–165. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.20> [in Ukrainian].
6. Antonenko, A., & Savchuk, Yu. (2016). Influence of sowing and fertilizers plant development under rape right bank Forest-steppe Ukraine. *Scientific Horizons*, 19 (1), 87–94. Retrieved from: <https://surl.li/lrsglm> [in English].
7. Claim, J., & Kathrin, O. (2016). Soil nutrient management for canola. EBO2244. Retrieved from: <https://surl.li/lfygeo> [in English].
8. Horash, O., Klymyshena, R., & Suchek, V. (2022). Yield of marketable seeds of technical hemp depending on the impact of sowing rates and variety. *Scientific Horizons*, 5 (1), 51–59. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(1\).2022.51-59](https://doi.org/10.48077/scihor.25(1).2022.51-59) [in English].
9. Shahini, E., Myalkovsky, R., Nebaba, K., Ivanyshyn, O., & Liubyska, D. (2023). Economic and biological characteristics and productivity analysis of sunflower hybrids. *Scientific Horizons*, 26 (8), 83–95. <https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.83> [in English].
10. Williams, S., Arcand, M., & Melissa M. (2021). Nitrogen use efficiency in parent vs. hybrid canola under varying nitrogen availabilities. *Plants*, 10 (1), 1–15. DOI: 10.3390/plants10112364 [in English].

УДК 637.52

Лавринюк О. О.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: oksana_lavren@ukr.net
ORCID: 0000-0003-3145-3689

Вербельчук Т. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: ver-ba555@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7334-4507

Вербельчук С. П.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: ver-ba555@ukr.net
ORCID: 0000-0002-1136-5617

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДИФІКАЦІЇ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИРОДНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Анотація

Сучасне м'ясопереробне виробництво постійно розвивається, упроваджує нові технології й інноваційні підходи. Одним із таких напрямів є використання харчових добавок. Ці речовини дозволяють не лише покращити смакові якості та зовнішній вигляд готових продуктів, але й гарантувати їх безпеку та збільшити термін зберігання. У процесі роботи було розроблено наукові основи використання овочевих наповнювачів на основі цибулі та моркви, обґрунтовано їхній склад для виробництва варених ковбас. Вивчено функціонально-технологічні властивості м'ясних продуктів з овочевими наповнювачами, що забезпечують нові рішення якості продуктів, обґрунтовано раціональний рівень введення цибулі в м'ясну сировину.

За результатами, отриманими під час дослідження пероксидного та тіобарбітурового числа у варених ковбасах, встановлено факт інгібування окисних процесів у жиrowій фракції варених ковбас за наявності у продукції рослинних наповнювачів. Виявлено, що за введення цибулі та моркви відбувається підвищення біологічної цінності, антиокислювальної активності, стабілізація забарвлення. Встановлено, що введення овочевих наповнювачів дозволяє підвищити біологічну цінність, покращити функціонально-технологічні властивості та знизити собівартість вареної ковбаси. На підставі отриманих даних про зміни структурно-механічних властивостей, вологості, в'язувальної здатності й інтенсивності окислення тваринних жирів встановлено, що в разі концентрації 2,5% антиокислювальні властивості компонентів ріпчастої цибулі проявляються неналежною мірою; збільшення вмісту ріпчастої цибулі до 7% недоцільно через загальне погіршення органолептичних показників, як-от аромат і смак. Отже, можна рекомендувати під час виготовлення фаршу додавати цибулю в кількості 5% і цибулю спільно з морквою в кількості 5 і 10% відповідно, що дозволить отримувати готові ковбасні вироби з високими якісними показниками. Результати виконаних досліджень лягли в основу розроблення технології варених ковбас із використанням властивостей овочевих наповнювачів на основі цибулі та моркви.

Ключові слова: м'ясні продукти, виробництво, харчові добавки.

Вступ. Харчові продукти є основним джерелом природних біологічно активних речовин, які не лише забезпечують організм людини необхідними поживними речовинами, але й відіграють важливу роль у регуляції фізіологічних процесів [2]. Сучасні тенденції в харчовій промисловості, як-от індустріалізація виробництва, диверсифікація торгових каналів і посилення конкурентного середовища, спричинили значне підвищення вимог споживачів до якості та безпечності ковбасних виробів. Зокрема, спостерігається стійка тенденція до збільшення термінів зберігання продукції [1].

В умовах сучасних економічних реалій актуальним завданням харчової промисловості є розроблення продуктів харчування, що поєднують високу біологічну цінність і ефективне використання сировинних ресурсів [3].

Перспективним напрямом у вирішенні цього завдання є використання рослинної сировини, зокрема овочів, які є багатим джерелом біологічно активних сполук, як-от вітаміни А, Е та каротиноїди, що володіють потужними антиоксидантними властивостями.

Сучасні наукові дослідження демонструють підвищений інтерес до розроблення функціональних харчових продуктів, що збагачені природними волокнами та біологічно активними сполуками рослинного походження [4]. Серед овочевих культур, що потенційно можуть бути використані для створення функціональних харчових продуктів, особливу увагу привертають цибуля, картопля, капуста, буряк і морква. Для виробництва комбінованих м'ясних продуктів найбільшу перспективність демонструють цибуля та морква.

У сучасних умовах високої конкуренції на ринку харчових продуктів виробники ковбасних виробів зобов'язані забезпечувати високу якість продукції, яка відповідає сучасним вимогам безпечності та здорового харчування, щоби задовольнити потреби найвибагливіших споживачів [3; 4].

Сучасні наукові дослідження взаємодії рослинних і м'ясних компонентів у комбінованих варених ковбасах відкривають нові перспективи для використання рослинних речовин із високою біологічною активністю в харчовій промисловості [1]. Незважаючи на значні досягнення, питання застосування традиційних овочів, багатих на харчові волокна, вітаміни й антиоксиданти, у складі м'ясних продуктів залишається не досить дослідженим. На особливу увагу заслуговують дослідження щодо включення таких овочів до складу повсякденних м'ясних продуктів.

Мета роботи. Мета дослідження полягає в розробленні нових рецептур варених ковбас із використанням функціональних овочевих наповнювачів, вивченні їх впливу на властивості кінцевого продукту.

Відповідно до поставленої мети поставлено завдання: обґрунтувати використання та вибір овочевих наповнювачів для виробництва м'ясопродуктів; визначити оптимальний рівень введення овочевих наповнювачів до складу м'ясної продукції; вивчити комплекс фізико-хімічних, біологічних, технологічних властивостей м'ясних виробів з овочевими наповнювачами на основі цибулі та моркви; розробити рецептури та технології варених ковбас із використанням властивостей наповнювача на основі цибулі та моркви.

Дослідження були проведені у приватному м'ясопереробному підприємстві, що розташоване в селі Врублівка Житомирської області. Розроблення й аналізування рецептури варених ковбас проводились протягом 2022–2024 рр.

Перед використанням у дослідженні цибулю та моркву піддали стандартній попередній обробці, що передбачала очищення, промивання холодною водою та механічне подрібнення. З метою оцінювання оптимального співвідношення м'ясної та рослинної компонент у модельному дослідженні була використана свинина напівжирних сортів.

На завершальному етапі дослідження було проведено комплексне оцінювання якості ковбасних виробів, збагачених функціональними овочевими компонентами з високою біологічною активністю. Для детального вивчення структурних змін, що відбуваються під час обробки м'ясної та рослинної сировини, а також у готовому продукті, було застосовано комплекс фізико-хімічних методів аналізу, зокрема й газову хроматографію.

Діяльність підприємства базується на чинних стандартах України та дотриманні санітарно-гігієнічних вимог. У виготовленні ковбас використовується лише свіже м'ясо здорових тварин, з попереднім його оглядом: на сировині не має бути ознак псування, синців, забруднень, тавр. Усі види м'яса перевіряються на відсутність небезпечних для здоров'я людини хвороб.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження впливу різних рівнів введення цибулі на якість варених ковбас було розроблено три модельні рецептури, у яких овочева композиція замінювала відповідно 2,5, 5 і 7% м'ясної сировини. Під час дослідження оцінювали інтенсивність процесів окиснення ліпідів у готових продуктах за показниками тіобарбітурового та пероксидного чисел (табл. 1), а також вивчали їхні структурно-механічні властивості та масу (табл. 2).

Оскільки відомо, що показник пероксидного числа характеризує ранні стадії окиснення жирів (що вище значення, то інтенсивніший перебіг процесів окиснення), а показник тіобарбітурового числа характеризує кінцеві продукти окиснення жирів (високе значення вказує на розвиток прогірклості), нами було проведено аналіз через 7 та 12 днів зберігання в охолодженому стані.

Аналіз динаміки пероксидного та тіобарбітурового чисел у модельних фаршевих системах із додаванням овочевої композиції продемонстрував, що введення цибулі спричиняє значне зниження інтенсивності процесів окиснення ліпідів протягом 12-денного періоду зберігання.

Максимальний антиоксидантний ефект був досягнутий за вмісту цибулі 7%. Механізм антиоксидантної дії цибулі полягає у здатності її компонентів нейтралізувати вільні радикали, які ініціюють процеси окиснення ліпідів. Окрім того, цибуля може впливати на активність ферментів, що беруть участь в окиснювальних реакціях.

Отримані результати корелюють із літературними даними щодо наявності в цибулі біологічно активних сполук з антиоксидантними властивостями. Окрім того, цибуля надає продуктам приємного смаку й аромату, що робить їх більш привабливими для споживачів. Введення 5% цибулі також забезпечувало стабілізуючий ефект, хоча і менш виражений, ніж у разі максимального рівня дозування.

Таблиця 1. Оцінювання окислювальної стабільності модельних ковбасних систем за показниками пероксидного та тіобарбітурового чисел

Показники	Вміст цибулі в ковбасі, %		
	2,5	5,0	7,0
Пероксидне число, % J	0,017 ± 0,002	0,016 ± 0,001	0,016 ± 0,001
через 7 діб	0,030 ± 0,001	0,027 ± 0,002	0,024 ± 0,002
через 12 діб	0,044 ± 0,002	0,040 ± 0,002	0,032 ± 0,001
Тіобарбітурове число, од. щільності			
через 7 діб	0,26 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,23 ± 0,02
через 12 діб	0,63 ± 0,03	0,65 ± 0,02	0,52 ± 0,01
	1,10 ± 0,03	0,95 ± 0,03	0,73 ± 0,02

Таблиця 2. Комплексне оцінювання якості модельних ковбасних виробів

Показники	Вміст цибулі, % у ковбасі		
	2,5	5,0	7,0
Напруга зрізу, $Q \times 10^{-4}$ (Па)	4,26 ± 0,22	3,88 ± 0,19	3,77 ± 0,14
Робота різання, $A \times 10^{-2}$ (Дж/м²)	2,22 ± 0,13	2,04 ± 0,10	1,80 ± 0,11
Вологозв'язувальна здатність, % до загальної вологи	82,21 ± 2,36	78,78 ± 2,04	76,18 ± 2,69
Органолептична оцінка, бали	4,28 ± 0,09	4,21 ± 0,13	3,97 ± 0,12

Проведене дослідження демонструє, що введення цибулі в рецептуру м'ясних продуктів є ефективним способом підвищення їхньої окислювальної стабільності. Отримані дані свідчать про те, що біологічно активні сполуки, що містяться в цибулі, діють як природні антиоксиданти, гальмують радикально-ланцюгові реакції окиснення ліпідів.

Аналіз структурно-механічних властивостей, вологоутримувальної здатності й окислювальної стабільності модельних фаршевих систем показав, що введення 2,5% цибулі не досить для суттєвого гальмування процесів окиснення ліпідів і покращення інших якісних показників. Не було виявлено суттєвих змін у структурно-механічних властивостях і вологоутримувальній здатності зразків. Збільшення вмісту цибулі до 7% призвело до погіршення органолептичних характеристик, як-от смак і аромат, що робить таку концентрацію недоцільною з погляду споживчих властивостей готового продукту. Аналіз отриманих даних дозволив визначити оптимальний рівень уведення цибулі в модельні фаршеві системи. Концентрація цибулі на рівні 5% від загальної маси сировини забезпечує оптимальне співвідношення між антиоксидантним ефектом і збереженням структурно-механічних властивостей продукту. Зважаючи на ці результати, подальші дослідження та розроблення технологій виробництва ковбас із використанням овочевих наповнювачів будуть проводитися з використанням саме цієї концентрації цибулі.

Для комплексного оцінювання якості розроблених ковбасних виробів було проведено дослідження фізико-хімічних, органолептичних і мікробіологічних показників. Отримані результати дозволили порівняти якість експериментальних зразків, виготовлених за новими технологіями, з контрольною партією.

Проведене дослідження фізико-хімічних показників ковбасних виробів, збагачених овочевими компонентами (цибулею та морквою), виявило низку закономірностей. Уведення овочевих добавок привело до незначного, але статистично значущого збільшення вологості готових продуктів порівняно з контрольною партією, що пояснюється вищим вмістом води в овочах. Паралельно спостерігалось незначне зниження вмісту білка та жиру, що може бути пов'язано з розведенням м'ясної маси овочевими компонентами. Найбільш виражені зміни були зафіксовані у зразках із комбінованою добавкою цибулі та моркви.

Детальніший аналіз показав, що додавання 2,5% цибулі привело до збільшення вологості на 2,5%, зниження вмісту білка на 0,51% та жиру на 1,6%. У разі використання моркви відповідні показники становили +1,4% вологи, -0,69% білка та -2,2% жиру. Комбіноване додавання цибулі та моркви забезпечило найбільш виражені зміни: +2,9% вологи, -0,69% білка та -2,4% жиру.

Вміст хлориду натрію в усіх досліджуваних зразках відповідав нормативним вимогам, що свідчить про дотримання технології виробництва.

Оцінювання безпечності ковбасних виробів, збагачених овочевими компонентами, передбачало визначення вмісту залишкового нітриту. Результати досліджень показали, що додавання цибулі до рецептури сприяє зниженню концентрації нітриту, що може бути пов'язано з його перетворенням під впливом біологічно активних сполук цибулі, як-от флавоноїди й органічні сполуки сірки. Як і є потужними фітохімікатами, що приносять велику користь для здоров'я людини, проявляють антиоксидантні, протизапальні та протипухлинні властивості. Водночас використання моркви позитивно вплинуло на стабільність забарвлення готових виробів, що є важливим показником їхньої якості.

Оцінювання структурно-механічних властивостей показало, що введення овочевих компонентів привело до зниження напруги зрізу та роботи різання дослідних зразків порівняно з контролем. Найбільш виражене пом'якшення текстури спостерігалось у зразках з комбінованою добавкою цибулі та моркви.

Дослідження показали, що введення овочевих компонентів не привело до значних змін рН готових продуктів порівняно з контролем. Лише у зразках із додаванням цибулі спостерігалось незначне зниження рН, що може бути пов'язано із присутністю органічних кислот у цибулі.

Зміна співвідношення м'ясної та рослинної сировини привела до незначних відхилень у вологості зразків.

Для оцінювання стабільності м'ясних виробів протягом зберігання визначали показники окиснення ліпідів.

Для оцінювання окисної стабільності ліпідів у модельних ковбасних системах було проведено дослідження динаміки зміни жирнокислотного складу протягом 12 днів зберігання. Метою дослідження було визначення впливу модифікації рецептури на інтенсивність процесів окиснення ліпідів.

Отримані дані свідчать про більш високу окислювальну стабільність дослідних зразків порівняно з контролем. Це проявляється в більш повільному зростанні показників перекисного окиснення протягом періоду зберігання.

За результатами дослідження, значення пероксидного та тіобарбітурового чисел, що характеризують інтенсивність окиснення ліпідів, були статистично нижчими в дослідних зразках після 12 днів зберігання за температури 0–6 °С.

Аналіз жирнокислотного складу показав, що процеси окиснення ліпідів супроводжуються перетворенням ненасичених жирних кислот, як-от олеїнова та лінолева, на насичені жирні кислоти (пальмітинову та стеаринову). Це призводить до зміни жирнокислотного профілю досліджуваних зразків протягом зберігання.

Дослідження впливу овочевих компонентів (цибулі та моркви в кількості 5 + 5%) на окислювальну стабільність і органолептичні властивості ковбасних виробів показало, що введення цих інгредієнтів у фарш приводить до значного уповільнення процесів ліпідного переокиснення. Зниження інтенсивності окиснення пов'язане з високим вмістом у цибулі та моркві природних антиоксидантів, як-от кверцетин та інші фенольні сполуки, які ефективно нейтралізують вільні радикали.

Аналіз жирнокислотного складу підтвердив, що введення овочевих добавок приводить до зменшення кількості продуктів окиснення ліпідів, що свідчить про їхню антиоксидантну дію. Паралельно із цим органолептичне оцінювання показало покращення сенсорних характеристик ковбасних виробів, зокрема, збільшення інтенсивності кольору та покращення смакових якостей. Це свідчить про те, що овочі не лише виконують роль природних консервантів, але й позитивно впливають на загальну якість продукту.

Органолептичне оцінювання ковбасних виробів проводили через добу зберігання, зокрема й оцінювання зовнішнього вигляду, кольору, аромату, смаку та текстури. Цей метод дозволив визначити вплив різних чинників на сенсорні властивості продукту, оскільки саме ці властивості формують перше враження про продукт і впливають на рішення щодо його споживання (табл. 3).

Таблиця 3. Дані сенсорного аналізу ковбасних виробів

Зразки	Показники, бал					
	Зовнішній вигляд	Аромат	Колір у розрізі	Консистенція	Смак	Загальний бал
Контроль	4,40	4,01	4,23	4,20	4,02	4,17
Додавання цибулі	4,43	4,09	4,20	4,27	4,15	4,22
Додавання моркви	4,12	3,93	3,90	4,03	3,98	3,99
Додавання цибулі та моркви	4,42	4,11	4,19	4,22	4,20	4,23

Дослідження показало, що введення цибулі не лише покращує окислювальну стабільність продуктів, але й може позитивно впливати на їхні сенсорні властивості (смак, аромат, текстура), а також на харчову цінність, завдяки збагаченню вітамінами, мінералами та дієтичними волокнами.

Аналіз результатів дослідження показав, що введення овочевих наповнювачів у рецептуру варених ковбас не привело до значних відмінностей у сенсорних характеристиках готового продукту порівняно з контролем. Найнижчу органолептичну оцінку отримали зразки з додаванням лише моркви.

За результатами комплексного дослідження фізико-хімічних, біохімічних і органолептичних характеристик оптимальним для виробництва варених ковбас із поліпшеними споживчими властивостями є введення цибулі в кількості 5% або комбінації цибулі та моркви у співвідношенні 5:5. Ці рецептурні рішення дозволяють отримати продукт із високими органолептичними показниками та зберегти основні харчові властивості.

На основі отриманих результатів розроблено нову технологію виробництва варених ковбас в умовах даного підприємства, з використанням овочевих наповнювачів, що відповідає сучасним вимогам до функціонального харчування та забезпечує отримання продукту з поліпшеними харчовими й органолептичними властивостями.

Висновки:

1. Проведені дослідження підтвердили ефективність використання овочевих наповнювачів (цибулі та моркви) для розроблення нових функціональних ковбасних виробів із поліпшеними харчовими властивостями.

2. Оптимальним рівнем введення цибулі в рецептуру ковбасних виробів, за результатами модельних досліджень, визначено 5% від загальної маси сировини.

3. Уведення овочевих наповнювачів до складу ковбасних виробів привело до зниження інтенсивності окиснення ліпідів, що підтверджується зниженням значень пероксидних і тіобарбітурових чисел.

4. Комплексне оцінювання фізико-хімічних, органолептичних і мікроструктурних характеристик ковбасних виробів, збагачених овочевими компонентами, показало, що введення цибулі та моркви сприяє підвищенню їхньої стабільності та наближає продукт до вимог функціонального харчування.

На підставі проведених досліджень рекомендується вводити цибулю в кількості 5% та комбінацію цибулі (5%) і моркви (5%) у рецептуру варених ковбас для покращення їхньої якості та розширення асортименту функціональних продуктів.

Список використаних джерел

1. Відкриття ковбасного цеху в Україні. URL: <https://evrovektor.com/ua/article/Otkrytije-kolbasnogo-ceha>.
2. Власенко В.В., Крамаренко В.В., Гирич С.В. Основи технології та товарознавства ковбас і м'ясокопченостей. Вінниця : Гіпаніс, 2001. 276 с.
3. Коваленко І.І., Дубовий О.М., Бідюк П.І. Методи аналізу якості. Миколаїв : НУК, 2004. 208 с.
4. Кузьміна Т.О. Міжнародна система стандартизації та сертифікації. Київ : Кондор, 2011. 426 с.

Lavryniuk O. O.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Bioresources, Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
ORCID: 0000-0003-3145-3689*

Verbelchuk T. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Bioresources, Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
ORCID: 0000-0001-7334-4507*

Verbelchuk S. P.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Bioresources, Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
ORCID: 0000-0002-1136-5617*

MODERN TECHNOLOGIES FOR MODIFICATION OF MEAT PRODUCTS USING NATURAL FOOD ADDITIVES

Abstract

Modern meat processing production is constantly developing, introducing new technologies and innovative approaches. One of these areas is the use of food additives. These substances allow not only to improve the taste and appearance of finished products, but also to ensure their safety and increase the shelf life. In the course of the work, the scientific basis for the use of vegetable fillers based on onions and carrots was developed, their composition for the production of boiled sausages was substantiated. The functional and technological properties of meat products with vegetable fillers were studied, which provide new solutions for the quality of products, and the rational level of onion introduction into meat raw materials was substantiated.

According to the results obtained in the study of peroxide and thiobarbituric numbers in boiled sausages, the fact of inhibition of oxidative processes in the fat fraction of boiled sausages in the presence of vegetable fillers in the product was established. It was found that the introduction of onions and carrots increases the biological value, antioxidant activity, and color stabilization. It was established that the introduction of vegetable fillers allows to increase the biological value, improve the functional and technological properties and reduce the cost of boiled sausage. Based on the data obtained on changes in the structural and mechanical properties, moisture-binding capacity and oxidation intensity of animal fats, it was established that at a concentration of 2,5%, the antioxidant properties of onion components are insufficiently manifested; increasing the onion content to 7% is inappropriate due to the general deterioration of organoleptic indicators, such as aroma and taste. Thus, it can be recommended, when making minced meat, to add onion in the amount of 5% and onion together with carrots in the amount of 5% and 10%, respectively, which will allow to obtain finished sausage products with high quality indicators. The results of the research formed the basis for the development of the technology of boiled sausages using the properties of vegetable fillers based on onions and carrots.

Key words: meat products, production, food additives.

References

1. Vidkryttia kovbasnoho tsekhu v Ukraini [Opening a sausage factory in Ukraine]. Retrieved from <https://evrovektor.com/ua/article/Otkrytije-kolbasnogo-ceha> [in Ukrainian].
2. Vlasenko, V.V., Kramarenko, V.V., & Hyrych, S.V. (2001). *Osnovy tekhnologii ta tovaroznavstva kovbas i miasokopchenosti* [Fundamentals of technology and commodity science of sausages and smoked meats]. Vinnytsia: Hipanis [in Ukrainian].
3. Kovalenko, I.I., Dubovyi, O.M., & Bidiuk, P.I. (2004). *Metody analizu yakosti* [Quality analysis methods]. Mykolaiv: NUK [in Ukrainian].
4. Kuzmina, T.O. (2011). *Mizhnarodna systema standartyzatsii ta sertyfikatsii* [International Standardization and Certification System]. Kyiv: Kondor [in Ukrainian].

УДК 633.854.78:632.954

Ласло О. О.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри землеробства і агрохімії імені В. І. Сазанова,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: oksana.laslo@pdaa.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0101-4442

Онiпко В. В.

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри землеробства і агрохімії імені В. І. Сазанова,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: valentyana.onipko@pdaa.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2260-971X

Панченко К. С.

доктор філософії,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: kateryna.panchenko@pdaa.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2545-2439

ГЕРБИЦИДНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ СОНЯШНИКУ ЗА УМОВ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ

Анотація

У статті висвітлено питання забур'янення посівів соняшнику, що є одним із вагомих чинників, що заважає гібридам реалізувати генетичний потенціал. Результатом досліджень є аналіз сегетальної та рудеральної компонент агрофітоценозу у критичні фази росту та розвитку гібридів соняшнику для контролю за фітосанітарним станом посівів за використання ґрунтових гербіцидів. Установлено, що за час проведення досліджень спостерігали сходи таких бур'янів: малорічних – *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, *Thlaspi arvense* L., *Stellaria media* L., *Thlaspi arvense* L.; багаторічних – *Cirsium arvense*, *Elymus repens* (L.). Найбільшою була кількість бур'янів із групи дводольних малорічних – 55%, найменшу частку становила група багаторічних бур'янів – 15%, злакових бур'янів налічували 30%. Дослідженнями встановлено, що застосування гербіцидів та їх композицій суттєво вплинуло на формування величини врожаю соняшнику завдяки відсутності конкуренції із сегетальною рослинністю в початкових фазах росту. Кращі показники отримали в разі застосування суміші гербіцидів (Пропазокс + Промекс), які вносили до сходів соняшнику, отриманий результат перевищував контроль на 3,3 ц/га, на варіанті із застосуванням препарату Промекс урожайність збільшилася на 2,0 ц/га, а в разі застосування препарату Пропазокс – на 1,8 ц/га. Результати досліджень підтверджують, що застосування сумішей гербіцидів (Пропазокс + Промекс) для контролю рівня забур'янення посівів соняшнику на початкових етапах росту та розвитку сприяє підвищенню показників продуктивності культури. Результати досліджень дають підставу рекомендувати до застосування суміші гербіцидів Пропазокс + Промекс для підсилення їхньої фітотоксичної дії на сегетальну рослинність, що сприятиме розкриттю генетичного потенціалу гібридів соняшнику й отриманню прибутку від вирощування культури.

Ключові слова: соняшник, генетичний потенціал, ґрунтові гербіциди, гербіцидні суміші, фітосанітарний стан посівів.

Вступ. Забур'янення посівів є одним із вагомих чинників, що заважає гібридам соняшнику реалізувати їхній генетичний потенціал урожайності. Вони є найбільшою фітосанітарною проблемою для цієї культури. Окрім добре відомої конкуренції за вологу та поживні речовини, яких бур'яни споживають надзвичайно багато, є так звана алелопатія – коли кореневі виділення бур'янів пригнічують розвиток культурної рослини [7].

Бур'яни (сегетальні та рудеральні) завдяки своїй надземній масі затіняють рослини соняшнику в початковій фазі його росту та розвитку, унаслідок чого ріст уповільнюється, знижується асиміляційна площа листя, знижується інтенсивність фотосинтезу, знижуються процеси утворення органічної речовини. Бур'яни посилюють негативну дію посухи, оскільки використовують значну кількість вологи із кореневмісного шару ґрунту, водночас її запаси на 14–16% знижуються, порівняно з посівами, що мають незначну забур'яненість. Окрім продуктивної вологи, сегетальна рослинність використовує велику кількість мінеральних речовини [3].

За відсутності комплексних заходів контролю бур'янів у посівах соняшнику втрати врожаю насіння досягають 20–70%; на дуже засмічених полях урожайність знижується в 1,5–2,1 раза. Навіть незначна кількість бур'янів у рядках призводить до зниження врожаю [1].

Грунтові гербіциди на посівах соняшнику пригнічують розвиток проростків і насіння бур'янів. Знищення сегетальної рослинності зменшує конкуренцію бур'янів і рослин соняшнику в особливо критичні фази росту і розвитку. Основні переваги ґрунтових гербіцидів у вирощуванні соняшнику такі: інгібують розвиток бур'янів на етапі їх проростання; створюють гербіцидний екран, який протягом тривалого часу стримує ріст і розвиток бур'янів, іноді до збирання врожаю; ґрунтові гербіциди вносять безпосередньо на ґрунт до висіву або відразу ж після висіву культури, тому його вологість має велике значення для проникнення, а іноді варто загорнути гербіцид у ґрунт [2].

Високий потенціал родючості чорноземних ґрунтів створює сприятливі умови для вирощування олійних культур, зокрема й соняшнику. Але потужний насіннєвий банк сегетальної рослинності спричиняє негативний вплив на рослини соняшнику, водночас значна частина елементів живлення у ґрунті міститься у формі складних органічних або нерозчинних мінеральних сполук, тому не може засвоюватися корінням рослин. Тоді як використання різних способів основного обробітку ґрунту впливає на його фітосанітарний стан, вологість, інтенсивність діяльності мікроорганізмів, аерацію, регулює поживний режим, підвищує ефективність добрив і створює сприятливі умови для вирощування гібридів соняшнику.

Головним завданням основного обробітку ґрунту під соняшник є контроль за фітосанітарним станом посівів, а саме максимальне знищення багаторічних і однорічних бур'янів, накопичення та збереження якомога більшої кількості вологи в кореневмісному шарі після осінньо-зимових і ранньовесняних опадів, мобілізація поживних речовин, активізація біологічних процесів ґрунту, створення оптимальної структури орного шару, запобігання вітровій і водній ерозії.

Як відомо, бур'яни відзначаються високою шкідливістю щодо рослин соняшнику. Адже вони впливають на виснаження та висушування ґрунту, пригнічують ріст і розвиток рослин соняшнику, знижують урожайність і якість насіння [4].

Бур'яновий компонент завдяки своїй надземній масі здатен затіняти та пригнічувати посіви соняшнику, унаслідок чого він розвивається повільніше, зменшується інтенсивність фотосинтезу завдяки скороченню асиміляційної поверхні листя. Сегетальна рослинність підсилює негативну дію посухи, через використання значної кількості ґрунтової вологи.

Науковцями доведено, що післязбиральне лущення стерні та наступна оранка на зяб є найбільш ефективним заходом захисту посівів соняшнику від бур'янів завдяки заорюванню насіння в нижні шари ґрунту, у результаті чого воно не проростає [5].

Під час застосування різних видів безполіцевого обробітку до 50% загальної кількості насіння бур'янів зосереджено в шарі 0–10 см, що може мати як позитивні, так і негативні наслідки. За низької культури землеробства на такому агрофоні існує потенційна небезпека підвищення шкідливості сегетальної рослинності. Водночас локалізоване у верхньому шарі насіння піддається впливу різких коливань температури та вологості ґрунту, у результаті чого одна їх частина втрачає схожість, інша скорочує період біологічного спокою, за сприятливих умов швидко проростає і знищується до сівби, під час догляду за посівами чи після збирання олійної культури [6].

Застосування ґрунтових гербіцидів і після припинення їхньої гербіцидної дії – сегетальна рослинність проростала впродовж вегетаційного періоду соняшнику, проте спостерігалось пригнічення їхнього стану через дефіцит вологи й освітлення в нашому польовому експерименті (кількість атмосферних опадів у дослідженні наведено на рис. 1).

Наприкінці вегетації чіткіше проявлявся вплив систем основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів. За поліцевого обробітку бур'янів було 2,4–3,2, безполіцевого мілкого обробітку – 3,6–4,3 шт./м². Відповідно до загального низького рівня забур'яненості кількість бур'янів підвищувалася за безполіцевої мілкої системи в 1,3–1,5 раза порівняно з поліцевим обробітком. Причиною чого була більша локалізація насіння бур'янів у верхньому 30-сантиметровому шарі, де складаються сприятливі умови для проростання [8].

Подібні результати отримали в іншому досліді – проведенні міжрядних обробітків, низький рівень забур'яненості внаслідок дії ґрунтового гербіцидного препарату та затінення поверхні ґрунту рослинами соняшнику.

Одним із головних чинників, що впливають на ефективність гербіцидів, є якість води, оскільки кожен гербіцид має свої специфічні характеристики, завдяки яким досягається його найбільша технічна ефективність, важливо враховувати рівень рН.

Захист посівів соняшнику від несприятливих чинників, зокрема й від бур'янів, є одним із важливих напрямів в агровиробництві.

Мета роботи – розкрити генетичний потенціал гібридів соняшнику за контролю фітосанітарного стану посівів шляхом регулювання сегетальної і рудеральної рослинності ґрунтовими гербіцидами та їх композиціями.

Виклад основного матеріалу дослідження. У польовому експерименті (2023–2024 рр.) висівали гібрид НК БРІО (NK BRIO) від виробника «Сингента» (Syngenta AG). Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньогумусний, середньосуглинковий, пілуватий на лесі. Вміст елементів живлення в орному шарі ґрунту:

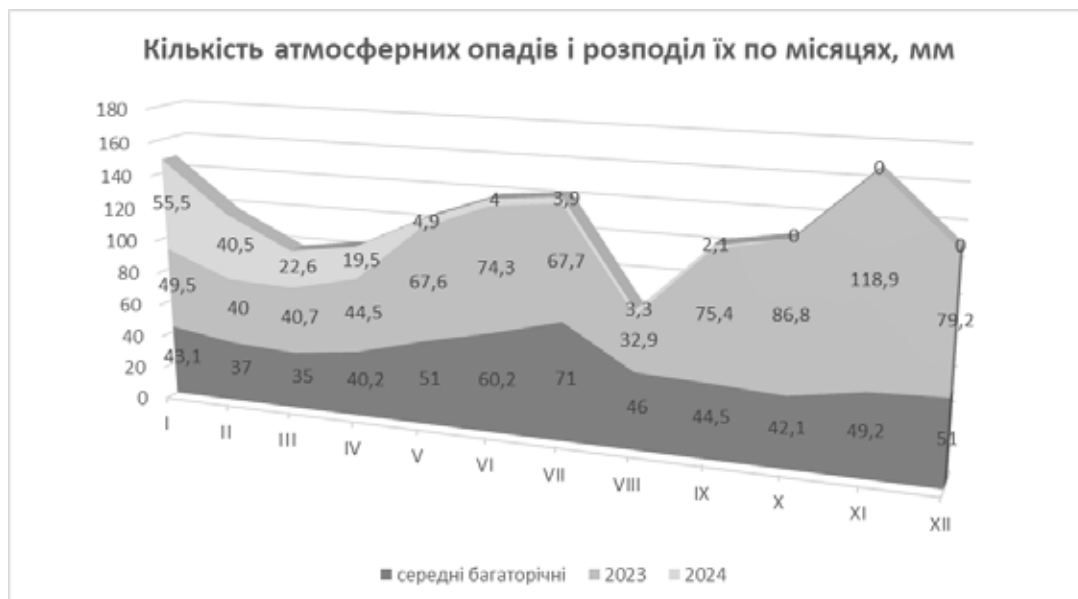


Рис. 1. Розподіл атмосферних опадів на території проведення польового експерименту, мм

фосфору – 110–123 мг/кг ґрунту; калію – 112–115 мг/кг ґрунту, азоту – 8–9 мг на 100 г ґрунту, гумусу – 3,2–3,6; гідролітична кислотність – 0,83–0,90 мг на 100 г ґрунту; pH – 5,7–6,6. Площа облікової ділянки – 25 м², кількість повторностей – 3. Агротехніка вирощування і система удобрення в досліді загальноприйняті для зони Лісостепу та традиційної технології. Попередник соняшнику – пшениця озима.

Важливим показником, що впливає на продуктивність соняшнику, є фітосанітарний стан поля. Нами було проведено визначення актуальної забур'яненості поля після сівби соняшнику, визначено основні групи сегетальної рослинності за сходами.

Установлено, що сходи сегетальної рослинності з'являлися в період від початку вегетаційного періоду за весняних польових робіт до зімкнення рядків.

За моніторингом сегетальної рослинності визначено, що в досліді спостерігали сходи таких бур'янів: малорічних – *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, *Thlaspi arvense* L., *Stellaria media* L., *Thlaspi arvense* L.; багаторічних – *Cirsium arvense*, *Elymus repens* (L.).

Так, злакові бур'яни були представлені: *Setaria viridis*, *Apera spica-venti* – 12,4 шт./м²; представниками двосім'ядольних були *Stellaria media* L., *Thlaspi arvense* L., *Chenopodium album*, *Thlaspi arvense* L., *Amaranthus retroflexus* – 22,6 шт./м²; із багаторічних видів траплялися *Cirsium arvense*, *Elymus repens* (L.) – 5,7 шт./м². Разом було нараховано 40,7 шт./м² бур'янів. На рис. 2 представлено розподіл сегетальної рослинності у відсотках на дослідних ділянках до застосування гербіцидів.

З діаграми бачимо, що найбільшою була кількість бур'янів із групи дводольних малорічних – 55%, найменшу частку становила група багаторічних бур'янів – 15%, злакових бур'янів – 30%. Оскільки забур'янення

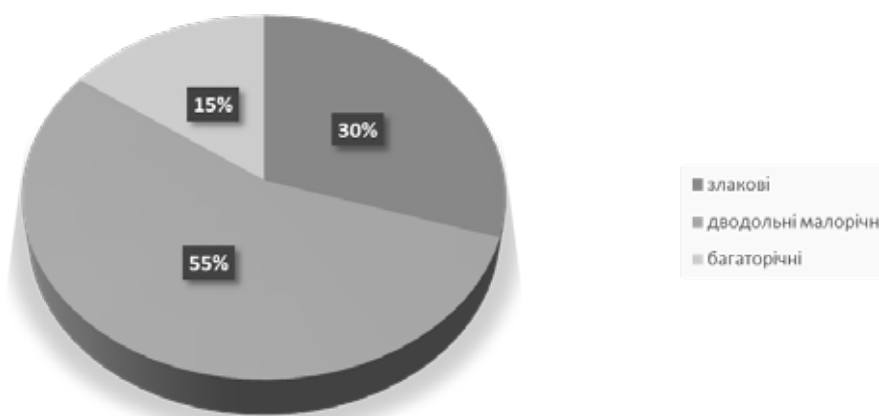
Діагностика актуальної забур'яненості поля перед
внесенням гербіцидів

Рис. 2. Засмічення посіви соняшнику до внесення гербіцидів

соняшнику впливає на зниження врожайності, метою досліджень було контролювання чисельності сегетальної рослинності в посівах у найбільш чутливі фази його росту та розвитку. Обробку гербіцидами проводили до появи сходів соняшнику. Належна кількість вологи до появи сходів соняшнику, що підтверджується діаграмою (рис. 1), дозволила не заробляти препарати у ґрунт.

Забур'яненість посівів соняшнику після внесення гербіцидів представлено на рисунку 3.

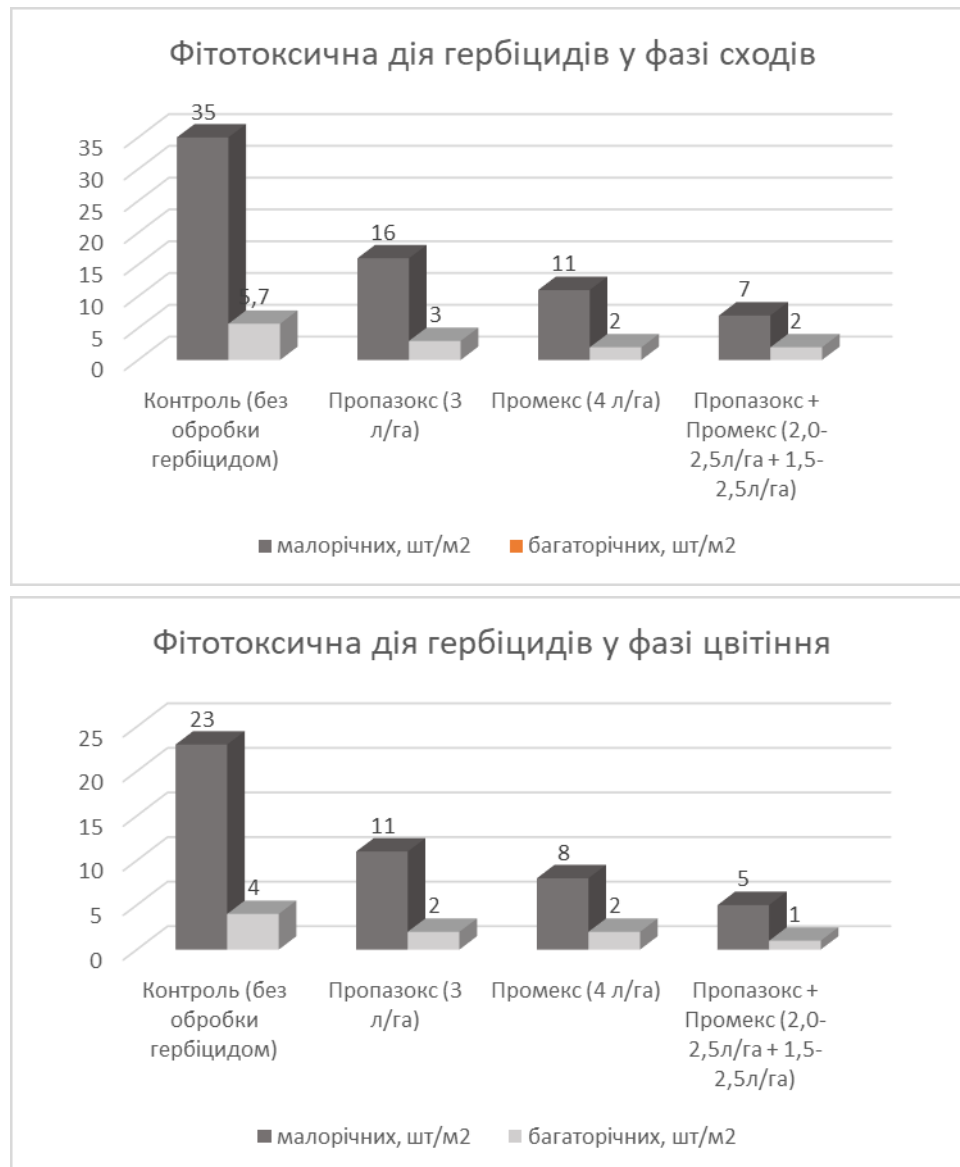


Рис. 3. Фітотоксична дія гербіцидів на сегетальну рослинність у посівах соняшнику

Застосування гербіцидів та їх композиції суттєво вплинуло на формування величини врожаю соняшнику. Завдяки відсутності конкуренції із сегетальною рослинністю в початкових фазах росту були створені оптимальні умови для задоволення потреб рослин соняшнику. Результати досліджень подано на рисунку 4.

За результатами досліджень впливу гербіцидів на врожайність і якісні показники насіння соняшнику бачимо, що кращі показники отримали в разі застосування суміші гербіцидів (Пропазокс + Промекс), які вносили до сходів соняшнику, отриманий результат перевищував контроль на 3,3 ц/га, на варіанті із застосуванням препарату Промекс урожайність збільшилася на 2,0 ц/га, а в разі застосування препарату Пропазокс – на 1,8 ц/га. Олійність на варіантах 2 і 3 були майже однакова і перевищила контроль на 4,2%, тоді як за використання суміші гербіцидів показник збільшився на 5,2%.

Висновки. Отже, застосування сумішей гербіцидів (Пропазокс + Промекс) для контролю рівня забур'янення посівів соняшнику на початкових етапах росту та розвитку сприяє підвищенню показників продуктивності культури. Проведені дослідження дають підстави рекомендувати господарству застосовувати суміші гербіцидів для підсилення їхньої фітотоксичної дії на сегетальну рослинність, що сприятиме розкриттю генетичного потенціалу гібридів соняшнику й отриманню прибутку від вирощування культури.

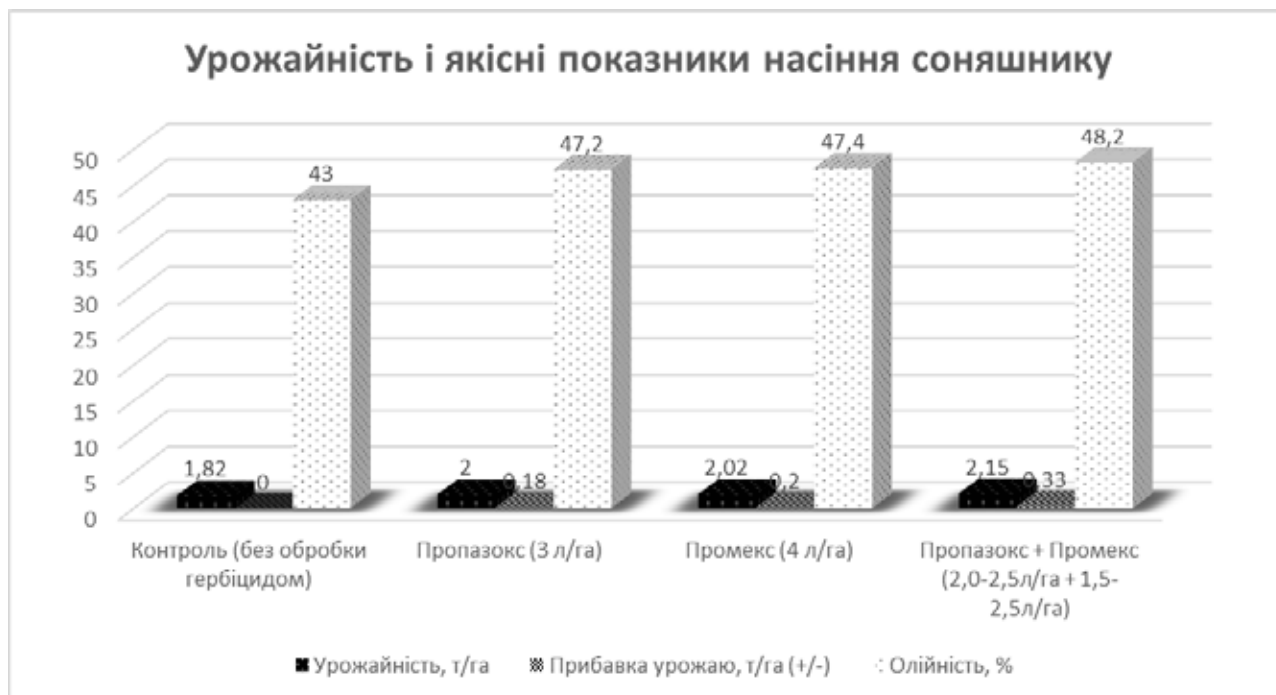


Рис. 4. Вплив гербіцидів на врожайність і якісні показники насіння соняшнику

Список використаних джерел

1. Бабенко А. Вплив забур'яненості на врожай та якість насіння соняшнику. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія «Агрономія». 2017. Вип. 269. С. 90.
2. Важливість ґрунтових гербіцидів у захисті соняшнику. *Агроном*. 2021. URL: <https://www.agronom.com.ua/vazhlyvist-gruntovyh-gerbitsydiv-u-zahysti-sonyashnyku/>.
3. Гаврилюк Ю., Мацай Н. Шкодочинність бур'янів у посівах соняшнику в умовах Лівобережного Степу України. *Вісник Львівського національного університету природокористування*. Серія «Агрономія». 2019. Вип. 23. С. 61–98. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.061>.
4. Григор'єв В., Федчук А. Ефективність гербіцидів у посівах соняшнику в умовах Західного Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. DOI: 10.47414/na.9.2021.256290.
5. Мазур С. Вплив ґрунтових гербіцидів на біометричні показники та врожайність соняшнику. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 1. С. 90–96. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2023.278544.
6. Макух Я., Ременюк С. Ефективність ґрунтових гербіцидів на посівах соняшнику. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 106–108. URL: <https://propozitsiya.com.ua/efektivnist-gruntovyh-gerbicidiv-na-posivah-sonyashnyku>.
7. Маслійов С. Методи боротьби з бур'янами в посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 80–86. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/121_2021/13.pdf.
8. Щербаков В. Продуктивність соняшника залежно від типу контролю забур'янення. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 87. С. 106–112. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/87_2014/24.pdf.

Laslo O. O.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Agriculture and Agrochemistry named after V. I. Sazanova,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: oksana.laslo@pdaa.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0101-4442*

Onipko V. V.

*Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Agriculture and Agrochemistry named after V. I. Sazanova,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: valentyna.onipko@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2260-971X*

Panchenko K. S.

PhD,

Poltava State Agrarian University

Poltava, Ukraine

E-mail: *kateryna.panchenko@pdaa.edu.ua*

ORCID: 0000-0002-2545-2439

HERBICIDE TECHNOLOGY OF SUNFLOWER PROTECTION UNDER UNSTABLE MOISTURE CONDITIONS

Abstract

*The article highlights the issue of weeding of sunflower crops, which is one of the important factors preventing hybrids from realizing their genetic potential. The result of the research is the analysis of segetal and ruderal vegetation of agrophytocenosis in critical phases of growth and development of sunflower hybrids to control the phytosanitary state of crops using soil herbicides. It was established that the following weeds were observed during the research: young – *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, *Thlaspi arvense* L., *Stellaria media* L., *Thlaspi arvense* L.; perennial – *Cirsium arvense*, *Elymus repens* (L.). The largest number of weeds was from the group of dicot annuals – 55%, the smallest share was the group of perennial weeds – 15%, cereal weeds accounted for 30%. Research has established that the use of herbicides and their mixtures significantly influenced the formation of the sunflower crop due to the lack of competition with weed vegetation in the initial phases of growth. The best indicators were obtained when using a mixture of herbicides (Propazox + Promex), which was applied to sunflower seedlings, the obtained result exceeded the control by 3,3 c/ha, in the variant with the use of the drug Promex, the yield increased by 2,0 c/ha, and when using of the drug Propazox at 1,8 c/ha. Research results confirm that the use of herbicide mixtures (Propazox + Promex) to control the level of weeding of sunflower crops at the initial stages of growth and development contributes to increasing crop productivity. The results of the research give reason to recommend the use of Propazox + Promex herbicide mixtures to enhance their phytotoxic effect on segetal vegetation, which will prevent the disclosure of the genetic potential of sunflower hybrids and profit from crop cultivation.*

Key words: *sunflower, genetic potential, soil herbicides, herbicide compositions, phytosanitary status of crops.*

References

1. Babenko, A.I. (2017). Vplyv zaburianenosti na urozhai ta yakist nasinnia soniashnyku [The effect of weediness on the yield and quality of sunflower seeds]. Scientific bulletin of NUBiP of Ukraine. Series "Agronomy". 269. 90 [in Ukrainian].
2. Vazhlyvist gruntovykh herbitsydiv u zakhysti soniashnyka (2021). [Importance of soil herbicides in sunflower protection]. Agronomist. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/vazhlyvist-gruntovykh-herbitsydiv-u-zakhysti-soniashnyku/> [in Ukrainian].
3. Gavrilyuk, Y., Matsai, N. (2019). Shkodochynnist burianiv u posivakh soniashnyku v umovakh Livoberezhnoho Stepu Ukrainy [Harmfulness of weeds in sunflower crops in the conditions of the Left Bank Steppe of Ukraine]. Bulletin of LNAU. Agronomy. 23. 61–98. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.061> [in Ukrainian].
4. Grigoriev, V.M., Fedchuk, A.R. (2021). Efektyvnist herbitsydiv u posivakh soniashnyku v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Effectiveness of herbicides in sunflower crops in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine]. The latest agricultural technologies. 2021. 9. DOI: 10.47414/na.9.2021.256290 [in Ukrainian].
5. Mazur, S.O. (2023). Vplyv gruntovykh herbitsydiv na biometrychni pokaznyky ta vrozhaivnist soniashnyku [Effect of soil herbicides on biometric parameters and yield of sunflower]. Balanced nature management. 2023. 1. 90–96. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2023.278544 [in Ukrainian].
6. Makukh, Ya., Remenyuk, S. (2017). Efektyvnist gruntovykh herbitsydiv na posivakh soniashnyku [Effectiveness of soil herbicides on sunflower crops]. Offer. 5. 106–108. Retrieved from: <https://propozitsiya.com.ua/efektyvnist-gruntovykh-herbitsydiv-na-posivakh-soniashnyku/> [in Ukrainian].
7. Masliyov, S.V. (2021). Metody borotby z burianamy v posivakh soniashnyku [Methods of weed control in sunflower crops]. Taurian Scientific Herald. 121. 2021. 80–86. Retrieved from: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/121_2021/13.pdf [in Ukrainian].
8. Shcherbakov, V.Ya. (2014). Produktivnist soniashnyka zalezno vid typu kontroliu zaburianennia [Sunflower productivity depending on the type of weed control]. Taurian Scientific Herald. 87. 106–112. Retrieved from: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/87_2014/24.pdf [in Ukrainian].

УДК 631.5

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

Гаврилюк В. Б.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрономії та екології,
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»
Бережани, Україна
E-mail: Vb23071963@ukr.net
ORCID: 0009-0009-1740-4873

ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Анотація

Технології вирощування сільськогосподарських культур не можуть бути постійними. Залежно від умов навколишнього середовища, біологічних особливостей нових сортів і рівня матеріально-технічного забезпечення, необхідно постійно їх удосконалювати, щоби створити оптимальні умови для росту та розвитку рослин гороху посівного.

Сучасні зміни клімату та нестабільні погодні умови призвели до того, що сорти повинні мати високий адаптаційний потенціал, щоби бути здатними відновлювати метаболічні процеси після впливу стресових чинників. Кожен сорт має критичні порогові параметри толерантності до біотичних чи абіотичних стресів. У посушливі роки вегетація гороху посівного може скорочуватися у півтора рази – до 10 днів, що може призводити до зниження продуктивності. Вегетаційний період для більшості сортів гороху ярого типу, придатних для вирощування в лісостеповій зоні, становить 75–105 діб. Для дуже пізньостиглих сортів цей період може збільшуватися до 140 діб.

Метою наших досліджень було виявлення впливу агротехнічних заходів в умовах правобережного Лісостепу на вегетаційний період гороху посівного впродовж 2020–2024 років.

Вегетаційний період рослин гороху сортів Гамбіт і Есо за роки наукових спостережень коливався в межах від 76 до 88 діб залежно від метеорологічних умов досліджуваного року, обробки насіння перед сівбою, фоліарного живлення посівів. Установлено, позитивний вплив на міжфазні періоди та вегетаційний період рослин загалом за використання мікоризного препарату й інокулянтів. На варіанті удобрення препаратом Мікофренд у поєднанні з інокулянтами вегетаційний період у гороху сорту Есо становив 76–85 діб, у сорту Гамбіт – 78–83 доби, після обробки посівів мікродобривами міжфазні періоди рослин подовжувалися, а вегетаційний період становив 80–85 діб та 83–88 діб відповідно.

Фенологічні дослідження довели, що обробка насіння мікоризним препаратом та інокулянтом подовжувала вегетаційний період сортів гороху, які вивчалися, у середньому на 6–8 діб. Застосування мікродобрив Найс і Авангард у мікрофазі подовжувало вегетаційний період ще на 2–3 доби, залежно від сорту.

Ключові слова: горох посівний, вегетаційний період, інокулянти, мікродобриво.

Вступ. Однією з найголовніших проблем українського сільського господарства є деградація ґрунтів через надмірне використання хімічних добрив, що призводить до виснаження та втрати родючості ґрунтів. Перспективними заходами нині є використання біотехнологій, зокрема мікоризних грибів та інокулянтів. Мікоризні гриби сприяють покращенню засвоєння рослинами поживних речовин, зменшенню потреби в мінеральних добривах і підвищенню стійкості рослин до несприятливих умов. Використання мікоризних грибів ще не досить досліджено в Україні, але світова наукова спільнота зацікавлена у вивченні потенціалу такої технології [10; 11].

Найвідомішим прикладом біологічної азотфіксації є використання бобових інокулянтів на основі ризобіальних мікроорганізмів, які фіксують атмосферний азот у симбіозі з бобовими культурами. Залежно від типу культури, азотфіксувальна здатність таких симбіотичних систем коливається в межах 60–300 кг/га [9]. Нині бобові культури вирощуються на понад 250 млн га у світі, а фіксація атмосферного азоту становить приблизно 90 млн тонн на рік. Бразилія імпортує приблизно 70% мінеральних азотних добрив і має досить високі витрати на сільське господарство [2, 4].

Мікро- та макроелементи відіграють не менш важливу роль в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, зернобобових також [7; 8]. Вони входять до складу цінних біологічно активних сполук,

беруть участь у синтезі білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот, вітамінів і жирів, а також можуть стабілізувати фотосинтетичні процеси та покращувати ріст і розвиток рослин. За останні два десятиліття хелати (комплекси), сполуки у складі комплексів органічних речовин і металів (наприклад, В, Мо, Zn), стали особливо важливими як джерела мікроелементів. Вони не поглинаються ґрунтом, але легко засвоюються рослинами і перевершують органічні сполуки мікроелементів. Тому сучасні сільськогосподарські технології передбачають використання як макро-, так і мікродобрив. На жаль, в Україні мікродобривам у технологіях вирощування сільськогосподарських культур приділяється мало уваги через низку причин [1; 3].

Актуальне дослідження комплексного застосування мікоризного препарату, інокулянту та фоліарного живлення рослин рідкими добривами для оцінювання впливу даних чинників на тривалість міжфазних періодів і вегетаційного періоду гороху сортів Есо та Гамбіт.

Мета роботи. Провести агротехнічні заходи у чіткій відповідності до стадій розвитку рослин, установити залежність між тривалістю міжфазних періодів гороху посівного залежно від чинників, які вивчалися, біологічних особливостей, природно-кліматичних умов і сортових якостей насіння.

Виклад основного матеріалу дослідження. Польові дослідження з вивчення тривалості вегетаційного періоду рослин гороху проводили впродовж 2020–2024 рр. на полі Науково-дослідного центру «Поділля».

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий, на лесовидних суглинках. Посівна площа елементарної ділянки – 50 м², облікової – 48 м². Попередник – пшениця озима. Насіння гороху сортів Есо та Гамбіт висівали зерновою сівалкою, звичайним рядковим способом із шириною міжрядь у 15 см, глибина загортання насіння становила 5–6 см. Норму висіву – 1,2 млн/га схожих насінин. Після сівби на 2-й день площу посіву коткували кільчастим котком.

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу гороху важливо впроваджувати сучасні, ефективні та конкурентоспроможні технології вирощування, що потребує широкого застосування мікродобрив і біопрепаратів. Зважаючи на високий потенціал посухи, важливо вирощувати посухостійкі сорти та використовувати в технологіях вирощування біологічні речовини, що підвищують адаптивність рослин. До таких речовин належать мікоризоутворювальні препарати й інокулянти. Вони набувають технологічного статусу і стали невід’ємними компонентами інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, гороху посівного також [5; 6].

Темпи швидкості росту рослин гороху в наших дослідженнях залежали від температури, вологості, наявності поживних речовин у ґрунті. Зокрема, рослини сорту Есо накопичували досить поживних речовин за короткий період вегетації, ніж рослини сорту Гамбіт.

У середньому за роки досліджень макростадія 0 – проростання – наступала на 12–15 день залежно від сорту, особливостей живлення та погодних умов. Початок формування листків і головного пагона на рослинах гороху розпочинався в мікростадії ВВСН 10 і закінчувався в мікростадії ВВСН 50, з мікростадії ВВСН 13 уже розпускався третій вусик. Період від мікростадії 10 до 13 коливався в межах від 7 до 10 діб залежно від сорту (табл. 1, 2).

Таблиця 1. Тривалість міжфазних періодів рослин гороху посівного сорту Есо залежно від агротехнічних заходів (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	00–09	10–13	14–50	51–69	70–80	81–99	00–99
контроль	контроль	14	8	23	16	14	20	95
	Найс	–	–	22	17	15	22	98
	Авангард	–	–	22	17	15	22	98
Мікофренд	контроль	14	7	22	18	14	21	96
	Найс	–	–	24	19	16	22	102
	Авангард	–	–	24	19	16	22	102
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	12	7	22	17	18	20	96
	Найс	–	–	23	18	19	23	102
	Авангард	–	–	23	18	19	23	102
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	12	7	22	17	17	20	96
	Найс	–	–	24	19	19	22	104
	Авангард	–	–	24	19	19	22	104
Нітрофікс	контроль	12	7	23	17	14	20	93
	Найс	–	–	24	19	17	23	102
	Авангард	–	–	24	19	17	23	102
Ризоактив Бобові	контроль	12	7	23	17	14	20	95
	Найс	–	–	24	19	17	23	102
	Авангард	–	–	24	19	17	23	102

Таблиця 2. Тривалість міжфазних періодів рослин гороху посівного сорту Гамбіт залежно від агротехнічних заходів (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	00–09	10–13	14–50	51–69	70–80	81–99	00–99
контроль	контроль	15	10	25	17	16	22	105
	Найс	–	–	24	18	17	24	108
	Авангард	–	–	24	18	17	24	108
Мікофренд	контроль	15	9	24	19	16	23	106
	Найс	–	–	26	20	18	25	113
	Авангард	–	–	26	20	18	25	113
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	13	9	24	18	19	23	106
	Найс	–	–	25	19	20	25	111
	Авангард	–	–	25	19	20	25	111
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	13	9	24	18	18	23	105
	Найс	–	–	26	20	20	24	112
	Авангард	–	–	26	20	20	24	112
Нітрофікс	контроль	13	9	24	18	15	23	102
	Найс	–	–	26	20	18	24	110
	Авангард	–	–	26	20	18	24	110
Ризоактив Бобові	контроль	13	9	25	18	15	23	103
	Найс	–	–	26	20	18	24	110
	Авангард	–	–	26	20	18	24	110

У гороху сорту Есо він становив 7–8 діб, сорту Гамбіт – 9–10 діб. Тривалість міжфазних періодів у рослин сорту Есо на мікростадіях ВВСН 14–50 становила 22–24 доби, Гамбіт – 24–26 діб. Найкоротшим він був на варіанті контроль з обробкою насіння перед сівбою препаратами Мікофренд + Нітрофікс та Мікофренд + Ризоактив Бобові, після фоліарного живлення препаратами Найс і Авангард вегетаційний період у рослин досліджуваних сортів подовжувався на 1–2 доби.

Цвітіння гороху є найбільш критичним періодом для формування майбутнього врожаю. Тривала волога погода в цей період може затримати цвітіння і, як наслідок, призвести до опадання більшої кількості зав'язей [9]. У 2022 р. в період цвітіння спостерігалися схожі кліматичні умови. Водночас на посівах, де проводили фоліарне підживлення мікродобривами, квітки зберігалися краще, а їх абортівність була мінімальною.

За роки досліджень період ВВСН 51–69 у середньому коливався: у сорту Есо – від 16 до 19 діб, Гамбіт – від 17 до 20 діб. Після позакореневого підживлення період між цими мікростадіями подовжувався, що сприяло довшому цвітінню й утворенню більшої кількості бобів, кращому їх збереженню (табл. 1, 2).

Час від початку формування бобів до досягнення розміру сортової стиглості в мікростадіях ВВСН 70–80 становив 14–18 діб у сорту Есо та 16 – 19 у рослин сорту Гамбіт. Тривалість макростадії 7 (утворення бобів) залежала від варіанту обробки насіння та позакореневого живлення.

Нами встановлено, що після застосування передпосівного мікоризного препарату Мікофренд та інокулянтів Нітрофікс і Ризоактив Бобові рослини гороху в мікростадіях ВВСН 81–99 майже не вилягали, раніше досягали стиглості. Так, у сорту Есо цей період становив 20–23 доби, у сорту Гамбіт – 22–24 доби. На дослідних ділянках, де не застосовували передпосівну обробку та без фоліарного живлення, дозрівання плодів і насіння відбулося за 20 діб у сорту гороху Есо та за 22 доби в сорту Гамбіт. Передпосівна обробка насіння мікорізоутворювальним препаратом і позакореневе підживлення подовжували даний період на 2–3 доби для обох досліджуваних сортів.

Висновки. За роки наших досліджень встановлено позитивний вплив препарату Мікофренд на збільшення площі поглинання кореневою системою елементів живлення та вологи завдяки розвитку мікориз, забезпечення утримання вологи в кореневій зоні рослин, що допомагало кращій роботі інокулянтів Нітрофікс і Ризоактив Бобові. Фоліарне живлення біологічними препаратами Найс і Авангард сприяло багатофункціональному впливу, забезпечувало збалансоване харчування рослин, стимуляцію росту та розвитку. Тривалість міжфазних періодів комплексного застосування препаратів, які вивчалися, була оптимальною, макростадії проходили вчасно, без ранніх строків і запізнь. Вегетаційний період рослин гороху сорту Есо був 101–102 доби, сорту Гамбіт – 111–112 діб, що відповідає сортовим особливостям гороху посівного.

У житті кожної рослини є періоди й етапи органогенезу, які спостерігаються на визначених стадіях її росту та розвитку. Завдяки дослідженню фенологічних стадій росту та їхньої інтенсивності можна за допомогою технічних методів регулювати чинники продуктивності рослин у запрограмованому напрямі.

Список використаних джерел

1. Гірка А., Ткаліч І., Сидоренко Ю., Бочевар О., Ілленко О. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах Північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2 (779). С. 31–35. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_02_05.pdf.

2. Попов С., Глибокий О., Авраменко С. Горох в умовах Східного Лісостепу України. *Агрономія сьогодні*. URL: <https://surl.li/fgqvab>.
3. Телекало Н. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2019. Вип. 13. С. 84–93. URL: <https://surl.li/membuo>.
4. Циліорик О., Іжболдін О. Урожайність гороху залежно від застосування біопрепаратів у Північному Степу України. *Агрономія сьогодні*. 2022. URL: <https://surl.li/calzct>.
5. Khomina V., Lapchynskyi V., Pustova Z., Nebaba K., & Plahtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 2024. № 27 (10). P. 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79>.
6. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*. 2019. Vol. 9. P. 6. <https://doi.org/10.1155/2019/1398612>.
7. Koberniuk O., Hryhoriev V., Nebaba K., Havrylianchyk R., Plahtiy D. The role of mycorrhizal fungi in enhancing fertilizer efficiency in agriculture. *Scientific Horizons*. 2024. № 27 (9). P. 86–97. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2024.86>.
8. Kolesnikov M., Tymoshchuk T., Moisiienko V., Vyshnivskyi P., & Rudenko Yu. Formation of the photoassimilation apparatus of pea (*Pisum sativum* L.) crops under biostimulants in arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2024. № 27 (4). P. 76–85. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2024.76>.
9. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pantsyrev H., Telekalo N., Tkach O. The Productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank Forest-Steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. № 1. P. 101–105. URL: <https://surl.li/pfoczk>.
10. Nebaba K. Impact of nutrition system on the duration of the growing season of garden peas in the Western Forest-Steppe in Ukraine. *Nauki Rolnicze, Leśne, Weterynaryjne i Przyrodnicze : Zeszyty Naukowe*. 2022. Vol. 87. № 3. P. 71–81. <https://doi.org/10.58246/5z4ekb26>.
11. Vdovenko S., Pantsyrev G., Palamarchuk I., & Lytvyniuk H. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 270–274. URL: <https://surl.li/ivberx>.

Nebaba K. S.

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

Gavrylyuk V. B.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Agronomy and Ecology,
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agrotechnical Institute”
Berezhany, Ukraine
E-mail: Vb23071963@ukr.net
ORCID: 0009-0009-1740-4873

IMPACT OF AGROTECHNICAL MEASURES ON THE VEGETATION PERIOD OF PEAS IN THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE REGION

Abstract

The dynamic nature of crop cultivation technologies necessitates continuous adaptation to environmental conditions, new varietal characteristics, and logistical advancements to optimize growth and development conditions for pea plants. Modern climate change and fluctuating weather patterns demand high adaptive potential in pea varieties to recover metabolic processes following stressors. Each variety exhibits critical thresholds for biotic and abiotic stress tolerance. In dry years, the pea growing season may shorten by up to 10 days, reducing productivity. The typical growing season for spring peas in the forest-steppe zone ranges from 75 to 105 days, extending to 140 days in very late-ripening varieties.

This study aimed to assess the effects of agrotechnical measures on the growing season of peas in the right-bank Forest-Steppe region from 2020 to 2024. Field experiments were conducted using the *Hambit* and *Eso* pea varieties. Observations revealed that the growing season ranged from 76 to 88 days, depending on meteorological conditions, seed treatments, and foliar nutrition. Positive impacts on interphase periods and the overall growing season were observed with the application of mycorrhizal preparations and inoculants.

When fertilized with *Mikofrend* in combination with inoculants, the *Eso* variety exhibited a growing season of 79–84 days, while the *Gambit* variety ranged from 80–83 days. Foliar applications of microfertilizers further extended the growing season, reaching 82–86 days for *Eso* and 83–88 days for *Hambit*. Phenological studies confirmed that seed treatments with mycorrhizal preparations and inoculants extended the growing season by 6–8 days. The use of *Nais* and *Avanhard* microfertilizers contributed an additional 2–3 days of growth, depending on the variety.

These findings highlight the importance of agrotechnical measures, including mycorrhizal preparations, inoculants, and microfertilizers, in extending the growing season and optimizing pea productivity under changing environmental conditions.

Key words: peas, growing season, inoculants, microfertilizer, agrotechnical measures.

References

1. Girka, A., Tkalič, I., Sydorenko, Yu., Bochevar, O., & Ilyenko, O. (2018). Aktualni aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia horokhu v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy [Current aspects of pea growing technology in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Visnyk ahraryoi nauky*, 2 (779), 31–35. Retrieved from: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_02_05.pdf [in Ukrainian].
2. Popov, S., Hlubokyi, O., & Avramenko, S. (2021). Horokh v umovakh skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Peas in the conditions of the eastern forest-steppe of Ukraine]. *Ahronomiia sohodni*. Retrieved from: <https://surl.li/fgqvab> [in Ukrainian].
3. Tsylyurik, O., & Izboldin, O. (2022). Urozhainist horokhu zalezhno vid zastosuvannia biopreparativ u pivnichnomu Stepu Ukrainy [Pea yield depending on the use of biological preparations in the Northern Steppe of Ukraine]. *Ahronomiia sohodni*. Retrieved from: <https://surl.li/calzct> [in Ukrainian].
4. Khomina, V., Lapchynskiy, V., Pustova, Z., Nebaba, K., & Plahtiy, D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. 2024. *Scientific Horizons*. 27 (10). P. 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79> [in Ukrainian].
5. Telekalo, N. (2019). Vplyv kompleksu tekhnolohichnykh pryiomiv na vyroshchuvannia horokhu posivnoho [The influence of a set of technological techniques on the cultivation of peas]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu "Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo"*. Iss. 13. pp. 84–93. Retrieved from: <https://surl.li/membuo> [in Ukrainian].
6. Kindie, Y., Bezabih, A., Beshir, W. Field Pea (*Pisum sativum* L.) Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*. 2019. Vol. 9. P. 6. <https://doi.org/10.1155/2019/1398612> [in Ethiopia].
7. Koborniuk, O., Hryhoriev, V., Nebaba, K., Havrylianchyk, R., Plahtiy, D. The role of mycorrhizal fungi in enhancing fertiliser efficiency in agriculture. 2024. *Scientific Horizons*. 27 (9). P. 86–97. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2024.86> [in Ukrainian].
8. Kolesnikov, M., Tymoshchuk, T., Moisiienko, V., Vyshnivskiy, P., & Rudenko, Yu. Formation of the photoassimilation apparatus of pea (*Pisum sativum* L.) crops under biostimulants in arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine. 2024. *Scientific Horizons*. 27 (4). P. 76–85. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2024.76> [in Ukrainian].
9. Mazur, V., Didur, I., Myalkovsky, R., Pansyryeva, H., Telekalo, N., & Tkach, O. (2020). The Productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank Forest-Steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), pp. 101–105. https://doi.org/10.15421/2020_166 [in Ukrainian].
10. Nebaba, K. (2022). Impact of nutrition system on the duration of the growing season of garden peas in the Western Forest-Steppe in Ukraine. *Nauki Rolnicze, Leśne, Weterynaryjne i Przyrodnicze. Zeszyty Naukowe*, 87, 71–81. <https://doi.org/10.58246/5z4ekb26> [in Poland].
11. Vdovenko, S., Pansyryeva, G., Palamarchuk, I., & Lytvyniuk, H. (2018). Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (3), 270–274. Retrieved from: <https://surl.li/ivberx> [in Ukrainian].

УДК 636.2.033.084.1:636.087.7

Приліпко Т. М.

*доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри харчових технологій виробництва і стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: vtl280726p@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8178-207X*

Андрухівський В. С.

*аспірант кафедри харчових технологій виробництва і стандартизації харчової продукції,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна*

БАЛАНС МІНЕРАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ СЕЛЕНУ В РАЦІОНІ

Анотація

Наведені дані вивчення впливу різних джерел селену в раціоні на його доступність для організму, на баланс кальцію, фосфору, сірки, міді, цинку і власне селену в організмі піддослідних телиць. Установлено, що підвищений рівень селену в раціоні (0,3 мг/кг СР) сприяв кращому відкладанню кальцію в тілі піддослідного молодняка. У телиць дослідних груп порівняно з контролем менше виділялося кальцію з калом на 0,76–4,3%, із сечею – на 10,8–16,5%. Найменша екскреція кальцію із сечею (0,79 г) відмічена в телиць 4-ї дослідної групи, джерелом селену в раціоні якої був селенометіонін. Найменша екскреція фосфору із сечею відмічена в телиць 4-ї дослідної групи, які отримували додатково до раціону органічний селен. Щоправда, за виділенням фосфору із сечею телиці 3-ї дослідної групи не набагато поступалися перед тваринами 4-ї дослідної групи – усього 0,02 г, або 2,1%, а телиці 3-ї дослідної групи – на 0,07 г, або 7,4%. На відміну від кальцію і фосфору, в обмінному досліді відмічена залежність обміну сірки як від рівня селену, так і від його джерела. Дослідні телиці відрізнялися від контрольних аналогів відносними показниками засвоєння сірки в тілі від спожитої її кількості на 4,64–5,80%. Варто відзначити, що найменші ендogenous виділення сірки із сечею і найвищий баланс її відмічено в телиць 4-ї дослідної групи, трохи менший – у тварин 3-ї, ще менший – у тварин 2-ї дослідної групи. Дослідні телиці відрізнялися від контролю кращим балансом міді. Серед 3-х дослідних груп телиці 4-ї дослідної групи відзначалися найменшою екскрецією міді із сечею та більш високим балансом її, хоча різниця за цими показниками між тваринами 2-ї і 3-ї дослідних груп є достовірною. Серед дослідних груп телиць меншою екскрецією цинку і більшим балансом його відзначалася 4-а дослідна група із вмістом у раціоні селенометіоніну, хоча різниця в показниках між 2-ю і 3-ю групами була недостовірною. У контрольних тварин баланс селену становив лише 0,004 мг, а в дослідних був у 173,5–189,8 раза більшим. Відносні показники засвоєння селену були більш високими у тварин 4-ї та 3-ї груп (35,1 і 33,4 проти 30,0%).

Ключові слова: селен, мідь, організм, цинк, раціон, баланс, тварини, телиці.

Вступ. У процесі життєдіяльності організм вибірково накопичує одні хімічні елементи, елімінує інші, незалежно від їх вмісту в навколишньому середовищі. Однак закономірності таких процесів вивчені ще не досить. Селен, мабуть, один із найзагадковіших і найбільш суперечливих мікроелементів. Адже довгий час він уважався суто «отруйним і некорисним розсіяним елементом», як його схарактеризував відкривач Йенс Якоб Берцеліус – видатний шведський хімік. Саме йому, у співпраці з Юханом Готлібом Ганом, належить честь відкриття мікроелемента в 1817 р. у процесі дослідження червоно-бурого осаду, що утворювався під час виробництва сірчаної кислоти із двоокису сірки. Селен був названий так на честь богині Місяця (у перекладі із грецької мови – Селена). Я. Берцеліус дав таку назву, керуючись схожістю цього елемента з телуром (грецькою мовою – Земля) [1, с. 79; 2, с. 56; 6, с. 12].

Від часу відкриття і до середини ХХ ст. цілі покоління вчених у своїх дослідженнях орієнтувалися лише на наявність токсичних властивостей селену. Уперше таке уявлення було поставлено під сумнів роботою американських учених у 1957 р., які довели, що в мікродозах селен запобігає виникненню множинних аліментарних некрозів у щурів, яких утримували на напівсинтетичному раціоні з контрольованим надходженням цистину і вітаміну Е [8, с. 320; 9, с. 18; 13, с. 197].

Незважаючи на значну увагу до селену в усьому світі, досліджень, присвячених вивченню його розповсюдження на території України, украй мало. Унікальними і практично єдиними дослідженнями фундаментального характеру щодо вмісту селену у ґрунтах України натеper залишаються праці Б.П. Сучкова та В.Г. Бардова. Згідно з даними, усю територію України можна віднести до геохімічних провінцій із середнім вмістом рухомих форм мікроелемента у ґрунтах природних угідь [10, с. 204; 11, с. 86].

Цей показник збільшується в напрямку: лісостепова – передгірська – гірська зони. Ці особливості пов'язані з хімічним складом материнських порід і напрямком процесів ґрунтоутворення [3, с. 26; 4, с. 33]. Найнижчий вміст рухомих форм селену виявлено у зразках, відібраних на території Хмельницької області – $0,014 \pm 0,002$ мг/кг.

Мета роботи. Зважаючи на можливий біологічний взаємозв'язок селену з мінеральними елементами, в експерименті досліджували вплив різних джерел селену на баланс кальцію, фосфору, сірки, міді, цинку і власне селену в організмі піддослідних телиць.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчали вплив різних джерел селену за однакового рівня його в раціоні на баланс мінеральних елементів в організмі молодняку великої рогатої худоби. Із цією метою провели науково-господарський дослід на 4-х групах телиць симентальської породи віком 9–11 місяців живою масою 226–242 кг, по 12 голів у групі. В основний період тривалістю 186 днів годівлю телиць контрольної групи здійснювали за раціоном зрівняльного періоду, корегуючи кількість згодовуваних кормів згідно зі змінами живої маси тварин. Телицям 2-ї дослідної групи згодовували такий же раціон, але з додаванням до нього селеніту натрію, 3-ї дослідної – селенату натрію, 4-ї дослідної – селенометіоніну. Селенові сполуки вводили в раціон у таких кількостях, які б забезпечували загальний вміст селену в ньому 0,3 мг/кг сухої речовини.

Отримані експериментальні дані дозволяють зробити відповідний аналіз. Аналогічно попереднім дослідженням, підвищений рівень селену в раціоні (0,3 мг/кг СР) сприяв кращому відкладанню кальцію в тілі піддослідного молодняку (табл. 1).

Таблиця 1. Середньодобовий баланс кальцію в піддослідних телиць (n = 3; M ± m), г/голову

Показник		Групи			
		контрольна	дослідні		
			1	2	3
Спожито з кормами		49,30	49,70	49,20	49,10
Виділено всього		41,18	40,87	39,48	40,14
Зокрема:	з калом	40,26	40,66	38,65	39,35
	із сечею	0,92	0,81	0,83	0,79
Відкладено в тілі: г		8,12 ± 0,3	8,83 ± 0,4	8,89 ± 0,2	8,96 ± 0,2
у % до спожитого		16,47	17,77	18,07	18,25

Незважаючи на практично однакове споживання піддослідними телицями всіх груп кальцію, характер обміну його був різним. Передусім у телиць дослідних груп порівняно з контролем менше виділялося кальцію з калом на 0,76–4,3%, із сечею – на 10,8–16,5%. Найменша екскреція кальцію із сечею (0,79 г) відмічена в телиць 4-ї дослідної групи, джерелом селену в раціоні якої був селенометіонін. Дослідні телиці відрізнялися також від контролю більш високим балансом кальцію. Якщо в контрольних тварин баланс кальцію становив 8,12 г за добу, то в телиць 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп відповідно на 8,7; 9,5 і 10,3% більше. Як видно, дещо більше кальцію відкладалося в тілі телиць 4-ї дослідної групи. Відкладання кальцію в тілі у відсотках до спожитої кількості в телиць 4-ї дослідної групи порівняно з контролем було вищим на 1,78%, 3-ї дослідної – на 1,60, 2-ї дослідної групи – на 1,30%.

Дослідженнями балансу фосфору не виявлено суттєвого впливу на нього різних джерел селену, хоча спостережено однозначне зменшення екскреції цього елемента в телиць дослідних груп із сечею (табл. 2).

Таблиця 2. Середньодобовий обмін фосфору в піддослідних телиць (n = 3; M ± m), г/голову

Показник		Групи			
		контрольна	дослідні		
			1	2	3
Спожито з кормами		31,51	31,37	31,59	31,43
Виділено всього		26,98	26,96	26,94	26,71
Зокрема:	з калом	25,86	25,94	25,97	25,76
	із сечею	1,12	1,02	0,97	0,95
Відкладено в тілі: г		4,53 ± 0,31	4,41 ± 0,70	4,65 ± 0,42	4,72 ± 0,50
у % до спожитого		14,38	14,06	14,72	15,02

Якщо у тварин контрольної групи виділялося щодоби із сечею 1,12 г, то в телиць 2-ї дослідної групи це виділення було на 9,8%, 3-ї дослідної групи – на 15,5%, 4-ї дослідної групи – на 17,9% менше. Найменша екскреція фосфору із сечею відмічена в телиць 4-ї дослідної групи, які отримували додатково до раціону органічний селен. Щоправда, за виділенням фосфору із сечею телиці 3-ї дослідної групи не набагато поступалися перед тваринами 4-ї дослідної групи – усього 0,02 г, або 2,1%, а телиці 3-ї дослідної групи – на 0,07 г, або 7,4%.

Щодо виділень фосфору з калом, то вони в телиць усіх піддослідних груп не мали однозначного вираження ні як стосовно рівня селену, ні як стосовно його джерела. Наприклад, у тварин 2-ї та 3-ї дослідних груп виділення фосфору з калом були на рівні контролю, а в телиць 4-ї дослідної групи – на 0,27 г, або 1,0% меншими. У зв'язку із цим така неоднозначність є характерною і для балансу цього елемента. Зокрема, у тварин контрольної групи щодоби в тілі відкладалося 4,53 г фосфору, тоді як у телиць 2-ї дослідної групи на 0,12 г, або 2,7% менше, а 3-ї та 4-ї дослідних груп, навпаки, на 0,12 і 0,19 г, або 2,7 і 4,2% більше. Аналогічно виглядають і відносні показники балансу фосфору до спожитої кількості.

На відміну від кальцію і фосфору, в обмінному досліді відмічена залежність обміну сірки як від рівня селену, так і від його джерела (табл. 3).

Таблиця 3. Середньодобовий обмін сірки в піддослідних телиць (n = 3; M ± m), г/голову

Показник		Групи			
		контрольна	дослідні		
			1	2	3
Спожито з кормами		22,13	22,23	22,09	22,12
Виділено всього		16,10	15,14	14,92	14,81
Зокрема:	з калом	9,78	9,68	9,60	9,80
	із сечею	6,32	5,46	5,32	5,01
Відкладено в тілі: г		6,03 ± 0,20	7,09 ± 0,15*	7,17 ± 0,22*	7,31 ± 0,30*
у % до спожитого		27,25	37,89	32,46	33,05

Так, за майже однакового споживання тваринами всіх груп сірки її загальне виділення з організму було різним. У телиць контрольної групи щодоби виділялося 16,10 г сірки, тоді як у тварин 2-ї дослідної групи на 0,96 г, або 6,3%, менше, 3-ї дослідної – на 1,18 г, або 7,9%, 4-ї дослідної групи – на 1,29 г, або 8,7% менше. Менші загальні виділення сірки з організму тварин дослідних груп зумовлені меншою екскрецією її із сечею. Якщо, наприклад, у телиць контрольної групи із сечею щодоби виділялося 6,03 г сірки, то у тварин 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп – відповідно на 0,86; 1,00 і 1,31 г, або 15,8; 18,8 і 26,1% менше.

Щодо виділень сірки з калом, то вони в телиць усіх піддослідних груп були на одному рівні і коливались у межах 9,60–9,80 г.

Зменшення ендогенних виділень сірки із сечею під впливом підвищеного рівня селену в раціоні було основним чинником, який зумовив різницю в балансі селену між тваринами дослідних і контрольної груп. У телиць контрольної групи добове відкладання сірки в тілі становило 6,03 г, а у тварин 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп відповідно на 1,06; 1,14 і 1,28 г, або 17,6; 18,9 і 21,2%, більше. Дослідні телиці відрізнялися від контрольних аналогів також відносними показниками засвоєння сірки в тілі від спожитої її кількості на 4,64–5,80%.

Варто відзначити, що найменші ендогенні виділення сірки із сечею і найвищий баланс її відмічено в телиць 4-ї дослідної групи, трохи менший у тварин 3-ї, і ще менший у тварин 2-ї дослідної групи.

Поряд із макроелементами (кальцієм, фосфором і сіркою) у балансовому досліді вивчали також баланс мікроелементів, зокрема міді. У середньому за добу під час проведення (фізіологічного) обмінного експерименту піддослідні телиці споживали 53,4–54,2 мг/голову/добу міді (табл. 4).

Таблиця 4. Середньодобовий обмін міді в піддослідних телиць (n=3; M±m), мг/голову

Показник		Групи			
		контрольна	дослідні		
			1	2	3
Спожито з кормами		53,5	53,4	54,2	53,7
Виділено всього		25,3	23,3	23,8	22,9
Зокрема:	з калом	17,0	16,9	17,6	17,0
	із сечею	8,3	6,4	6,2	5,9
Відкладено в тілі: мг		28,2 ± 0,4	30,1 ± 0,2*	30,4 ± 0,3*	30,8 ± 0,5*
у % до спожитого		52,7	56,4	56,1	57,4

Аналіз експериментальних даних показав, що під дією селенових добавок зменшилася екскреція міді із сечею в телиць дослідних груп. Зокрема, у тварин 1-ї контрольної групи щодоби із сечею виділялося 8,3 мг міді, тоді як у телиць 2-ї дослідної групи на 1,9 мг, або 29,6%, менше, 3-ї дослідної – на 2,1 мг, або 33,9%, менше, 4-ї дослідної групи – на 2,4 мг, або 40,7%, менше.

Щодо виділень міді з калом, то вони в телиць усіх піддослідних груп були практично однакові – 16,9–17,6 мг, а загальні виділення цього мікроелемента в дослідних тварин були меншими за контроль на 2,0–2,4 мг, або 8,6–10,5%.

Дослідні телиці відрізнялися від контролю кращим балансом міді. Якщо в тілі тварин 1-ї контрольної групи за добу відкладалося 28,2 мг міді, то в телиць 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп відповідно на 1,9; 2,2 і 2,6 мг, або 6,7; 7,8 і 9,2%, більше. У зв'язку із цим у тварин дослідних груп порівняно з контролем були також кращі відносні показники відкладання міді в тілі на 3,7–4,7%. Серед 3-х дослідних груп телиці 4-ї дослідної групи відзначалися найменшою екскрецією міді із сечею та більш високим балансом її, хоча різниця за цими показниками між тваринами 2-ї та 3-ї дослідних груп є достовірною.

Таблиця 5. Середньодобовий обмін цинку в піддослідних телиць (n = 3; M ± m), мг/голову

Показник		Групи			
		контрольна	дослідні		
			1	2	3
Спожито з кормами		315,6	314,9	315,7	315,3
Виділено всього		212,7	203,0	201,4	198,6
Зокрема:	з калом	203,2	195,4	194,3	192,1
	із сечею	9,5	7,6	7,1	6,5
Відкладено в тілі: мг		102,9 ± 1,0	111,9 ± 0,9*	114,3 ± 2,2**	116,7 ± 1,9**
у % до спожитого		32,6	35,5	36,2	37,0

За практично однакового споживання цинку метаболізм його в організмі телиць дослідних і контрольної груп був різним. Передусім привертає увагу різниця в показниках екскреції цього елемента із сечею. Так, у тварин контрольної групи щодобове виділення цинку із сечею становило 9,5 мг, а в телиць 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп відповідно на 1,9; 2,4 і 3,0 мг, або 25,0; 33,8 і 46,2%, менше.

У телиць дослідних груп дещо менше порівняно з контролем виділялося цинку і з калом. Різниця за цим показником між тваринами 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп відповідно становила 7,8; 8,9 і 11,1 мг, або 4,0; 4,6 і 5,8%. Унаслідок цього в телиць дослідних груп зменшувалися також на 9,7–14,1 мг, або 4,8–7,1%, загальні виділення цинку з організму. У результаті виявилось, що під впливом підвищеного рівня селену в раціоні (0,3 проти 0,077 мг/кг СР) у дослідних телиць покращувався баланс цинку. Хоча він був високим і в контролі – 102,9 мг (32,6% від спожитої кількості). Відкладання цинку в тілі тварин 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп перевищувало контрольні аналоги на 9,0; 11,4 і 13,8 мг, або 8,7; 11,1 і 13,4%. Відкладання цинку в тілі дослідних телиць щодо спожитої його кількості було вищим, ніж у контролі, на 2,9; 3,6 і 4,4% (35,5–37,0 проти 32,6%). Серед дослідних груп телиць меншою екскрецією цинку та більшим балансом його відзначалася 4-а дослідна група з вмістом у раціоні селенометіоніну, хоча різниця в показниках між 2-ю та 3-ю групами була недостовірною.

Оскільки основним досліджуваним нами чинником був селен, уважали за необхідне простежити також за характером його обміну в піддослідних телиць. У результаті виявилось, що дослідні телиці відрізнялися від контрольних рівнем споживання селену, що й передбачалося методикою досліджень.

Як видно з таблиці 6, у раціоні тварин дослідних груп рівень селену був у 3,7–3,8 раза більшим, ніж у контролі. Щоправда, і загальне виділення його з організму дослідних телиць теж було у 2,4–2,6 раза вищим порівняно з контрольними тваринами.

Таблиця 6. Середньодобовий обмін селену в піддослідних телиць (n=3; M±m), мг/голову

Показник		Групи			
		контрольна	дослідні		
			1	2	3
Спожито з кормами		0,563	2,165	2,162	2,163
Виділено всього		0,559	1,516	1,439	1,404
Зокрема:	з калом	0,411	0,923	0,927	0,918
	із сечею	0,148	0,593	0,512	0,486
Відкладено в тілі: мг		0,004 ± 0,001*	0,694 ± 0,001***	0,723 ± 0,002***	0,759 ± 0,001***
у % до спожитого		7,1	+30,0	+33,4	+35,1

З аналізу шляхів виділення селену з організму можна побачити, що переважна кількість його виділялася з калом тварин, а менша – із сечею. У дослідних тварин із калом виділялася практично однакова кількість селену незалежно від його джерела (0,918–0,927 мг), проте вона була вдвічі з лишком більшою, ніж у контролі.

А ось щодо екскреції селену із сечею, то вона в дослідних тварин переважала над контролем у 3,1–3,7 раза і залежала від джерела селену. Якщо в телиць 2-ї дослідної групи виділялося із сечею щодоби 0,593 мг селену, то у тварин 3-ї дослідної групи – 0,512 мг, що на 0,081 мг, або 15,8%, менше. Ще менше, на 0,107 мг, або 22,0%, виділялося селену із сечею у тварин 4-ї дослідної групи.

Кінцевими результатами були показники балансу селену. У контрольних тварин баланс цього мікроелемента становив лише 0,004 мг, а в дослідних – у 173,5–189,8 рази більше. До того ж у телиць 3-ї та 4-ї дослідних груп порівняно з їхніми аналогами із 2-ї дослідної групи баланс селену був вищим відповідно на 11,4 і 16,9%. Відносні показники засвоєння селену теж були більш високими у тварин 4-ї та 3-ї груп (35,1 і 33,4 проти 30,0%).

Висновки. Серед неорганічних (селеніт і селенат натрію) і органічних (селенометіонін) джерел селену кращою біологічною доступністю і більш помітним впливом на обмін речовин і продуктивність тварин відзначається селенометіонін, за ним – селенат і селеніт, що підтверджується позитивним балансом мінеральних речовин.

Перспективою подальших досліджень є визначення найбільш ефективного, технологічного, контрольованого та безпечного способу поповнення нестачі селену в раціоні.

Список використаних джерел

1. Білецька Е.М. Біомікроелементи – селен, мідь та цинк у харчуванні населення промислово розвинутих територій. *Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпропетровськ, 2007. С. 79–80.
2. Білецька Е.М. Гігієнічна оцінка вмісту мікроелемента селену у воді Дніпропетровської області. *Довкілля та здоров'я*. 2007. № 1. С. 56–60.
3. Гуменюк Г.Д. Сучасний стан і перспектива розроблення стандартів на комбікормову продукцію та можливість гармонізації їх з міжнародними та європейськими стандартами. *Україна – Комбікорми – 2003* : матеріали I-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2003. С. 26–31.
4. Захарчук П.Б. Гематологічні показники бичків симентальської породи на відгодівлі за різних селеновмісних добавок у раціоні. *International academy journal Web of Scholar*. Warsaw, 2018. Vol. 4. P. 33–37. https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5771.
5. Захарчук П.Б. Вплив різних селеновмісних добавок у раціоні на продуктивність, перетравність, обмін азоту та мінеральних елементів в організмі бугайців. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок та Інституту біології тварин Національної академії аграрних наук України*. Львів, 2018. Вип. 2. С. 65–72.
6. Копко І.Є. Інтенсивність всмоктування селеніту і селенату натрію в різних відділах шлунково-кишкового тракту курей. *Біологічні основи живлення сільськогосподарських тварин* : тези доповідей Міжнародної наукової конференції. Львів, 1998. С. 56.
7. Ніщенко М.П., Омельчук О.В., Хом'як О.А., Ємельяненко А.А., Довбиш В.В. The laying hens photolytic activity of digestive organs under the selenium, zinc, and vitamin A nanoaschelates influence. *Universum View17* : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця, 2019. С. 150–152.
8. Подрушняк А.С., Макачук Т.Л., Кравцов Ю.В. Гігієнічні аспекти збагачення харчового раціону селеном, методи контролю за його вмістом у харчових продуктах. *Профілактична медицина: проблеми і перспективи* : матеріали Науково-практичної конференції. Київ, 2005. С. 320–324.
9. Приліпко Т.М., Захарчук П.Б. Вміст селену в кормах зони Поділля України за використання в раціонах великої рогатої худоби. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2019_1_24.
10. Приліпко Т.М., Захарчук П.Б., Косташ В.Б., Шулько О.П. Перетравність поживних речовин за використання різних селеновмісних добавок у раціоні бичків. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. Серія «Сільськогосподарські науки». 2016. Т. 18. № 2 (67). С. 204–208.
11. Приліпко Т.М. Експериментальне обґрунтування доз селену в раціонах молочної худоби : дис. ... докт. с.-г. наук. Харків : ІТ УААН, 2006. 356 с.
12. Сердюк А.М., Гуліч М.П., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- і мікроелементів. *Журнал Національної академії медичних наук України*. 2010. Т. 16. № 1. С. 107–114.
13. Хомин М.М., Федорук Р.С., Рівіс Й.Ф., Цап М.М. Жирнокислотний склад загальних ліпідів крові корів за згодовування хелатних і мінеральних сполук селену, йоду, кобальту та хрому в перші місяці лактації. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин Національної академії аграрних наук і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок*. 2010. Вип. 11. № 2–3. С. 197–201.

Prylipko T. M.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

Head of the Department of Food Technologies of Food Production and Standardization,

Higher Educational Institution "Podillia State University"

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: vtl280726p@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Andruhivsky V. S.

Postgraduate Student at the Department of Food Technologies of Food Production and Standardization,

Higher Educational Institution "Podillia State University"

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

BALANCE OF MINERAL ELEMENTS IN THE BODY OF YOUNG CATTLE WITH DIFFERENT SOURCES OF SELENIUM IN THE DIET

Abstract

The data of the study of the influence of different sources of selenium in the diet on its availability to the body, on the balance of calcium, phosphorus, sulfur, copper, zinc and selenium itself in the body of experimental heifers are presented. It was found that an increased level of selenium in the diet (0,3 mg/kg of BDW) contributed to better deposition of calcium in the body of experimental young animals. In heifers of the experimental groups, compared to the control, less calcium was excreted in feces by 0,76–4,3% and in urine by 10,8–16,5%. Moreover, the lowest urinary calcium excretion (0,79 g) was observed in heifers of the 4th experimental group, the source of selenium in the diet of which was selenomethionine. The lowest urinary phosphorus excretion was observed in heifers of the 4th experimental group, which received organic selenium in addition to the diet. However, in terms of urinary phosphorus excretion, the heifers of the 3rd experimental group were not much inferior to the animals of the 4th experimental group – only 0,02 g, or 2,1%, and the heifers of the 3rd experimental group – by 0,07 g, or 7,4%. Unlike calcium and phosphorus, the dependence of sulfur metabolism on both the level of selenium and its source was noted in the metabolic experiment. The experimental heifers differed from the control analogues in the relative indicators of sulfur absorption in the body from its consumed amount by 4,64–5,80%. It should be noted that the lowest endogenous urinary sulfur excretion and the highest balance were noted in the heifers of the 4th experimental group, slightly lower in the animals of the 3rd, and even lower in the animals of the 2nd experimental group. The experimental heifers differed from the control in a better copper balance. Among the 3 experimental groups, heifers of the 4th experimental group were characterized by the lowest urinary copper excretion and a higher balance, although the difference in these indicators between the animals of the 2nd and 3rd experimental groups is significant. Among the experimental groups of heifers, the 4th experimental group with the content of selenomethionine in the diet was characterized by lower zinc excretion and a higher balance, although the difference in indicators between the 2nd and 3rd groups was not significant. In control animals, the selenium balance was only 0,004 mg), and in the experimental animals it was 173,5–189,8 times higher. Relative selenium absorption rates were higher in animals of the 4th and 3rd groups (35,1 and 33,4 versus 30,0%).

Key words: selenium, copper, organism, zinc, diet, balance, animals, heifers.

References

1. Biletska, E.M. (2007). Biomikroelementy – selen, mid ta tsynk u kharchuvanni naselennia promyslovo rozvynutykh terytorii [Biomicroelements such as selenium, copper and zinc in the diet of the population of industrialized areas]. *Problemy pryrodokorystuvannya, staloho rozvytku ta tekhnolohnoi bezpeky rehioniv – Problems of natural resources management, sustainable development and technological safety of regions: materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Dnipropetrovsk*, pp.79–80 [in Ukrainian].
2. Biletska, E.M. (2007). Hihienichna otsinka vmistu mikroelementa selenu u vodi Dnipropetrovskoi oblasti [Hygienic assessment of selenium content in water of Dnipropetrovska oblast]. *Dovkillia ta zdorovia – Environment and health*. 1. pp. 56–60 [in Ukrainian].
3. Humeniuk, H.D. (2003). Suchasnyi stan i perspektyva rozroblennia standartiv na kombikormovu produktsiiu ta mozhlyvist harmonizatsii yikh z mizhnarodnymy ta yevropeiskymy standartamy [The current state and prospects of developing standards for feed products and the possibility of harmonizing them with international and European standards]. *Materialy I-yi Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Ukraina – Kombikormy – 2003" – Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference "Ukraine – Feed – 2003"*, Kyiv, pp. 26–31 [in Ukrainian].
4. Zakharchuk, P.B. (2018). Hematolohichni pokaznyky bychkiv symentalskoi porody na vidhodivli za riznykh selenovmisnykh dobavok v ratsioni [Hematological parameters of Simmental bulls during fattening with different selenium supplements in the diet]. *International academy journal Web of Scholar*. Warsaw, 4. pp. 33–37. https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5771 [in Ukrainian].
5. Zakharchuk, P.B. (2018). Vplyv riznykh selenovmisnykh dobavok u ratsioni na produktyvnist, peretrvnist, obmin azotu ta mineralnykh elementiv v orhanizmi buhaitiv [The effect of different selenium-containing supplements in the diet on productivity, digestibility, nitrogen and mineral metabolism in bulls]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the State Research Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives and the Institute of Animal Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine*. Lviv, 2. pp. 65–72 [in Ukrainian].
6. Kopko, I.Ye. (1998). Intensyvnist vsmoktuvannya selenitu i selenatu natriiu u riznykh viddilakh shlunkovo-kyslkovoho traktu kurei [Intensity of selenite and sodium selenate absorption in different parts of the gastrointestinal tract of chickens]. *Biolohichni osnovy zhyvlennia s.-h. tvaryn – Biological bases of nutrition of agricultural animals: tezy dopovidei mizhnar. nauk. konf. Lviv*, P. 56 [in Ukrainian].
7. Nishchemenko, M.P., Omelchuk, O.V., Khomiak, O.A., Yemelienenko, A.A., & Dovbysh, V.V. (2019). The laying hens photolytic activity under the selenium, zinc, and vitamin A nanoacvachelates influence. *Universum View17: tezy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Vinnytsia, pp. 150–152 [in English].
8. Podrushniak, A.Ie., Makarchuk, T.L., & Kravtsov, Yu.V. (2005). Hihienichni aspekty zbahachennia kharchovoho ratsionu selenom, metody kontroliu za yoho vmistom v kharchovykh produktakh [Hygienic aspects of selenium enrichment in the food ration, methods of controlling its content in food products]. *Profilaktychna medytsyna: problemy i perspektyvy – Preventive medicine: problems and prospects: materialy nauk.-prakt. konf. Kyiv*, pp. 320–324 [in Ukrainian].

9. Prylipko, T.M., & Zakharchuk, P.B. (2019). Vmist selenu v kormakh zony Podillia Ukrainy za vykorystannia v ratsionakh velykoi rohatoi khudoby [Selenium content in forages of Podillya region of Ukraine for use in cattle diets]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy – Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 1. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2019_1_24 [in Ukrainian].

10. Prylipko, T.M., Zakharchuk, P.B., Kostash, V.B., & Shulko, O.P. (2016). Peretravnist pozhyvnykh rehovyn za vykorystannia riznykh selenovmisnykh dobavok v ratsioni bychkiv [Nutrient digestibility with the use of different selenium-containing additives in the diet of bulls]. *Naukovyi visnyk LNU vet. med. i biotekhnologii im. Hzhitskoho. Seriya "Silskohospodarski nauky" – Scientific Bulletin of Hzhitskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Series "Agricultural Sciences"*. Lviv, Vols. 18. 2 (67). pp 204–208 [in Ukrainian].

11. Prylipko, T.M. (2006). Eksperymentalne obgruntuvannia doz selenu v ratsionakh molochnoi khudoby [Experimental substantiation of selenium doses in dairy cattle diets]. *Doctor's thesis*. Kharkiv: IT UAAN, 356 p. [in Ukrainian].

12. Serdiuk, A.M., Hulich, M.P., Kaplunenko, V.H., & Kosinov, M.V. (2010). Nanotekhnologii mikronutriientiv: problemy, perspektyvy ta shliakhy likvidatsii defitsytu makro- i mikroelementiv [Nanotechnology of micronutrients: problems, prospects and ways to eliminate macro- and micronutrient deficiencies]. *Zhurnal Natsionalnoi akademii medychnykh nauk Ukrainy – Journal of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine*. Vols. 16, 1. pp. 107–114 [in Ukrainian].

13. Khomyn, M.M., Fedoruk, R.S., Ravis, Y.F., & Tsap, M.M. (2010). Zhyrnokyslotnyi sklad zahalnykh lipidiv krovi koriv za zghodovuvannia khelatnykh i mineralnykh spoluk selenu, yodu, kobaltu ta khromu u pershi misiatsi laktatsii [Fatty acid composition of total blood lipids in cows fed with chelated and mineral compounds of selenium, iodine, cobalt and chromium in the first months of lactation]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biologii tvaryn NAAN ta DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine and the State Research Institute of Veterinary Medicines and Feed Additives*, Vols. 11, 2–3. pp. 197–201 [in Ukrainian].

УДК 635.64:631.551

Сєвідов В. П.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва,
Державний біотехнологічний університет
Харків, Україна
E-mail: sevidov.vp@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3826-5149

Алфьоров О. І.

доктор технічних наук,
в. о. директора інституту,
Інститут овочівництва і багаторічності
Національної академії аграрних наук України
с. Селекційне, Україна
E-mail: ovoch.iob@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0357-3141

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЛОДІВ ПОМІДОРА ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ

Анотація

Помідор – це культура світового значення, яка цінується за свої поживні властивості та кулінарну універсальність, плоди помідора вживаються у свіжому та переробленому вигляді. У статті проаналізовано шляхи підвищення ефективності дозарювання плодів гібридів помідора різних груп стиглості в разі закладення на короткочасне зберігання. Експериментальні дослідження проводились протягом трьох років (2020–2022 роки). Найважливішим показником якості плодів помідора була перевірка впливу умов зберігання дозрівання плодів томата.

Для короткострокового зберігання плодів останнього збору, які збирають найчастіше зеленими чи стадії воскової стиглості, важливою характеристикою для реалізації продукції є одночасність дозрівання плодів. Під час організації дозарювання зібрану недозрілу продукцію за визначених умов доводять до біологічної стиглості. У процесі дозарювання під дією фітогормону етилену зелені плоди помідора розм'якшуються і швидко дозрівають. Проте закладені без обробки на дозарювання плоди за найсприятливіших умов досягають дуже нерівномірно. Для збереження якості та кількості товарної продукції оптимальними є методи обробки плодів помідора за одну-дві доби до збору з використанням біопрепарату "Sweet" або розчину C_2H_5OH , що забезпечують стабільно високий рівень одночасного дозарювання за короткочасному зберіганню плодів помідора. Оптимальний строк короткострокового зберігання становить 20 діб, коли всі плоди дозрівають, а відсоток захворілих і пошкоджених плодів мінімальний.

У дослідженні підкреслено важливість оптимізації процесів дозрівання за короткострокового зберігання плодів помідора для збереження їхньої якості та продовження терміну придатності. Ці знання можуть допомогти в розробленні покращених методів післязбиральної обробки для підвищення конкурентоспроможності галузі овочівництва.

Ключові слова: помідори, гібриди, якість, зберігання, дозрівання.

Вступ. Продовження терміну придатності вирощеної продукції є однією з кінцевих цілей її післязбиральної обробки. Після збору врожаю дозрівання плодів помідора триває, адже вони є живою тканиною. Як результат, плоди можуть дуже швидко перезрівати за температури навколишнього середовища. Це може призвести до втрати якості, обмеження терміну придатності.

Для покращення потенціалу зберігання томатів після збирання врожаю в умовах контрольованої атмосфери необхідно правильно розуміти, як томати реагують і адаптуються до стресів, яким вони піддаються під час зберігання після збирання врожаю. Наприклад, вивчення метаболічних наслідків низького рівня кисню для клітин плодів помідора показує, що окислювальний стрес значно пригнічує центральні метаболічні процеси, тим самим покращує потенціал зберігання плодів помідора після збору врожаю в умовах контрольованої атмосфери [6].

Якість свіжих фруктів і овочів визначається за допомогою біометричних показників і органолептичними методами. Результати досліджень показують, що оброблені для уповільнення в'янення та продовження терміну придатності плоди помідора мають кращий зовнішній вигляд і поживну цінність, особливо ті, що були оброблені розчинами хітозану та $CaCl_2$ [8]. Що показує ефективність обробки для регулювання дозрівання й уповільнення втрачання якості плодів після збирання врожаю.

Для збереження післязбиральної якості плодів використовуються різні методи продовження терміну придатності завдяки уповільненню швидкості фізіологічних процесів із мінімальним погіршенням стану плодів [2; 4; 10]. Дослідження, проведене в Китаї, показало, що післязбиральна обробка значно впливає на метилювання ДНК

і транскриптом плодів помідора. Результати показують, що умови зберігання за температури 12,5 °C специфічно впливають на патерни метилювання й експресії генів фруктів, унаслідок чого їхні фізіологічні властивості на краще відрізняються від плодів за інших умов зберігання [11].

Незрілі, зелені помідори характеризуються підвищеною щільністю та стійкістю до механічних пошкоджень, що забезпечує їхню збереженість під час збору врожаю. У регіонах із ризиком ранніх осінніх заморозків, зокрема в північних частинах країни, їх збирання до повного дозрівання є доцільним агротехнічним заходом. Такий підхід дозволяє мінімізувати втрати врожаю та забезпечити подальше дозрівання плодів у контрольованих умовах. Оптимальний час для збирання залежить від сортових особливостей рослин, адже різні сорти демонструють специфічні темпи дозрівання та фізіологічні характеристики, що впливають на якість плодів і можливість їх тривалого зберігання [1].

Отже, актуальним питанням за тепличного вирощування помідора є вивчення ефективності різних способів стимуляції плодів помідора на прискорене й одночасне дозрівання за мінімальних втрат продукції.

Мета роботи. Дослідження вивчення впливу умов короткочасного зберігання для забезпечення дозрівання на стан плодів гібридів F1 помідора, визначення оптимальних строків зберігання та методів обробки плодів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінювання будь-якого гібрида помідора важливими критеріями є біометричні та смакові показники свіжих плодів [9]. У процесі зберігання у плодах відбуваються складні фізико-хімічні та біохімічні процеси, які приводять до зміни біометричних, біохімічних і органолептичних характеристик. У дослідженні використовувалися такі гібриди F1 помідорів, вирощених у плівковій теплиці, як: Берберана, Панекра, Матіас, Белфорт, Зульфія, Сігнора, Ронда, Мохітос, Бостіна, Аламіна, Ярина, Тойво.

Масове плодоношення в умовах Лівобережного Лісостепу України починалося у третій декаді липня і тривало до другої декади жовтня, коли відбувався останній збір. Плоди за варіантами досліду за дві доби до збору обробляли розчином C_2H_5OH та біопрепаратом "Sweet". Збір плодів і закладка плодів на короткочасне зберігання та дозарювання відбувалися у другій половині дня за ясної погоди та температури повітря +22–25 °C. Збиралися суцільно всі плоди. Для закладки на зберігання відбирались проби по 20 кг кожного гібрида. Усього по варіантах досліду на короткочасне зберігання і дозарювання закладено 2 160 кг плодів без плодоніжки за трьома групами: контроль (без обробки), з обробкою розчином C_2H_5OH та з обробкою біопрепаратом "Sweet". Таку ж кількість плодів, зібраних із плодоніжкою, за такими ж варіантами обробки.

Біохімічні процеси у плодах помідора уповільнюються за низьких температур і відсутності світла. Зберігання плодів помідора за низької температури в холодильних камерах подовжує термін використання плодів, але не дозволяє досягти дружності виходу товарної продукції [7]. Водночас бажані споживчі властивості помідора більшою мірою губляться. Тривале зберігання може призвести до змін текстури й органолептичних властивостей, а це призводить до псування плодів після досягнення ними технічної зрілості [5]. Тривалий вплив зниженої температури спричиняє деструктивні зміни внутрішньої структури плодів. Окрім того, як показують дослідження [3], шкірка плодів помідора в разі тривалого зберігання стоншується та стає більш сприйнятливою до пошкоджень. Саме тому у приміщенні для зберігання витримувалася температура від +14,5 до +15,0 °C і відносна вологість повітря 80–90%. Плоди помідора для зберігання акуратно, без ушкоджень, укладалися в ящики. Плоди розміщувалися в паперових ящиках у два шари в шаховому порядку. Плоди під час зберігання укривалися від світла, затінення становило до 90%.

Результати досліджень показують, що спосіб зберігання впливає на дозрівання та збереження помідорів. Плоди помідора закладені на короткочасне зберігання та дозарювання без плодоніжки суттєво відрізнялись за біометричними показниками від плодів, закладених із плодоніжкою (табл. 1).

За короткострокового зберігання досліджені гібриди F1 демонструють різну динаміку виходу товарної продукції залежно від методу обробки та строку зберігання. За відсутності обробки на п'яту добу вихід товарної продукції варіюється від 0,0 до 6,3%, більше 90% становлять зелені плоди. На десяту добу цей показник зростає до 29,7–48,0%, а до п'ятнадцятої доби спостерігається значне підвищення рівня – 41,0–70,3%. На двадцяту добу зберігання обсяг товарної продукції досягає максимуму в межах 87,0–92,2% у різних гібридів, до 5% плодів залишилися зеленими, відходи становили 6,2–10,8%.

За умови обробки розчином C_2H_5OH на п'яту добу зберігання кількість товарної продукції становить від 5,5 до 16,5%, водночас зелені плоди становлять частку ~85–95%. На десяту добу зберігання показник товарної продукції зростає до 54,0–71,5%. До п'ятнадцятої доби продуктивність досягає значень у межах 91,7–96,2%, а на двадцяту добу дещо знижується – до рівня 90,8–94,0%, завдяки збільшенню частки пошкоджених плодів порівняно з попереднім періодом. Відходи на 20 добу за обробки спиртовим розчином становлять 6,0–9,2%.

Використання біопрепарату "Sweet" забезпечує найвищі показники збереженості плодів і дружності дозарювання: на п'яту добу вихід товарної продукції становив 8,8–18,7%, на десяту добу показник підвищився до 61,3–75,7%. На п'ятнадцяту добу зберігання обсяг товарної продукції зростає до 92,5–97,0%, практично всі плоди є червоними, нетоварну частку продукції становлять лише захворілі під час зберігання плоди. На двадцяту добу частка товарної продукції дещо знижується – до рівня 91,2–94,7%, також завдяки збільшенню частки пошкоджених плодів порівняно з попереднім періодом. Відходи на 20 добу за обробки біопрепаратом "Sweet" становили 5,3–8,8%.

Таблиця 1. Динаміка формування товарної продукції за зберігання плодів без плодоніжки, середнє за 2020–2022 рр., у % від загального обсягу

Варіант обробки	Строк зберігання	Берберана	Панекра	Матіас	Белфорт	Зульфія	Сігнора	Ронда	Мохітос	Бостіна	Аламіна	Ярина	Тойво
без обробки (контроль)	5 діб	6,3	4,8	0,0	1,8	2,2	3,7	0,0	0,5	0,0	3,3	0,0	0,0
	10 діб	48,0	44,3	41,2	41,5	42,7	43,7	37,8	36,0	36,8	46,0	34,2	29,7
	15 діб	41,0	56,3	70,3	56,3	59,8	60,8	60,5	65,0	68,2	67,7	59,2	54,7
	20 діб	91,0	92,2	89,2	89,5	88,5	90,3	92,2	88,2	87,0	89,8	88,8	88,7
розчин C_2H_5OH	5 діб	16,5	15,8	11,0	11,3	14,2	11,7	11,5	11,8	8,3	8,3	5,5	8,3
	10 діб	71,2	71,5	63,5	60,7	62,7	63,3	59,7	62,7	56,0	60,8	54,0	56,7
	15 діб	95,8	91,7	96,2	93,7	93,5	95,0	91,8	95,7	92,2	95,0	93,0	95,2
	20 діб	93,0	91,0	92,0	94,0	93,3	93,8	93,5	92,7	90,8	92,3	92,5	93,8
біопрепарат "Sweet"	5 діб	17,3	18,7	12,8	12,8	14,3	13,8	13,3	14,0	11,2	9,8	8,8	11,3
	10 діб	75,5	75,7	69,2	67,8	68,5	69,7	67,8	68,3	63,0	67,2	61,3	64,0
	15 діб	96,0	92,5	97,0	95,5	95,8	96,0	94,8	95,8	94,2	96,0	94,0	95,0
	20 діб	94,0	91,2	93,3	93,7	93,0	93,7	94,7	91,5	91,7	93,7	92,7	93,5

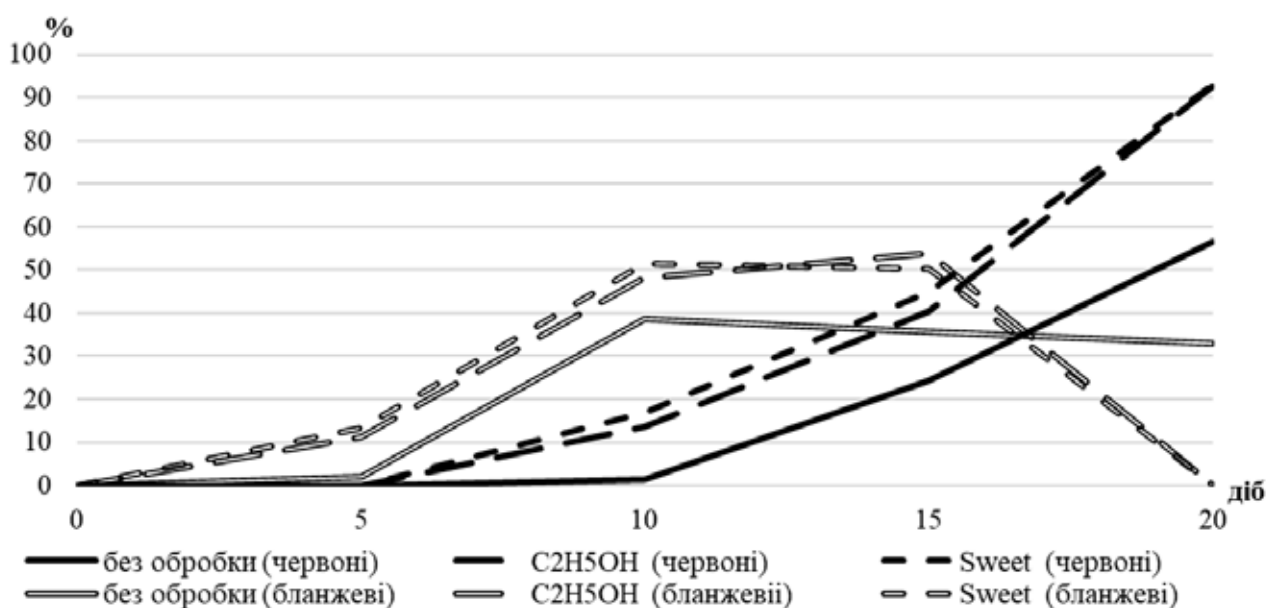
У досліді до товарної продукції за рівних строків зберігання відносили красні та бланжеві плоди, а до нетоварної – зелені та пошкоджені плоди (рис. 1).

Динаміка дозрівання плодів у разі зберігання плодів без плодоніжки показує, що найбільш ефективним є біопрепарат "Sweet", який забезпечує швидке та рівномірне дозрівання плодів, тоді як розчин C_2H_5OH також демонструє достойний результат, але поступається у тривалості підтримки дозрілих плодів. Контрольна група без обробки показує найгірші результати через повільний і нерівномірний перехід бланжевих плодів у червоні.

У варіанті досліді у разі закладання на короткострокове зберігання плодів із плодоніжкою отримані значно нижчі результати щодо дружності дозрівання плодів і загальних обсягів формування товарної частки продукції (табл. 2).

У контрольній групі без обробки відсоток готових плодів на 5 добу залишається на рівні 0%. На 10 добу спостерігається мінімальне збільшення обсягу продукції – до 3,2%, що демонструє слабку активність процесу дозрівання. У період 10–15 доби показники готовності товарної продукції варіюються в межах 20,3–44,5%, що свідчить про активізацію дозрівання. На 20-ту добу обсяг готової товарної продукції сягає 52,5–79,2%, хоча результати залишаються нестабільними в різних гібридів. Частка зелених плодів становила 9,2–19,8% від загального обсягу плодів, а захворілих – 11,7–30,5%.

У разі обробки плодів розчином C_2H_5OH уже до 5 доби спостерігається помітне підвищення зрілості – у діапазоні 4,0–14,0%, що значно перевищує контрольні значення. Станом на 10 добу обсяг зрілих плодів зростає

**Рис. 1. Динаміка дозрівання плодів за зберігання плодів без плодоніжки**

Таблиця 2. Динаміка формування товарної продукції в разі зберігання плодів із плодоніжкою, середнє за 2020–2022 рр., у % від загального обсягу

Варіант обробки	Строк зберігання	Берберана	Панєкра	Магіас	Белфорт	Зульфія	Сігнора	Ронда	Мохітос	Бостіна	Аламїна	Ярина	Тойво
без обробки (контроль)	5 діб	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	10 діб	0,2	2,7	0,3	1,7	0,7	3,2	0,0	0,3	0,0	1,5	0,0	0,0
	15 діб	35,7	31,5	37,0	41,0	36,7	44,5	27,8	36,7	29,5	34,5	20,3	28,3
	20 діб	67,7	68,0	69,3	71,0	79,2	67,8	62,8	61,2	52,5	55,8	56,5	62,3
розчин C_2H_5OH	5 діб	14,0	13,7	8,0	12,5	13,3	9,7	8,7	9,8	6,2	6,8	4,0	6,3
	10 діб	59,7	72,7	42,5	50,0	53,2	54,3	56,8	50,5	42,7	44,8	32,3	42,7
	15 діб	73,7	64,3	69,7	61,2	61,2	70,7	64,8	75,5	77,3	69,7	76,0	78,2
	20 діб	71,0	62,2	62,2	70,8	64,7	66,7	64,7	67,8	69,0	57,5	70,0	72,3
біопрепарат "Sweet"	5 діб	18,0	16,5	10,0	15,0	14,7	11,0	13,0	11,7	9,5	9,8	9,0	11,5
	10 діб	73,3	76,5	54,5	60,8	62,0	64,7	70,3	63,7	55,8	56,3	46,3	53,8
	15 діб	76,2	71,8	72,0	74,7	75,5	79,2	72,2	76,0	77,8	75,0	81,2	82,2
	20 діб	73,3	70,3	68,8	75,7	73,0	76,0	70,5	70,7	72,3	66,3	74,5	77,0

до 32,3–72,7%, демонструє значний ефект прискорення дозрівання. На 15 добу досягається найвищий рівень – у межах 61,2–78,2%, що свідчить про ефективність методу для середньострокового зберігання. Надалі спостерігається стабільність із показниками 57,5–72,3%, що підтверджує довготривалий вплив обробки. Рівень захворювань і некондиційних плодів на 20 добу за обробки спиртовим розчином становив 27,7–42,5%.

Обробка біопрепаратом "Sweet" показує найвищу ефективність серед досліджуваних методів. На 5 добу обсяг зрілих плодів становить 9,0–18,0%, що демонструє активний початок процесу дозрівання. На 10 добу показники зростають до 46,3–76,5%, забезпечують високі значення продуктивності. У межах 10–15 доби фіксується пік ефективності методу – 71,8–82,2%, що вказує на максимальне прискорення дозрівання. На 20-ту добу результати залишаються досить високими – 66,3–77,0%, що свідчить про стабільність і тривалий позитивний вплив препарату. Обсяг некондиційних плодів на 20 добу за обробки біопрепаратом "Sweet" становив 23,0–33,7%.

З урахуванням того, що бланжеві плоди у процесі зберігання дозрівають і стають червоними, аналіз графіка свідчить про значну перевагу за короткострокового зберігання для дозрівання варіантів із попередньою обробкою плодів (рис. 2).

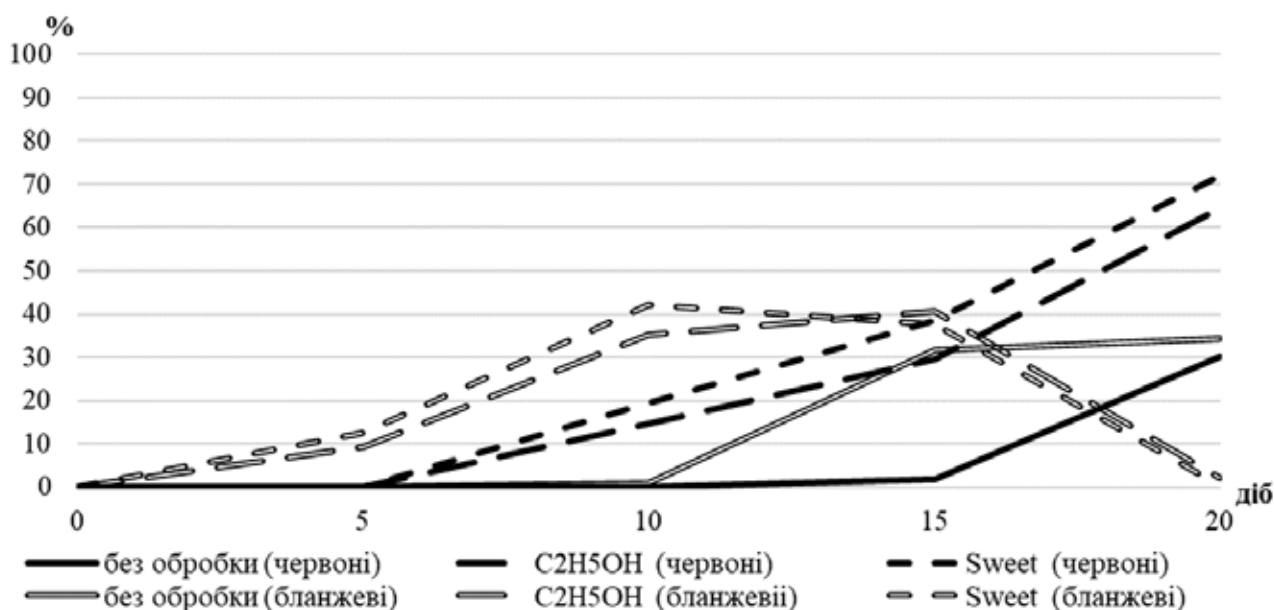


Рис. 2. Динаміка дозрівання плодів у разі зберігання плодів із плодоніжкою

У контрольному варіанті без обробки цей процес відбувається повільно: до 10 доби плоди майже не дозрівають, а зростання відсотка червоних плодів помітно лише після 15 діб зберігання. Це свідчить про занижку ефективності природного дозрівання без додаткових обробок у разі закладення плодів із плодоніжкою.

Обробка розчином C_2H_5OH значно прискорює перехід бланжевих плодів у червоні. Уже на 5 добу відзначається помітний відсоток дозрілих плодів, який досягає піку на 15 добу. Після цього спостерігається незначне зниження кількості червоних плодів, що свідчить про завершення дозрівання та початок втрати якості.

Обробка біопрепаратом “Sweet” забезпечує найвищу ефективність у дозріванні. Уже на 5 добу спостерігається активне зростання частки червоних плодів, яка стабільно збільшується до 15 доби, де досягає піку, та залишається на високому рівні до кінця періоду зберігання.

Висновки. Рослини помідорів вирощувалися в теплиці Державного біотехнологічного університету у 2020–2022 рр. Закладку на короткострокове зберігання для дозарювання було проведено на здорових плодах, вибраних випадковим чином із загального врожаю. Проби в 5 кг для кожного гібрида були вибрані випадково та вибрані разом для формування одного біологічного повтору. Були включені три повтори (контроль, обробка розчином і біопрепаратом) у двох варіантах (із плодоніжкою та без плодоніжки) та чотири технічні повтори.

Визначено, що обробка плодів за одну-дві доби до збору розчином C_2H_5OH чи біопрепаратом “Sweet” значно прискорює дозрівання плодів у червоні, що є бажаним результатом. Найкращий ефект досягається за умови обробки біопрепаратом “Sweet”, як у разі закладення на зберігання оброблених плодів із плодоніжкою, так і без неї, оскільки він забезпечує швидке та тривале дозрівання без значної втрати якості плодів.

Список використаних джерел

1. Жук О.Я., Сиворака О.А., Гончар О.М. Вплив строків дозарювання зелених плодів помідора на якість насіння. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2002. Вип. 47. С. 146–148.
2. Al-Dairi M., Pathare P.B., Al-Yahyai R. Effect of postharvest transport and storage on color and firmness quality of tomato. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7. № 7. P. 163. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070163>.
3. Ciupak A., Gładyszewska B. Właściwości mechaniczne skórki owoców pomidora w różnych temperaturach przechowywania. *Acta Agrophysica*. 2010. Vol. 15. № 1. P. 45–54.
4. Liu Y., Sun Y., Ye M., Zhu L., Zhang L., & Zhu S. Improvement in storage quality of postharvest tomato fruits by nitroxyl liposomes treatment. *Food chemistry*. 2021. № 359. P. 129933. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129933>.
5. Luengwilai K., Beckles D., & Saltveit M. Chilling-injury of harvested tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Micro-Tom fruit is reduced by temperature pre-treatments. *Postharvest Biology and Technology*. 2012. № 63. P. 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.06.017>.
6. Mahomud M.S., Islam M.N., & Roy J. Effect of low oxygen stress on the metabolic responses of tomato fruit cells. *Heliyon*. 2024. Vol. 10. № 3. P. e24566. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24566>.
7. Rai A., Kumari K., & Vashistha P. Umbrella review on chilling injuries: Post-harvest issue, cause, and treatment in tomato. *Scientia Horticulturae*. 2022. Vol. 293. P. 110710. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110710>.
8. Shehata S.A., Abdelrahman S.Z., Megahed M.M., Abdeldaym E.A., El-Mogy M.M., & Abdelgawad K.F. Extending shelf life and maintaining quality of tomato fruit by calcium chloride, hydrogen peroxide, chitosan, and ozonated water. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7. № 9. P. 309. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090309>.
9. Sievidov V. Morphological characteristics and productivity of indeterminant tomato hybrids. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2022. № 82. P. 4–7.
10. Tsaniklidis G., Charova S.N., Fanourakis D., Tsafouros A., Nikoloudakis N., Goumenaki E., Delis C. The role of temperature in mediating postharvest polyamine homeostasis in tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. № 179. P. 111586. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111586>.
11. Zhou J., Zhou S., Chen B., Sangsoy K., Luengwilai K., Alborno K., Beckles D.M. Integrative analysis of the methylome and transcriptome of tomato fruit (*Solanum lycopersicum* L.) induced by postharvest handling. *Horticulture research*. 2024. Vol. 11. № 6. P. uhae095. <https://doi.org/10.1093/hr/uhae095>.

Sievidov V. P.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Horticulture and Storage of Plant Products,
State Biotechnological University
Kharkiv, Ukraine
E-mail: sevidov.vp@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3826-5149

Alferov O. I.

Doctor of Technical Sciences,
Acting Director of the Institute,
Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Selektsiynе village, Ukraine
E-mail: ovoch.iob@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0357-314

EVALUATION OF TOMATO FRUIT QUALITY DEPENDING ON STORAGE CONDITIONS

Abstract

Tomato is a crop of global importance, valued for its nutritional properties and culinary versatility, tomato fruits are consumed fresh and processed. The article analyzes ways to increase the efficiency of ripening of tomato hybrids of different ripeness groups when stored for short-term storage. Experimental studies were conducted over three years (2020–2022). The most important indicator of tomato fruit quality was testing the effect of storage conditions on the ripening of tomato fruits.

For short-term storage of the fruits of the last harvest, which are most often harvested green or at the stage of waxy ripeness, an important characteristic for the sale of products is the simultaneous ripening of fruits. When organizing ripening, the collected unripe products are brought to biological ripeness under certain conditions. In the process of ripening, under the action of the phytohormone ethylene, green tomato fruits soften and ripen quickly. However, fruits planted without treatment for ripening ripen very unevenly under the most favorable conditions. To preserve the quality and quantity of marketable products, the optimal methods of processing tomato fruits one or two days before harvest using the Sweet biopreparation or C_2H_5OH solution are those that provide a consistently high level of simultaneous ripening during short-term storage of tomato fruits. The optimal short-term storage period is 20 days when all fruits ripen, and the percentage of diseased and damaged fruits is minimal.

The study emphasizes the importance of optimizing ripening processes during short-term storage of tomato fruits to preserve their quality and extend their shelf life. This knowledge can help in the development of improved post-harvest processing methods to increase the competitiveness of the vegetable growing industry.

Key words: tomatoes, hybrids, quality, storage, ripening.

References

1. Zhuk, O.Ia., Syvoraksha, O.A., & Honchar, O.M. (2002). Vplyv strokiv dozariuvannia zelenykh plodiv pomidora na yakist nasinnia [The influence of ripening times of green tomato fruits on seed quality]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 47, 146–148 [in Ukrainian].
2. Al-Dairi, M., Pathare, P.B., & Al-Yahyai, R. (2021). Effect of postharvest transport and storage on color and firmness quality of tomato. *Horticulturae*, 7 (7), 163. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070163>.
3. Ciupak, A., & Gładyszewska, B. (2010). Właściwości mechaniczne skórki owoców pomidora w różnych temperaturach przechowywania. *Acta Agrophysica*, 15 (1), 45–54.
4. Liu, Y., Sun, Y., Ye, M., Zhu, L., Zhang, L., & Zhu, S. (2021). Improvement in storage quality of postharvest tomato fruits by nitroxyl liposomes treatment. *Food Chemistry*, 359, 129933. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129933>.
5. Luengwilai, K., Beckles, D.M., & Saltveit, M.E. (2012). Chilling-injury of harvested tomato (*Solanum lycopersicum* L.) CV. micro-tom fruit is reduced by temperature pre-treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 63 (1), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.06.017>.
6. Mahomud, Md.S., Islam, Md.N., & Roy, J. (2024). Effect of low oxygen stress on the metabolic responses of Tomato Fruit Cells. *Heliyon*, 10 (3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24566>.
7. Rai, A., Kumari, K., & Vashistha, P. (2022). Umbrella review on chilling injuries: Post-harvest issue, cause, and treatment in tomato. *Scientia Horticulturae*, 293, 110710. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110710>.
8. Shehata, S.A., Abdelrahman, S.Z., Megahed, M.M., Abdeldaym, E.A., El-Mogy, M.M., & Abdelgawad, K.F. (2021). Extending shelf life and maintaining quality of tomato fruit by calcium chloride, hydrogen peroxide, chitosan, and ozonated water. *Horticulturae*, 7 (9), 309. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090309>.
9. Sievidov, V. (2022). Morphological characteristics and productivity of indeterminant tomato hybrids. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 82, 4–7.
10. Tsaniklidis, G., Charova, S.N., Fanourakis, D., Tsafouros, A., Nikoloudakis, N., Goumenaki, E., Tsantili, E., Roussos, P.A., Spiliopoulos, I.K., Paschalidis, K.A., & Delis, C. (2021). The role of temperature in mediating postharvest polyamine homeostasis in Tomato Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 179, 111586. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111586>.
11. Zhou, J., Zhou, S., Chen, B., Sangsoy, K., Luengwilai, K., Albornoz, K., & Beckles, D.M. (2024). Integrative analysis of the methylome and transcriptome of tomato fruit (*Solanum lycopersicum* L.) induced by Postharvest handling. *Horticulture Research*, 11 (6). <https://doi.org/10.1093/hr/uhae095>.

УДК 631.5:613.2

Столяр С. Г.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: svitlana-stoliar@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Трембіцька О. І.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: ksyusha.trembitskaya@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1152-0215

ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ВИРОЩУВАННЯ НІШЕВИХ КУЛЬТУР У ПОЛІССІ УКРАЇНИ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

Анотація

У сучасних умовах глобальних змін клімату, трансформації аграрного сектору та зростання попиту на екологічно безпечну та якісну фітопродукцію особливу увагу привертає обґрунтування необхідності розширення асортименту вирощуваних нішевих культур на Поліссі України. У статті досліджено переваги вирощування сорго зернового та спельти озимої. Розширення асортименту сільськогосподарських культур є ключовим кроком для забезпечення збалансованого харчування, зміцнення продовольчої безпеки та розвитку аграрного сектору. Ці культури вирізняються високою адаптивністю до специфічних кліматичних умов регіону, зокрема до малородючих ґрунтів і нестійкого зволоження. Дослідження наголошують на їхній екологічній стійкості, низьких вимогах до ресурсів і високій економічній доцільності вирощування. Сорго зернове приваблює своєю посухостійкістю, високим вмістом клітковини та відсутністю глютену, що робить його цінним компонентом для здорового харчування. Спельта озима демонструє високу стійкість до хвороб, багатий поживний склад із високим вмістом білка та мікроелементів. Обидві культури мають значний потенціал для органічного землеробства й експортної діяльності, відповідають сучасним трендам здорового способу життя. Результати аналізу підтвердили перспективність інтеграції цих культур у сівозміни Полісся. Екологічний аналіз показав, що вони сприяють відновленню ґрунтів, зниженню енергозатрат і забезпеченню біорозмаїття. Економічний аналіз підтвердив високу рентабельність вирощування завдяки стабільному попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках. Упровадження нішевих культур не лише зміцнить аграрний сектор, але й сприятиме розвитку сільських громад через створення нових робочих місць і підвищення доходів фермерів.

Дослідження є цінним ресурсом для фермерів, агрономів і науковців, які шукають ефективних рішень для сталого сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату.

Ключові слова: сорго зернове, спельта озима, здорове харчування, Полісся.

Вступ. Наслідки зміни клімату надзвичайно порушують глобальні агроєкосистеми, скорочують виробництво сільськогосподарських культур. Екстремальні погодні та кліматичні явища, як-от періоди високих температур і екстремальні опади, посухи, негативно впливають на виробництво основних продовольчих культур, створюють загрозу для стійкості екосистем [11; 14; 15]. Втрати врожаю, як наслідок, призводять до підризу продовольчої безпеки та бідності, ставлять під сумнів стабільні засоби до існування малих фермерських господарств, особливо у країнах, що розвиваються. Тому важливо зосередитися й адаптувати стійкі до клімату продовольчі культури, які потребують менших витрат і дають стійкі врожаї завдяки різноманітним біотичним і абіотичним стресостійким рисам [5; 12]. У сучасних умовах трансформації аграрного сектору, зростання попиту на екологічно безпечну та якісну фітопродукцію особливу увагу привертає вирощування нішевих культур, а саме: сорго зернового та спельти озимої. Вирощування цих культур є перспективним напрямом аграрного виробництва, оскільки забезпечить збалансоване харчування та сприятиме розвитку регіональної економіки, а також є трендом здорового способу життя. Поліський регіон України, який характеризується унікальними природно-кліматичними умовами, має значний потенціал для розширення асортименту нішевих культур [2; 5; 8].

Вирощування таких культур, як сорго та спельта, дозволяє не лише задовольнити потреби внутрішнього ринку, а й створити умови для розширення експорту високоякісної продукції. Однак цей напрям потребує детального обґрунтування з урахуванням агроєкологічних умов регіону, рентабельності виробництва та потреб сучасного споживача [2; 3; 8].

Виходячи з такого теоретичного світогляду, особливо актуальним є обґрунтування природоохоронно-економічної методології сталого формування та функціонування фітоценозів України на принципах забезпечення їхнього здоров'я. Оскільки рослинний світ є ключовим продуцентом і джерелом підтримки життєвих процесів на планеті, виробляє кисень, органічні речовини в різних формах і забезпечує біоту, зокрема й людину, харчовими, лікувальними й іншими ресурсами [4; 7; 16].

Територія України охоплює 60,4 млн га, із яких приблизно 96% покрито рослинністю, де функціонують фітоценози з різноманітними модифікаціями, часто без належного наукового обґрунтування та природоохоронно-економічного супроводу [1; 8]. Зазначимо, що для ведення культурних фітоценозів застосовують різні підходи та системи виробництва фітопродукції: із використанням синтетичних технологічних матеріалів (екстенсивне й інтенсивне виробництво); без використання таких матеріалів (органічне та біодинамічне виробництво); а також сучасні технічні й інформаційні методи (прецизійні технології, no-till, інформаційні фітотехнології тощо) [1; 11; 13].

За різними оцінками, протягом останніх 100–150 років родючість ґрунтів знизилася приблизно на 20%. Наукові дослідження підтверджують, що внаслідок інтенсивної експлуатації земель в Україні понад 48% (20 млн га) сільськогосподарських угідь є дефляційно небезпечними, 31% (12,9 млн га) – еродованими водою, 26% (10,8 млн га) – підкисленими, 8,5% (3,5 млн га) – заболоченими або надмірно зволуженими, а 4,5% (1,9 млн га) – засоленими [6]. Такі загрозливі показники вказують на необхідність трансформації значної частини культурних фітоценозів (приблизно 20 млн га) в антропоприродні ценози, що передбачає зменшення обробітку ґрунту та вирощування культур з підвищеною адаптивністю до біотичних і абіотичних стресових чинників. Ці екосистеми є перспективними для вирощування сорго зернового та спельти озимої, зокрема в умовах органічного землеробства, що сприятиме відновленню екологічної рівноваги й ефективному використанню земельних ресурсів [3; 4; 17].

Мета роботи. Головним напрямом дослідження є аналіз передумов і перспектив вирощування сорго зернового та спельти озимої на Поліссі як складової частини формування здорових фітоценозів [9]. Розширення асортименту нішевих культур не лише дозволить збільшити конкурентоспроможність аграрного сектору регіону, а й сприятиме раціональному використанню ресурсів, відновленню ґрунтів і збереженню біорозмаїття.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні залишається актуальною проблема обмеженого асортименту культур, які вирощуються в умовах органічного землеробства, порівняно із провідними країнами світу. У зв'язку із цим за спільної ініціативи співробітників кафедр технологій у рослинництві та ґрунтознавства і землеробства Поліського національного університету проводяться дослідження, спрямовані на розширення переліку культур, придатних для вирощування в Поліссі України в системах органічного та традиційного землеробства. Основою такого підходу є вибір культур із високою стійкістю до впливу біотичних і абіотичних чинників, що забезпечує ефективність і екологічну стабільність процесу виробництва фітопродукції.

Наукові дослідження щодо вивчення особливостей вирощування та використання спельти озимої та сорго зернового розпочаті у 2016 р. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету, а далі розширені в сільськогосподарських підприємствах різних форм власності Житомирської, Рівненської, Хмельницької, Київської та Чернігівської областей. Проводяться комплексні дослідження науково-практичних основ формування продуктивності, особливостей росту та розвитку, адаптивних характеристик і конкурентоспроможності рослин сучасних сортів і гібридів сорго зернового та спельти озимої в умовах органічного виробництва. А також здійснюються постійний моніторинг і аналіз використання цих культур у харчовій промисловості.

Результати досліджень. У результатах проведених досліджень визначено перспективність розширення асортименту нішевих культур на Поліссі, з урахуванням природно-кліматичних умов регіону та потреб сучасного ринку. Аналіз агробіологічних характеристик сорго зернового та спельти озимої показав їхню високу адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов Полісся. Сорго зернове, завдяки стійкості до посухи та низьким вимогам до родючості ґрунтів, є ідеальним для вирощування на бідних поліських ґрунтах. Спельта озима, у свою чергу, демонструє високу стійкість до хвороби, зберігає високу продуктивність навіть у несприятливих умовах (табл. 1).

Таблиця 1. Біологічна характеристика нішевих культур Полісся

Параметр	Сорго зернове	Спельта озима
Період вегетації	90–135 днів	230–260 днів
Оптимальна температура росту та розвитку рослин	25–30 °C	15–20 °C
Вимоги до вологості	посухостійка	помірні вимоги
Вимоги до ґрунтів	невибагливе	невибаглива
Урожайність (т/га)	4,5–13	3–6

Одним із ключових аспектів обґрунтування вирощування нішевих культур є їхній якісний склад, що має значний вплив на здоров'я людини. Сорго зернове та спельта озима вирізняються цінним хімічним складом, який робить їх інгредієнтами для збалансованого харчування. Обидві культури демонструють високий вміст поживних речовин, що сприяє задоволенню потреб сучасного споживача в корисних продуктах. Вони є джерелом цінних вітамінів і мікроелементів. Сорго зернове не містить глютену, тоді як спельта озима має низький його вміст, що

робить культуру придатною для виробництва продукції зі зниженим вмістом або безглютенною альтернативою. Оцінювання харчової цінності цих культур підтвердило їхню значущість для формування здорового харчування (табл. 2).

Таблиця 2. Якісний склад зерна для здорового харчування

Показники	Сорго зернове	Спельта озима
Вміст білка (%)	8–17	14–22
Вміст крохмалю (%)	до 80	до 55
Вміст клітковини (%)	2,4–4,8	10–12
Енергетична цінність (ккал/100 г)	320–340	330–350
Вітаміни	B1, B2, E	B1, B3, фолієва кислота
Мікроелементи	залізо, цинк, магній	магній, селен, фосфор

Зерно сорго багате на клітковину, вітаміни групи B і антиоксиданти, що робить його важливим компонентом продуктів харчування. Спельта має високий вміст білка та мікроелементів, зокрема магнію та селену, які сприяють покращенню метаболізму та зміцненню імунної системи.

Екологічна ефективність сільськогосподарського виробництва є основним чинником у забезпеченні сталого розвитку агроєкосистем. Нішеві культури, як-от сорго зернове та спельта озима, демонструють значний потенціал зниження негативного впливу сільського господарства на довкілля, адаптивність до несприятливих умов, низькі вимоги до ресурсів і здатність покращувати стан ґрунтів, отже, ці культури є перспективними для екологічно раціонального господарювання. Вивчення екологічних аспектів їх вирощування дозволяє оцінити можливості мінімізації енергозатрат, оптимізації водокористування та підвищення біорозмаїття. У таблиці 3 наведено ключові характеристики цих культур із погляду екологічної доцільності.

Таблиця 3. Екологічні аспекти вирощування сорго зернового та спельти озимої

Параметри	Сорго зернове	Спельта озима
Посухостійкість	Висока, завдяки потужній кореневій системі та низькому випаровуванню вологи	Помірна, адаптована до умов із замалим зволоженням
Енергозатратність вирощування	Низька, через скорочене внесення добрив і зменшення поливів	Низька, завдяки стійкості до хвороб і шкідників
Стійкість до хвороб і шкідників	Висока природна резистентність	Висока, завдяки щільній оболонці зерна
Потреба в пестицидах	Низька	Помірна
Покращення стану ґрунту	Сприяє зниженню ерозії, накопичує органічні речовини	Покращує структуру, збільшує вміст гумусу
Вуглецевий слід	Низький, завдяки ефективному використанню ресурсів	Низький, особливо в умовах органічного землеробства
Біорізноманіття	Сприяє збільшенню культурного різноманіття в сівозміні	Доповнює традиційні культури, зменшує залежність від монокультур
Адаптивність до кліматичних змін	Висока, витримує екстремальні температури та посуху	Висока, добре переносить заморозки та тривалі періоди низьких температур
Використання водних ресурсів	Економне, завдяки природній посухостійкості	Оптимальне, потребує меншого водоспоживання порівняно із традиційними зерновими культурами
Поживні рештки	Використовуються для виробництва кормів, біоенергетика	Солома придатна для кормів, мульчування або виготовлення органічних добрив

Відзначимо, що сорго зернове та спельта озима мають високі екологічні переваги. Сорго вирізняється стійкістю до посухи, низькими вимогами до родючості ґрунтів і водозабезпечення, а також сприяє зменшенню ерозії та накопиченню органіки. Спельта адаптована до холодного клімату, покращує структуру ґрунту та збагачує його гумусом. Обидві культури мають високу стійкість до хвороб і шкідників, що дозволяє скоротити використання пестицидів. Завдяки низькому вуглецевому сліду та можливості ефективного використання післяжнивних решток є екологічно доцільними для сталого агровиробництва.

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур є визначальним чинником для їх упровадження в аграрну практику. Сорго та спельта демонструють високу рентабельність завдяки невибагливості до умов вирощування, зниженим витратам на догляд і високій доданій вартості продукції. У таблиці 4 наведено основні показники, що характеризують економічну доцільність вирощування цих культур.

Економічний аналіз довів конкурентоспроможність досліджуваних культур. Середній прибуток від вирощування сорго зернового в Поліссі може сягати до 115 тис. грн/га за умови високої врожайності й ефективного збуту. Вирощування спельти озимої також показує стабільну економічну вигоду завдяки високій вартості зерна та попиту на експортних ринках. Вартість реалізації сягає до 15 тис. грн/га.

Таблиця 4. Економічна ефективність вирощування цінних нішевих культур Полісся

Показники	Сорго зернове	Спельта озима
Урожайність (т/га)	4–13	4–6
Витрати на вирощування (тис. грн/га)	10–15	10–14
Вартість реалізації (грн/т)	8 000–10 000	12 000–15 000
Дохід від реалізації (тис. грн/га)	32–130	48–90
Середній прибуток (тис. грн/га)	17–115	34–76
Окупність (коефіцієнт)	1,7–8,6	2,8–5,4

Отримані результати підкреслюють, що розширення асортименту вирощування нішевих культур на Поліссі є перспективним напрямом для розвитку аграрного сектору регіону, сприяє економічній стабільності, продовольчій безпеці та збереженню екологічного балансу.

Тому аналіз ринку та попиту на продукцію із сорго зернового та спельти озимої є важливим етапом у визначенні перспектив цих культур на споживчому ринку. З огляду на зростання інтересу до здорового харчування та безглютенних продуктів, ці культури мають високий потенціал для задоволення потреб сучасних споживачів. Таблиця 5 демонструє огляд основних тенденцій попиту та пропозиції на продукцію, що отримується із цих культур.

Таблиця 5. Аналіз ринку та попиту на продукцію із сорго зернового та спельти озимої

Показники	Сорго зернове	Спельта озима
Основні ринки збуту	Країни Африки, Азії, Європа	Європа, Північна Америка
Попит на продукт	Зростає в сегменті безглютенних продуктів	Високий попит серед виробників органічних продуктів
Потенціал експорту	Високий	Середній
Цінові тренди	Стабільні	Схильність до зростання

Сорго зернове має високий потенціал експорту, особливо у країни Африки, Азії та Європу, попит, що зростає, на безглютенні продукти та стабільні цінові тренди. Спельта озима має високий попит серед виробників органічних продуктів, переважно на ринках Європи та Північної Америки, з потенціалом до зростання цін. Загалом, обидві культури мають сприятливі перспективи для розширення експорту на міжнародних ринках.

Варто звернути увагу на те, що вирощування нішевих культур у регіоні Полісся має значний соціально-економічний вплив на місцеві громади, сприяє створенню нових робочих місць і розвитку сільських територій (табл. 6).

Таблиця 6. Соціально-економічний вплив вирощування нішевих культур у регіоні Полісся

Параметр	Вплив на громаду
Збільшення робочих місць	Підвищення зайнятості на сільгосппідприємствах
Розвиток інфраструктури	Інвестиції в переробні підприємства
Соціальна цінність	Збільшення доступу до продуктів здорового харчування
Екологічний ефект	Покращення стану ґрунтувань і зменшення пестицидного навантаження

Залучення до вирощування таких культур, як сорго зернове та спельта озима, може підвищити доходи фермерів завдяки зростанню попиту на здорові й органічні продукти. Окрім того, розвиток аграрного сектору стимулює інфраструктурні інвестиції та підвищує рівень життя населення. Це також дозволяє зменшити еміграцію із сільських територій і покращити соціальну стабільність у регіоні.

Висновки. Розширення асортименту вирощуваних культур на Поліссі, зокрема сорго зернового та спельти озимої, є перспективним напрямом розвитку сільського господарства України. Проведені дослідження підтверджують високу адаптивність цих культур до специфічних ґрунтово-кліматичних умов регіону, їхню екологічну стійкість і економічну ефективність. Вирощування нішевих культур сприяє збагаченню раціону харчування здоровими продуктами, покращенню стану ґрунтів, зниженню енергозатрат, а також формуванню більш стійких і конкурентоспроможних агроєкосистем. Економічний аналіз демонструє стабільну рентабельність і потенціал експорту, що дозволяє розглядати ці культури як важливий ресурс для інтеграції на міжнародні ринки. Упровадження результатів досліджень сприятиме екологічній рівновазі, соціально-економічному розвитку регіону та досягненню продовольчої безпеки.

Список використаних джерел

1. Ковальов В., Трембіцька О., Радько Т. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткочасній сівозміні. *Агропромислове виробництво Полісся* : збірник наукових праць. 2015. Вип. 8. С. 15–20.

2. Біорізноманіття дикорослих, лікарських і сільськогосподарських рослин-медоносів : навчальний посібник / С. Столяр та ін. ; за ред. С. Столяр, С. Журавля. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 248 с.
3. Бойко М. Сорго як харчовий продукт: перспективи та нові можливості. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 138. С. 15–21. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.2>.
4. Вигера С. Природоохоронний контроль культурних фітоценозів : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 398 с.
5. Дробот В., Приходько Ю., Бережна Г. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25 (1). С. 208–214. DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-1-21.
6. Зось-Кіор М. Удосконалення системи управління земельними ресурсами аграрних підприємств в умовах глобалізації : монографія. Полтава : ПолтНТУ, 2015. 334 с.
7. Каленська С. Збагачення рослинного біорізноманіття – шлях до подолання викликів людству. *Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2018. Т. 2. С. 231–234.
8. Мірзоева Т. Ефективність виробництва нішевих зернових культур у контексті забезпечення продовольчої безпеки і створення доданої вартості. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 67. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-158>.
9. Столяр С., Трембіцька О. Перспективні нішеві культури для органічного землеробства в Поліссі України з урахуванням змін клімату. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції, 26 листопада 2024 р. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2024. С. 58–62.
10. Столяр С. Екологічні особливості вирощування сорго зернового в Поліссі України за умов мінливого клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції, 27 березня 2024 р. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2024. С. 118–121.
11. Chairi F., Sanchez-Bragado R., Dolores M.S. Agronomic and physiological traits related to the genetic advance of semi-dwarf durum wheat: the case of Spain. *Plant Science*. 2020. Vol. 295. P. 201–210.
12. Davydenko S., Rozhkov A., Karpuk L., Popov S., Mykhailyn V. Elements of plant productivity and biological yield capacity of grain sorghum hybrids depending on the inter-row width and seed sowing rate. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 (6). P. 55–64.
13. Trends and progress in sorghum research over two decades, and implications to global food security / T.T. George et al. *S. Afr. J. Bot.* 2022. Vol. 151. P. 960–969.
14. Khalifa M., Eltahir E.A. Assessment of global sorghum production, tolerance, and climate risk. *Front. Sustan. Food Syst.* 2023. Vol. 7. P. 1–20.
15. Grains – A major source of sustainable protein for health / K.S. Poutanen et al. *Nutr. Rev.* 2022. Vol. 80. P. 1648–1663.
16. Rahman S.M.E. Mele M.A., Lee Y.T., Islam M.Z. Consumer preference, quality, and safety of organic and conventional fresh fruits, vegetables, and cereals. *Foods*. 2021. Vol. 10. P. 105.
17. Tóth V., Láng L., Vida G., Mikó P., Rakszegi M. Characterization of the protein and carbohydrate related quality traits of a large set of spelt wheat genotypes. *Foods*. 2022. Vol. 11. P. 2061.

Stoliar S. H.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Technology in Plant Production,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: svtlana-stoliar@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5925-2008*

Trembitska O. I.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Soil Science and Agriculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: ksyusha.trembitskaya@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1152-0215*

RATIONALE FOR EXPANDING THE RANGE CULTIVATION OF NICHE CROPS IN POLISSYA OF UKRAINE FOR HEALTHY NUTRITION

Abstract

In the current conditions of global climate change, transformation of the agricultural sector and growing demand for environmentally friendly and high-quality phytoproducts, the need to expand the range of niche crops grown in Polissya of Ukraine is of particular importance. The article investigates the advantages of growing grain sorghum and winter spelt. Expanding the range of crops is a key step towards ensuring a balanced diet, strengthening food security and developing the agricultural sector. These crops are highly adaptable to the specific climatic conditions of the region, including low-fertility soils and unstable moisture. Studies emphasize their environmental sustainability, low resource requirements, and high economic viability. Grain sorghum is attractive due to its drought tolerance, high fiber content, and lack of gluten, which makes it a valuable component of a healthy diet. Winter spelt is highly resistant to disease and has a rich nutritional composition with high protein and trace elements. Both crops have significant potential for organic farming and export activities, meeting modern trends in healthy lifestyles. The results of the analysis confirmed

the prospects of integrating these crops into crop rotations in Polissia. The environmental analysis showed that they contribute to soil restoration, reduce energy consumption, and ensure biodiversity. The economic analysis confirmed the high profitability of cultivation due to stable demand in domestic and foreign markets. The introduction of niche crops will not only strengthen the agricultural sector, but also contribute to the development of rural communities by creating new jobs and increasing farmers' incomes. The research is a valuable resource for farmers, agronomists and scientists looking for effective solutions for sustainable agricultural production in the face of climate change.

Key words: grain sorghum, winter spelt, healthy nutrition, Polissia.

References

1. Kovalov, V.B., Trembitska, O.I., & Radko, T.V. (2015). Biologichna aktivnist gruntiv za orhanichnoi systemy vyroshchuvannya kultur u korotkorotatsiini sivozmini [Biological activity of soils under organic crop production systems in short-rotation crop rotation]. *Agricultural Production of Polissya*, (8), 15–20 [in Ukrainian].
2. Stoliar, S., Zhuravel, S., Trembitska, O., Kropyvnytskiy, R., & Klymenko, T. (2024). Bioriznomanittia dykykh, likarskykh i silskohospodarskykh roslyn-medo-nosiv [Biodiversity of wild, medicinal, and agricultural honey plants]. *Zhytomyr : Polissia National University* [in Ukrainian].
3. Boiko, M.O. (2023). Sorho yak kharchovyi produkt: perspektyvy ta novi mozhlyvosti [Sorghum as a food product: prospects and new opportunities]. *Tavriyskyi Naukovyi Visnyk*, (138), 15–21. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.2> [in Ukrainian].
4. Vyhera, S.M. (2015). Pryrodo-okhoronnyi kontrol kulturnykh fitotsenoziv [Environmental control of cultural phytocenoses]. Kyiv: CP "Komprint" [in Ukrainian].
5. Drobot, V.I., Prykhodko, Y.C., & Berezhna, H.O. (2019). Boroshno sorho u tekhnolohii bezhliutenovoho khliba [Sorghum flour in gluten-free bread technology]. *Scientific Works of NUFT*, 25 (1), 208–214. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-1-21> [in Ukrainian].
6. Zos-Kior, M.V. (2015). Udoskonalennia systemy upravlinnia zemelnymy resursamy ahrarnykh pidpriemstv v umovakh hlobalizatsii [Improving the land resources management system of agricultural enterprises in the context of globalization]. *Poltava : PoltNTU* [in Ukrainian].
7. Kalenska, S.M. (2018). Zbahachennia roslynnoho bioriznomanittia – shliakh do podolannia vyklykiv liudstvu [Enrichment of plant biodiversity – a way to overcome challenges for humanity]. *Materials of the International Scientific-Practical Conference. Kyiv*, 231–234 [in Ukrainian].
8. Mirzoieva, T.V. (2024). Efektyvnist vyrobnytstva nishovykh zernovykh kultur u konteksti zabezpechennia prodovolchoi bezpeky i stvorennia dodanoi vartosti [Effectiveness of niche grain crop production in the context of food security and added value creation]. *Economics and Society*, (67). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-158> [in Ukrainian].
9. Stoliar, S.G., & Trembitska, O.I. (2024). Perspektyvni nishovi kultury dlia orhanichnoho zemlerobstva v Polissi Ukrainy z urakhuvanniam zmin klimatu [Prospective niche crops for organic farming in Polissia, Ukraine, considering climate change]. *Organic Agricultural Production: Education and Science*, IX International Scientific-Practical Conference Proceedings, 58–62 [in Ukrainian].
10. Stoliar, S.G. (2024). Ekologichni osoblyvosti vyroshchuvannya sorho zernovoho v Polissi Ukrainy za umovakh mynlyvoho klimatu [Ecological features of grain sorghum cultivation in Polissya, Ukraine, under changing climate conditions]. *Climate Change and Agriculture: Challenges for Agricultural Science and Education*, VII International Scientific-Practical Conference Proceedings, 118–121 [in Ukrainian].
11. Chairi, F., Sanchez-Bragado, R., & Dolores, M.S. (2020). Agronomic and physiological traits related to the genetic advance of semi-dwarf durum wheat: The case of Spain. *Plant Science*, 295, 201–210.
12. Davydenko, S., Rozhkov, A., Karpuk, L., Popov, S., & Mykhailyn, V. (2022). Elements of plant productivity and biological yield capacity of grain sorghum hybrids depending on the inter-row width and seed sowing rate. *Scientific Horizons*, 25 (6), 55–64.
13. George, T.T., Obilana, A.O., & Awika, J.M. (2022). Trends and progress in sorghum research over two decades, and implications for global food security. *South African Journal of Botany*, 151, 960–969.
14. Khalifa, M., & Eltahir, E.A. (2023). Assessment of global sorghum production, tolerance, and climate risk. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1–20.
15. Poutanen, K.S., Kårlund, A.O., & Gómez-Gallego, C. (2022). Grains: A major source of sustainable protein for health. *Nutrition Reviews*, 80, 1648–1663.
16. Rahman, S.M.E., Mele, M.A., Lee, Y.T., & Islam, M.Z. (2021). Consumer preference, quality, and safety of organic and conventional fresh fruits, vegetables, and cereals. *Foods*, 10, 105.
17. Tóth, V., Láng, L., Vida, G., Mikó, P., & Rakszegi, M. (2022). Characterization of the protein and carbohydrate-related quality traits of a large set of spelt wheat genotypes. *Foods*, 11, 2061.

УДК 631.5/ 633.2

Ткачук О. П.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна
E-mail: tkachukop@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0647-6662

Гук І. М.

асистент кафедри рослинництва та садівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна
E-mail: 2000guk@gmail.com
ORCID: 0009-0005-4673-9112

ПАРАМЕТРИ СОРТІВ СОРГО СУДАНСЬКОГО (СУДАНСЬКОЇ ТРАВИ) ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА НАСІННЯ

Анотація

У разі розширення посівних площ під суданською травою важливо забезпечити виробництво належної кількості насіння цієї культури та підбір сортів не тільки з господарсько цінними кормовими характеристиками, але й зі стійкими екологічними ознаками, які б сприяли збільшенню ареалу культури, підвищували стійкість до несприятливих умов вегетації й інших ознак.

Проводилося опрацювання Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік, представленого в Інформаційно-довідковій системі «Сорт» Українського інституту експертизи сортів рослин.

Аналізували всі сорти суданської трави за тривалістю вегетаційного періоду за збирання на насіння, стійкістю сортів до холоду, посухи, хвороб і шкідників; урожайністю насіння. Проводили обчислення кореляційних залежностей між досліджуваними чинниками.

Проведеними дослідженнями встановлено, що найвищою врожайністю насіння серед сортів суданської трави відзначаються: Сюзі – 3,9 т/га, Ковалівська – 3,0 т/га, Дніпровська 54 – 2,84 т/га. Найнижчою врожайністю насіння відзначаються сорти Білявка (1,4 т/га) та Мурашка (1,5 т/га). Найбільш стійким до шкідників виявився сорт Сюзі. Найстійкішими до хвороб були такі сорти: Сюзі, Білявка, Стратегія. Підвищеною посухостійкістю відзначалися такі сорти: Сюзі, Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка та Стратегія. Найбільш холодостійкими були такі сорти: Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка, Стратегія, Альтура. Найстійкішими до вилягання були такі сорти: Сюзі, Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка.

Установлено, що висока врожайність насіння сорту Сюзі забезпечується найвищою посухостійкістю, стійкістю до хвороб, шкідників і вилягання. Висока врожайність насіння сортів Ковалівська та Дніпровська 54 забезпечується найвищими холодостійкістю, посухостійкістю та стійкістю до вилягання.

Ключові слова: суданська трава, сорти, насіння, урожайність, стійкість.

Вступ. Суданське сорго, суданська трава (*Sorghum bicolor* subsp. *drummondii*) – це однорічна кормова рослина з роду сорго родини злакових. Відрізняється від сорго звичайного (*Sorghum bicolor* subsp. *bicolor*) тим, що зерно не розкривається за дозрівання. За поживністю та врожайністю суданська трава посідає перше місце серед однорічних кормових рослин. Суданська трава теплолюбна і посухостійка, вирощується на зелений корм, сіно та силос. Її висівають у чистому вигляді або в суміші з однорічними бобовими культурами [5].

Глобальне потепління клімату призвело до тривалих і частих посух у всіх регіонах України. Окрім того, загальна сума ефективних температур поступово зростає з кожним роком, що сприяє розширенню ареалів теплолюбних культур. Отже, можна значно збільшити виробництво кормів шляхом упровадження нових посухостійких високоврожайних культур і кращого використання біокліматичного потенціалу цих зразків. Саме такими ознаками вирізняється суданська трава [8].

Основними господарсько цінними характеристиками сорго суданського є посухостійкість, стабільна врожайність та швидка регенерація після збирання врожаю. За відповідної агротехніки культура дає 400–600 ц/га зеленого корму або 140 ц/га сіна, з вмістом протеїну 109 г/кг сухої речовини. Серед однорічних трав суданська трава є найкращою як за врожайністю, так і за якістю корму, а за вмістом перетравного протеїну поступається лише бобовим культурам [1; 7].

У разі розширення посівних площ під цією культурою важливо забезпечити виробництво належної кількості насіння суданської трави та підбір сортів не тільки з господарсько цінними кормовими характеристиками,

але й зі стійкими екологічними ознаками, які б сприяли збільшенню ареалу культури, підвищували стійкість до несприятливих умов вегетації й інших ознак [3].

Тому одним із найактуальніших питань є виведення скоростиглих холодостійких світло- і температурно-нейтральних сортів суданської трави. Сорти суданської трави мають характеризуватися швидкими темпами надземного росту, сильною кущистістю, отавністю та стійкістю до вилягання [6].

Основною характеристикою суданської трави є її висока посухостійкість. Ця властивість зумовлена сильно розвинутою кореневою системою, досить довгим вегетаційним періодом і здатністю добре використовувати опади, що випадають наприкінці літа. Найбільше води рослина поглинає із глибоких шарів ґрунту. Суданська трава також добре реагує на зрошення, різко збільшує врожайність зерна та сіна [10; 11].

Саме аналіз сортових особливостей суданської трави в контексті стійкості до несприятливих умов навколишнього середовища сприятиме оптимізації технологічних прийомів вирощування культури.

Мета роботи. Проводилося опрацювання Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 р., представленого в Інформаційно-довідковій системі «Сорт» Українського інституту експертизи сортів рослин [2].

Аналізували всі сорти суданської трави за тривалістю вегетаційного періоду за збирання на насіння, стійкістю сортів до холоду, посухи, хвороб і шкідників; урожайністю насіння. Проводили обчислення кореляційних залежностей між досліджуваними чинниками.

Усі експериментальні дослідження проводилися відповідно до методики державного сортовипробування [4]. В оцінюванні стійкості сортів до несприятливих умов навколишнього середовища застосовували бальну градацію в діапазоні 1–9 балів, де 9 балів відповідає найвищій стійкості, а 1 бал – найнижчій стійкості [9].

Виклад основного матеріалу дослідження. У Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 р., включено 9 сортів суданської трави. За тривалістю вегетаційного періоду цих сортів за вирощуванні на насіння діапазон становить 110–132 доби. Найкоротший період вегетації має сорт Голубівська 25–110 діб, а найдовший – сорт Стратегія – 132 доби (рис. 1).

Важливими показниками сортів рослин є їхня стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища, зокрема холодостійкість, посухостійкість, стійкість до вилягання, до хвороб і шкідників. Холодостійкість усіх сортів суданської трави дуже висока і становить 8–9 балів. Найвищою холодостійкістю відзначаються сорти Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка, Стратегія, Альтура (рис. 2).

Посухостійкість сортів суданської трави також є високою і коливалася в межах 8–9 балів. Абсолютно посухостійкими з найвищим балом 9 виявилися сорти Сюзі, Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка, Стратегія. Решта сортів суданської трави мали бал посухостійкості 8 (рис. 3).

Рослини суданської трави мають товсте стебло та велику вегетативну масу, що може спричиняти вилягання рослин, особливо за досягання та старіння. Нами було проаналізовано стійкість сортів до вилягання. Цей показник був високим і становив 8–9 балів. Найстійкішими до вилягання стебла були сорти Сюзі, Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка і Білявка (рис. 4).

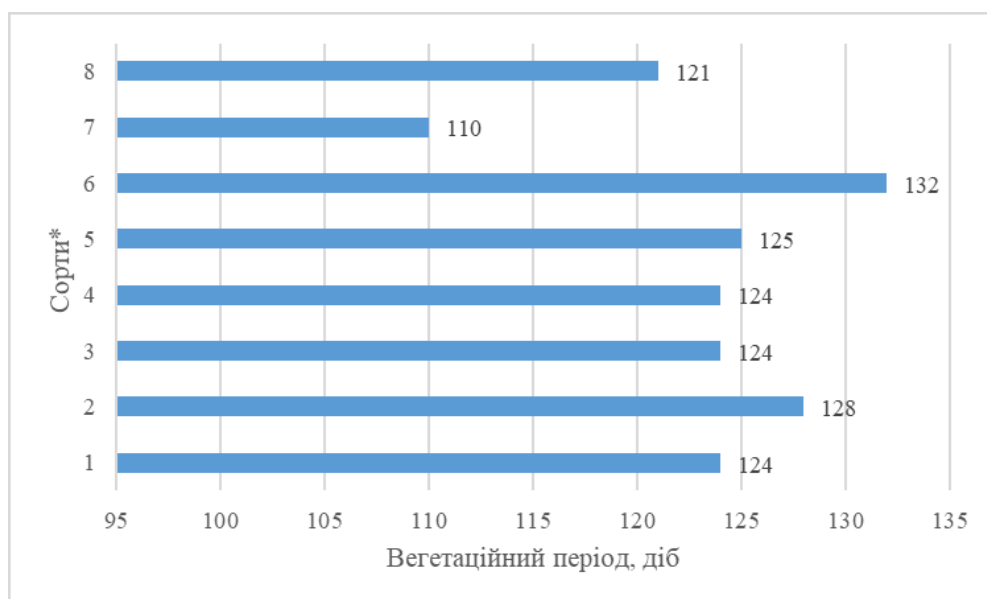


Рис. 1. Тривалість вегетаційного періоду сортів суданської трави.

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

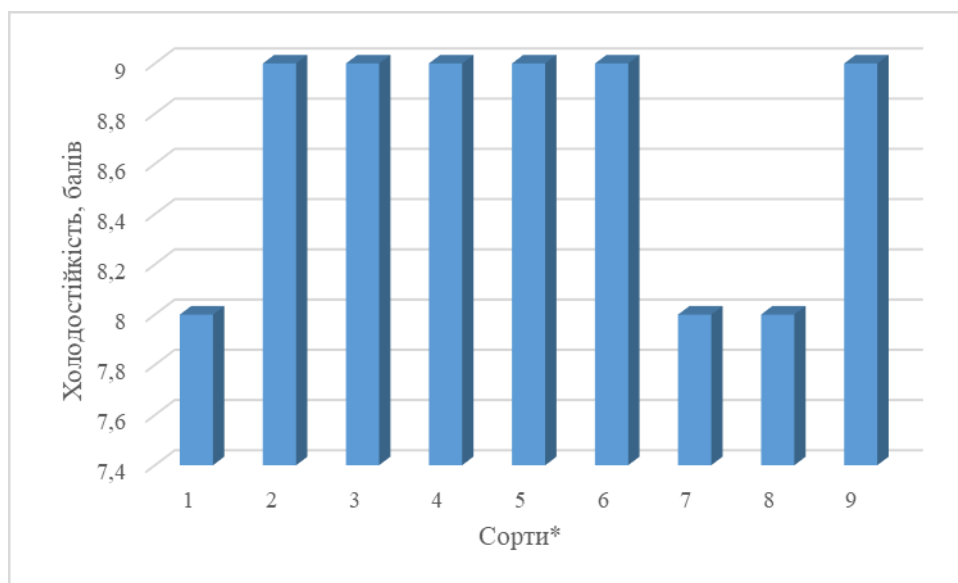


Рис. 2. Холодостійкість сортів суданської трави

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

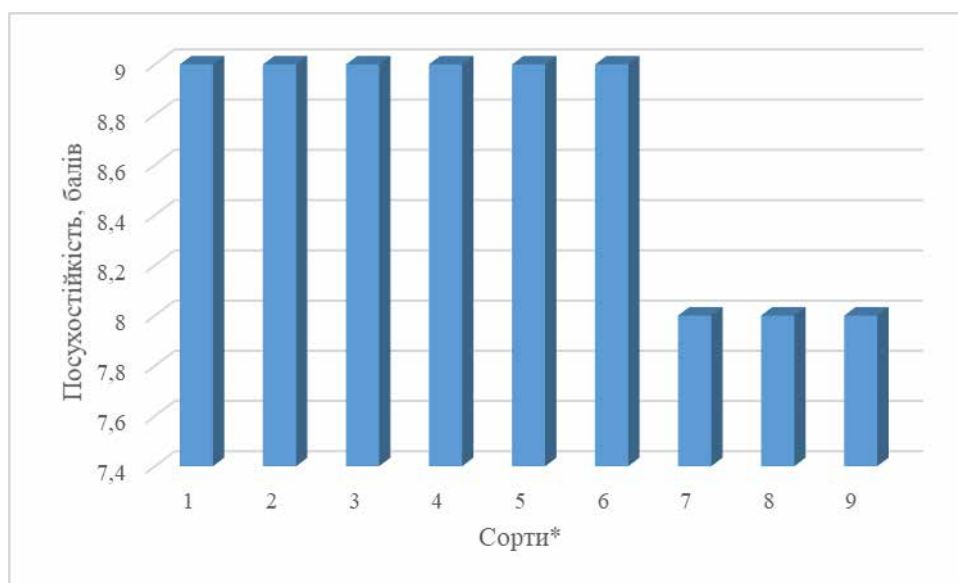


Рис. 3. Посухостійкість сортів суданської трави

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

Важливими показниками за вирощування суданської трави на насіння є стійкість рослин до шкідників і хвороб. Найпоширенішими хворобами суданської трави є летюча сажка, вкрита сажка, гельмінтоспоріоз, бактеріоз. Найбільш стійкими до хвороб виявилися сорти Сюзі, Білявка, Стратегія, що мали бал стійкості 9. Найуразливішим до хвороб був сорт Дніпровська 54, що мав бал стійкості 7 (рис. 5).

Найпоширенішими шкідниками в посівах суданської трави є попелиці, совки, стебловий метелик. Найбільш стійким до шкідників виявився сорт Сюзі – бал стійкості 9. Решта сортів мали бал стійкості по 8 (рис. 6).

Аналіз урожайності насіння сортів суданської трави показав, що найпродуктивнішим є сорт Сюзі – 3,9 т/га. Також високопродуктивними сортами виявилися Ковалівська (3,0 т/га) та Дніпровська 54 (2,84 т/га). Найнижчою врожайністю насіння відзначаються сорти Білявка (1,4 т/га) та Мурашка – 1,5 т/га (рис. 7).

Установлено, що висока врожайність насіння сорту Сюзі забезпечується найвищою посухостійкістю, стійкістю до хвороб, шкідників і вилягання. Висока врожайність насіння сортів Ковалівська та Дніпровська 54 забезпечується найвищими холодо-, посухостійкістю та стійкістю до вилягання.

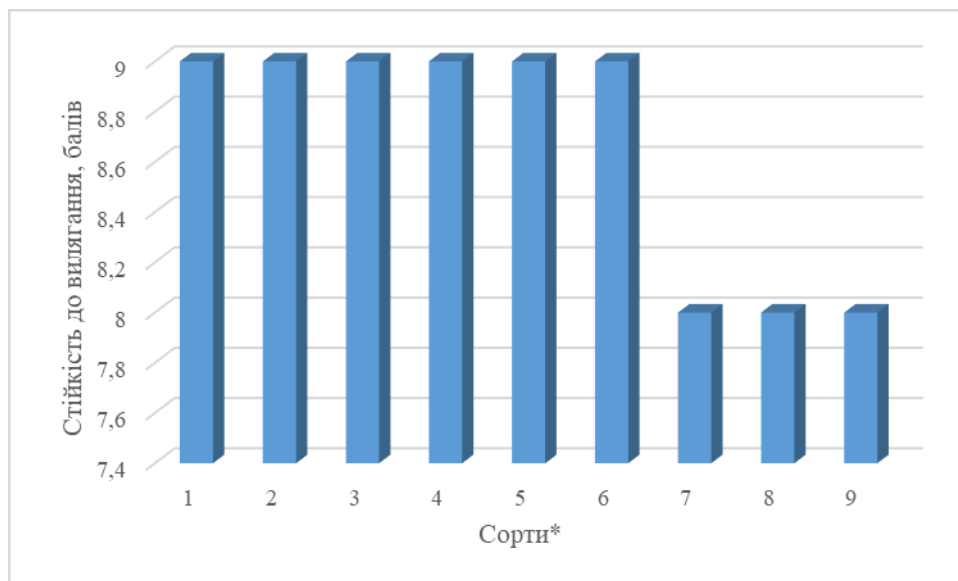


Рис. 4. Стійкість до вилягання сортів суданської трави

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

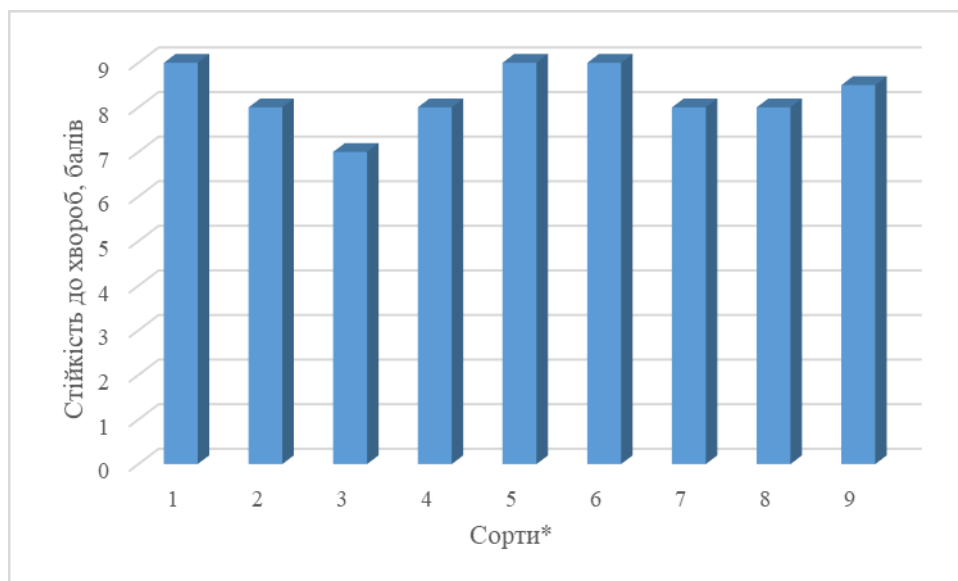


Рис. 5. Стійкість до хвороб сортів суданської трави

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

Проведений математично-статистичний аналіз показників показав наявність середнього негативного кореляційного зв'язку між урожайністю насіння суданської трави та балом холодостійкості сортів ($r = -0,4820$). Чим більш холодостійкий сорт суданської трави, тим нижчу врожайність насіння він формує. Між урожайністю насіння суданської трави та стійкістю сортів до шкідників виявлений сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,6787$). Що більш стійкий до шкідників сорт суданської трави, то вищу врожайність насіння він формує. Між тривалістю вегетаційного періоду сортів суданської трави та їхньою холодостійкістю виявлений середній позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,5290$). Що більш холодостійкий сорт суданської трави, то триваліший вегетаційний період він має. Між холодостійкістю та посухостійкістю сортів суданської трави виявлений середній позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,5000$). Що більша холодостійкість сортів суданської трави, то більша їхня посухостійкість. Між холодостійкістю та стійкістю до шкідників сортів суданської трави виявлений середній негативний кореляційний зв'язок ($r = -0,5000$). Що більша холодостійкість сортів суданської трави, то менша їхня стійкість до шкідників. Між посухостійкістю та стійкістю до вилягання сортів суданської трави виявлений

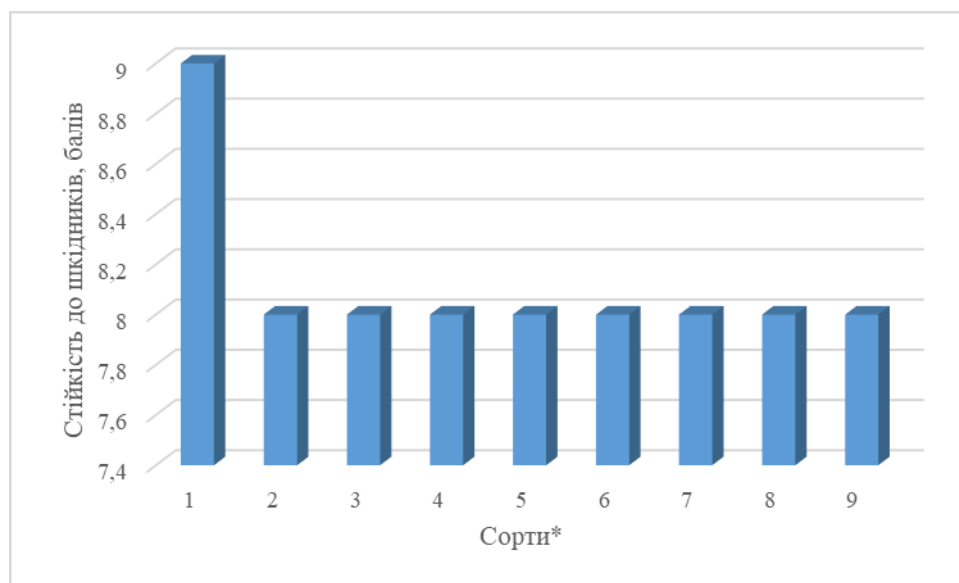


Рис. 6. Стійкість до шкідників сортів суданської трави

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

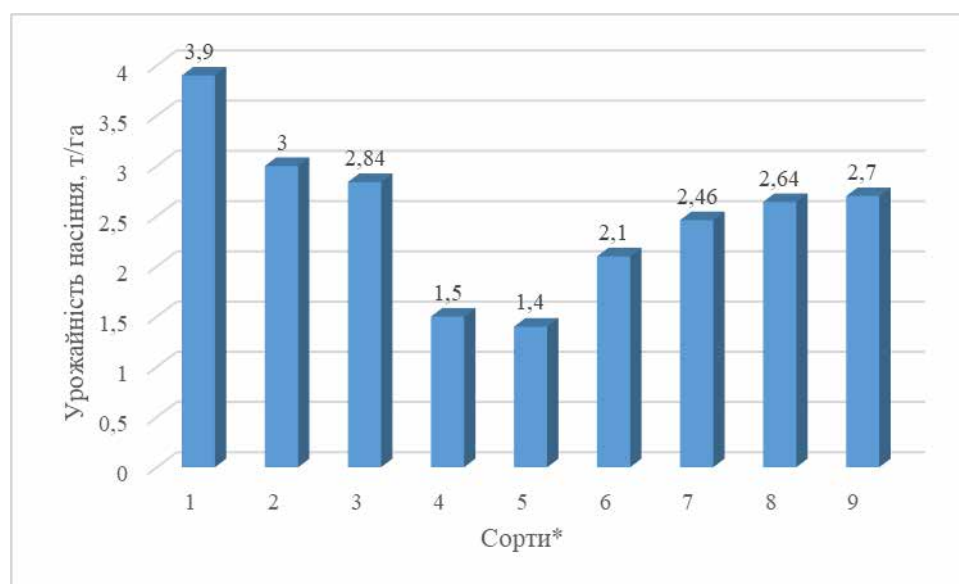


Рис. 7. Урожайність насіння сортів суданської трави

* Примітка: сорти: 1 – Сюзі; 2 – Ковалівська; 3 – Дніпровська 54; 4 – Мурашка; 5 – Білявка; 6 – Стратегія; 7 – Луганка 3; 8 – Голубівська 25; 9 – Альтура

сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,7905$). Що більш посухостійкий сорт суданської трави, то він більш стійкий до вилягання.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено, що найвищою врожайністю насіння серед сортів суданської трави відзначаються: Сюзі – 3,9 т/га, Ковалівська – 3,0 т/га, Дніпровська 54 – 2,84 т/га. Найбільш стійким до шкідників виявився сорт Сюзі. Найстійкішими до хвороб були сорти: Сюзі, Білявка, Стратегія. Підвищеною посухостійкістю відзначалися сорти: Сюзі, Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка, Стратегія. Найбільш холодостійкими були сорти: Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка, Стратегія, Альтура. Найстійкішими до вилягання були сорти: Сюзі, Ковалівська, Дніпровська 54, Мурашка, Білявка.

Список використаних джерел

1. Дроздов С. Суданська трава. *Агробізнес сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/62-sudanska-trava.html> (дата звернення: 15.01.2025).
2. Інформаційно-довідкова система «Сорт». URL: <http://sort.sops.gov.ua/search/search> (дата звернення: 05.01.2025).
3. Макаров Л. Соргові культури : монографія. Херсон : Айлант, 2006. 263 с.
4. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / уклад. : С. Ткачик, О. Присяжнюк, Н. Лещук ; Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2017. 119 с.
5. Сорго у Присивашші : методичні рекомендації / Є. Лебідь, Б. Дзюбецький, А. Черенков. Дніпропетровськ, 2006. 30 с.
6. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти : методичні рекомендації / А. Черенков, М. Шевченко, Б. Дзюбецький. Дніпропетровськ, 2011. 64 с.
7. Суданська трава – перспективна і дешева кормова рослина. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sudanska-trava-perspektivna-i-desheva-kormova-roslina-povna-versiya> (дата звернення: 15.01.2025).
8. Троценко А., Яланський О. Селекція соргових культур на фуражні та харчові цілі. *Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України*. Дніпропетровськ : Полігн, 1995. С. 238–244.
9. Яланський О. Селекція суданської трави. *Зернові культури*. 2012. № 2. С. 159–162.
10. Яланський О., Остапенко С., Ісаєва Н., Серєда В. Перспективні зразки кормового сорго. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони Національної академії аграрних наук України*. 2014. № 6. С. 103–107.
11. Kurhak V., Kolomiets L., Sliusar S., Malynovska I., Tkachenko A. Forage productivity of combined crops of seed oats, maize, and Sudanese sorghum with white lupine. *Scientific Horizons*. 2023. № 26 (6). P. 32–42. DOI: 10.48077/scihor6.2023.32.

Tkachuk O. P.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Ecology and Environmental Protection,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine*

E-mail: tkachukop@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0647-6662

Huk I. M.

*Assistant at The Department of Crop Production and Horticulture,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine*

E-mail: 2000guk@gmail.com
ORCID: 0009-0005-4673-9112

PARAMETERS OF VARIETIES OF SUDAN SORGHUM (SUDAN GRASS) WHEN GROWN FOR SEEDS

Abstract

When expanding the sown areas under Sudan grass, it is important to ensure the production of a sufficient number of seeds of this crop and the selection of varieties not only with economic and valuable fodder characteristics, but also with sustainable ecological characteristics that would contribute to the increase of the crop area, increase resistance to adverse vegetation conditions and other characteristics.

The State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025, presented in the Information and Reference System Sort of the Ukrainian Institute of Plant Varieties Examination, was processed.

All varieties of Sudanese grass were analyzed by the duration of the growing season when harvesting for seeds, the resistance of varieties to cold, drought, diseases and pests; seed yield. Correlations between the studied factors were calculated.

The conducted studies have established that the highest seed yield among Sudanese grass varieties is noted by: Suzi – 3,9 t/ha, Kovalivska – 3,0 t/ha and Dniprovsk 54 – 2,84 t/ha. The lowest seed yield is noted by the varieties Bilyavka – 1,4 t/ha and Murashka – 1,5 t/ha. The Suzi variety was the most resistant to pests. The varieties most resistant to diseases were: Suzi, Bilyavka, Strategy. The varieties with increased drought resistance were: Suzi, Kovalivska, Dniprovsk 54, Murashka, Bilyavka and Strategy. The varieties with the most cold resistance were: Kovalivska, Dniprovsk 54, Murashka, Bilyavka, Strategy, Altura. The varieties with the most resistance to lodging were: Suzi, Kovalivska, Dniprovsk 54, Murashka, Bilyavka.

It was found that the high yield of the seeds of the Suzi variety is ensured by the highest drought resistance, resistance to diseases, pests and lodging. The high yield of the seeds of the Kovalivska and Dniprovsk 54 varieties is ensured by the highest cold resistance, drought resistance and lodging resistance.

Key words: Sudanese grass, varieties, seeds, yield, stability.

References

1. Drozdov, S. Sudans'ka trava [Sudan grass]. *Ahrobiznes s'ohodni – Agribusiness today*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/62-sudanska-trava.html> (access date 15.01.2025) [in Ukrainian].
2. Informatsiyno-dovidkova systema "Sort" ["Sort" information and reference system]. Retrieved from: <http://sort.sops.gov.ua/search/search> (access date 01.05.2025) [in Ukrainian].
3. Makarov, L.H. (2006). Sorhovi kul'tury: monohrafiya [Sorghum crops: monograph]. Kherson: Ailant. 263 p. [in Ukrainian].
4. Metodyka provedennya kvalifikatsiynoyi ekspertyzy sortiv roslin na prydatnist' do poshyrennya v Ukrayini. Zahal'na chastyna [Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part]. *Ukrayins'kyi instytut ekspertyzy sortiv roslin – Ukrainian Institute of Expertise of Plant Varieties*; comp.: S.O. Tkachyk, O.I. Prysiashniuk, N.V. Sea, bream Vinnytsia: FOP Korzun D.Yu., 2017. 119 p. [in Ukrainian].
5. Sorho v Prysylvashshi: metodychni rekomendatsiyi [Sorghum in Prysylvashsha: methodical recommendations]. E.M. Lebyd, B.V. Dzyubetskyi, A.V. Cherenkov. Dnipropetrovsk, 2006. 30 p. [in Ukrainian].
6. Sorhovi kul'tury: tekhnolohiya, vykorystannya, hibrydy ta sorty: metodychni rekomendatsiyi [Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties: methodical recommendations]. A.V. Cherenkov, M.S. Shevchenko, B.V. Dzyubetskyi. Dnipropetrovsk, 2011. 64 p. [in Ukrainian].
7. Sudans'ka trava – perspektyvna i desheva kormova roslina. [Sudanese grass is a promising and cheap fodder plant]. *Propozytsiya – Offer*. Retrieved from: <https://propozytsiya.com/ua/sudanska-trava-perspektivna-i-desheva-kormova-roslina-povna-versiya> (access date 15.01.2025) [in Ukrainian].
8. Trotsenko, A.G., & Yalanskyi, O.V. (1995). Seleksiya sorhovykh kul'tur na furazhni ta kharchovi tsili. [Selection of sorghum crops for fodder and food purposes]. *Enerhozberihayuchi tekhnolohiyi vyroshchuvannya zernovykh kul'tur u Stepu Ukrayiny – Energy-saving technologies for growing grain crops in the Steppe of Ukraine*. Dnipropetrovsk: Childbirth. 1995. P. 238–244 [in Ukrainian].
9. Yalansky, O.V. (2012). Seleksiya sudans'koyi travy [Selection of Sudanese grass]. *Zernovi kul'tury – Cereal crops*. № 2. P. 159–162 [in Ukrainian].
10. Yalansky, O.V., Ostapenko, S.M., Isayeva, N.M., & Sereda, V.I. (2014). Perspektyvni zrazky kormovoho sorho. [Prospective samples of fodder sorghum]. *Byuleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny – Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine*. № 6. P. 103–107 [in Ukrainian].
11. Kurhak, V., Kolomiets, L., Sliusar, S., Malynovska, I., & Tkachenko, A. (2023). Forage productivity of combined crops of seed oats, maize, and Sudanese sorghum with white lupine. *Scientific Horizons*. № 26 (6). P. 32–42. DOI: 10.48077/scihor6.2023.32 [in English].

УДК 633.88:582.998.2:631.55 (477.43+477.85)

Хоміна В. Я.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: homina13@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8698-0008

Паращук В. В.

аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

ORCID: 0000-0002-6646-6343

ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Анотація

У статті розглянуто питання доцільності впровадження регуляторів росту рослин у технології вирощування нагідок лікарських в умовах Лісостепу західного. Наведено результати досліджень наукової спільноти щодо ефективності застосування біологічно активних препаратів для вирощування лікарських рослин у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Мета наших досліджень полягала у встановленні способу застосування регулятора росту рослин на ріст, розвиток та індивідуальну продуктивність рослин нагідок лікарських. Закладався двофакторний дослід, де фактор А – регулятор росту (без регулятора росту – контроль, Івін, Авангард Стимул, Азотофіт Р), фактор В – спосіб застосування регулятора росту (обробка насіння, обприскування посіву у фазі розетки листків). Дослідженнями встановлено, що регулятори росту мали вплив на формування габітусу рослин нагідок лікарських за обох способів застосування – передпосівній обробці насіння та обприскуванні вегетуючих рослин. Висота рослин збільшувалась на 2,2–10,4 см залежно від року досліджень. Оптимальні показники були із застосуванням препарату Азотофіт Р за обох способів, за обробки насіння показник становив 70,8 см, за обприскування посівів – 75,6 см, а також на варіанті обробки насіння регулятором росту Івін із показником – 70,3 см. Оптимальна кількість суцвіть у середньому за роки досліджень сформувалась на рослинах варіантів, де проводилось обприскування посівів регулятором росту рослин Азотофіт Р (з перевищенням контролю на 3,9 шт.) та передпосівної обробки насіння препаратом Івін (з перевищенням контролю 3,5 шт.). Експериментально встановлено, що оптимальний діаметр суцвіть був на варіанті обприскування препаратом Азотофіт Р, показник становив 5,5 см, децю менші кошики сформувались на варіантах обробки насіння регуляторами росту Азотофіт Р та Івін, показник становив 5,2 см, тобто з перевищенням контролю на 0,6 см.

Ключові слова: нагідки лікарські, регулятор росту, обробка насіння, обприскування посіву, висота рослин, кількість суцвіть, діаметр кошика.

Вступ. Щороку потреба фармацевтичних підприємств у рослинній сировині зростає на 20–25% завдяки нарощуванню збуту і створенню нових лікарських засобів [8]. У світі більше 90% урожаю лікарських трав збирають дикоросами і завжди попит на дикорослі трави вищий, ніж на культивовані рослини, але дикоросла продукція має і певні недоліки (нижчу врожайність лікарської рослинної сировини, необхідність сортування і т.п.), що своєю чергою потребує додаткових затрат [5]. До екологічних чинників, що впливають на виробництво лікарської рослинної сировини, належать продуктивні й територіальні властивості землі та природні умови [7]. Умови Лісостепу сприяють отриманню високої продуктивності низки лікарських рослин. Проте перед тим як планувати вирощування лікарських рослин, необхідно прорахувати низку аспектів, зокрема затребуваність виду сировини, а також економічну доцільність вирощування культури. Т.В. Мірзоева, А.В. Запталова запропонували окремі аспекти формування доданої вартості у галузі лікарського рослинництва [6; 3].

Однією із затребуваних рослин з точки зору широкого застосування для потреб медицини є нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) [4]. Завдяки спектру БАР, що синтезуються у суцвіттах нагідок лікарських, препарати, до складу яких входить лікарська рослинна сировина, характеризуються протизапальними, бактерицидними, гіпотензивними, седативними, кардіотонічними властивостями [2; 12; 13]. Екстракти лікарської сировини нагідок лікарських проявляють антиоксидантні властивості [14; 15].

Отже, нагідки лікарські мають широкий спектр застосування, а отримання максимальної продуктивності рослин залежить від біологічних і технологічних чинників у разі їх вирощування. Вирощування лікарських рослин передбачає зведення до мінімуму використання хімічних препаратів, тому впровадження різного виду

біологічних препаратів найбільш відповідає вимогам цих специфічних культур. Питанням застосування біологічно активних препаратів на таких лікарських рослинах, як: чорнушка посівна, сафлор красильний, фенхель звичайний, розторопша плямиста, присвятили свої дослідження низка науковців [1; 9; 10; 11].

Нагідки лікарські – культура великих можливостей та перспектив, тому потребує детального вивчення технологічних чинників її вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах і обґрунтування можливостей отримання високих і сталих урожаїв.

Мета роботи. Мета досліджень полягала у встановленні способу застосування регулятора росту рослин на ріст, розвиток та індивідуальну продуктивність рослин нагідок лікарських.

Виклад основного матеріалу дослідження. Закладався двофакторний дослід, де фактор А – регулятор росту (без регулятора росту – контроль, Івін, Авангард Стимул, Азотофіт Р), фактор В – спосіб застосування регулятора росту (обробка насіння, обприскування посіву у фазі розетки листків).

За результатами наших досліджень регулятори росту мали вплив на формування габітусу рослин нагідок лікарських, їх висота збільшувалась на 2,2–10,4 см залежно від року досліджень (табл. 1).

Таблиця 1. Висота рослин нагідок лікарських залежно від способів застосування регуляторів росту рослин, см (2021–2023 рр.)

Регулятор росту (А)	Спосіб застосування (В)	Рік			Середнє за 2021–2023 рр.	± до контролю
		2021	2022	2023		
Без регулятора (контроль)	обробка насіння	65,2	64,0	66,4	65,2	–
	обприскування посіву	65,2	64,0	66,4	65,2	–
Івін	обробка насіння	70,4	67,8	72,7	70,3	5,1
	обприскування посіву	70,7	66,2	71,9	69,6	4,4
Авангард Стимул	обробка насіння	68,5	66,5	69,9	68,3	3,1
	обприскування посіву	70,4	66,5	70,7	69,2	4,0
Азотофіт Р	обробка насіння	71,2	69,1	72,1	70,8	5,6
	обприскування посіву	75,7	74,9	76,2	75,6	10,4
V		5,9	6,2	5,8		

На контрольному варіанті показник у середньому за роки досліджень становив 65,2 см. Оптимальні показники були із застосуванням препарату Азотофіт Р за обох способів: за обробки насіння показник становив 70,8 см, за обприскування посівів – 75,6 см, а також на варіанті обробки насіння регулятором росту Івін із показником – 70,3 см.

Препарат Азотофіт Р завдяки наявності у своєму складі живих клітин природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum* покращує азотне живлення рослин, чим пояснюється значне перевищення контролю за показником висоти рослин, адже саме азотне живлення необхідне для повноцінного росту рослин, формування більшої асиміляційної поверхні та тривалості її функціонування в активному стані.

Сировиною нагідок лікарських є суцвіття. Кількість і розміри суцвіть визначають продуктивність рослин. Щодо кількості суцвіть, вона залежала від досліджуваних препаратів і способів їх застосування, а також погодних умов року вегетації рослин. Найкращі умови для формування індивідуальної продуктивності рослин склались у 2023 році, в умовах якого кількість суцвіть коливалась у межах 14,1–17,6 штук на рослині (табл. 2).

Таблиця 2. Кількість суцвіть на рослині нагідок лікарських залежно від способів застосування регуляторів росту рослин, шт. (2021–2023 рр.)

Регулятор росту (А)	Спосіб застосування (В)	Рік			Середнє за 2021–2023 рр.	± до контролю
		2021	2022	2023		
Без регулятора (контроль)	обробка насіння	13,4	12,6	14,2	13,4	–
	обприскування посіву	13,4	12,6	14,2	13,4	–
Івін	обробка насіння	16,9	16,7	17,1	16,9	3,5
	обприскування посіву	15,3	15,0	15,6	15,3	1,9
Авангард Стимул	обробка насіння	15,8	15,3	16,0	15,7	2,3
	обприскування посіву	16,2	15,7	16,4	16,1	2,7
Азотофіт Р	обробка насіння	15,0	15,7	16,1	15,9	2,5
	обприскування посіву	17,4	17,2	17,6	17,3	3,9
V		9,5	11,3	8,7		

Оптимальна кількість суцвіть у середньому за роки досліджень сформувалась на рослинах варіантів, де проводилось обприскування посівів регулятором росту рослин Азотофіт Р (з перевищенням контролю на 3,9 шт.) та передпосівної обробки насіння препаратом Івін (з перевищенням контролю 3,5 шт.).

Індивідуальна продуктивність рослин нагідок лікарських залежить не лише від кількості квіток, але й їх діаметра. Біометричний аналіз рослин показав, що регулятори росту рослин за різних способів їх застосування сприяли збільшенню розмірів суцвіть на 0,2–1,0 см (рис. 1).

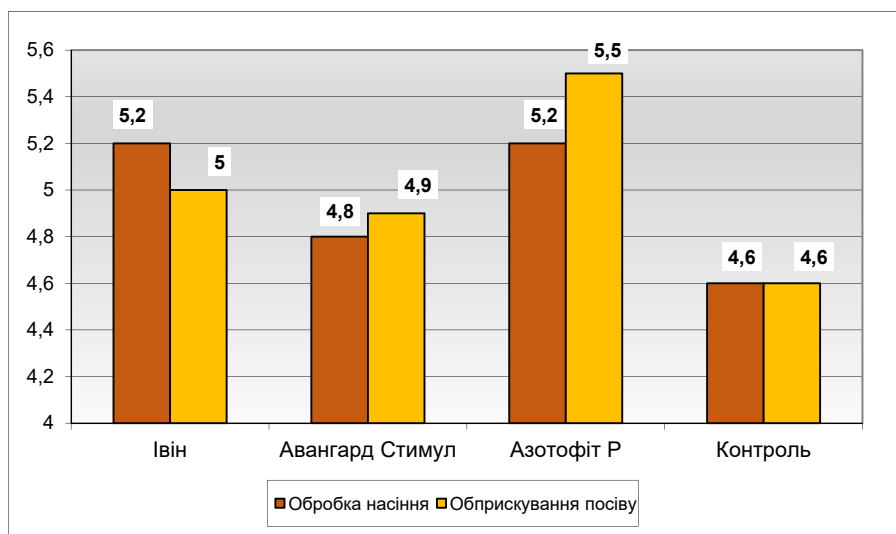


Рис. 1. Діаметр кошика у рослини нагідок лікарських залежно від способів застосування регуляторів росту рослин, см (середнє за 2021–2023 рр.)

У середньому за роки досліджень оптимальний діаметр суцвіть був на варіанті обприскування препаратом Азотифіт Р, показник становив 5,5 см, дещо менші кошики сформувались на варіантах обробки насіння регуляторами росту Азотифіт Р та Івін, показник становив 5,2 см, тобто з перевищенням контролю на 0,6 см.

Висновки. Регулятори росту рослин за різних способів їх застосування сприяли покращенню біометричних показників рослин: збільшенню висоти рослин, кількості суцвіть та діаметра квіток. Оптимальні показники отримано на варіантах обприскування посівів у фазі розетки листків та обробки насіння нагідок лікарських регулятором росту Азотифіт Р та передпосівної обробки насіння препаратом Івін. На цих варіантах висота рослин була в межах 70,3–75,6 см (з перевищенням контролю 5,1–10,4 см), кількість суцвіть – у межах 16,9–17,3 штук (з перевищенням контролю 3,5–3,9 шт.), діаметр кошика – 5,2–5,5 см (з перевищенням контролю 0,6–1,0 см).

Список використаних джерел

- Бахмат М.І., Вітровчак Л.А. Урожайність чорнушки посівної (*nigella sativa* L.) залежно від агротехнічних та біологічних чинників в умовах Лісостепу західного. *«Аграрні інновації»*, № 23, 2024. С. 16–21.
- Бобирьов В.М., Дев'яткіна Н.М. Нові механізми дії ромашки та календули як основа їхнього застосування в сучасних лікарських засобах для стоматологічної практики. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2014. № 1. С. 3–9.
- Запталова А.В. Еколого-економічна модель формування ланцюга доданої вартості щодо вирощування лікарських рослин. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 214–220.
- Лихочвор В.В., Борисюк В.С., Дубковецький С.В., Онищук Д.М. Лікарські рослини. Значення, ботанічні і біологічні особливості, технологія вирощування, заготівля. Львів : НВФ «Українські технології», 2003. С. 208–211.
- Мірзосєва Т.В. Аналіз сучасного стану виробництва лікарських рослин в Україні. *Приазовський економічний вісник*. 2018. Вип. 6 (11). С. 62–67.
- Мірзосєва Т.В. Окремі аспекти формування доданої вартості у галузі лікарського рослинництва. *Економіка та суспільство*. Випуск № 49. 2023. С. 45.
- Никитюк Ю.А. Механізми збалансованого формування ринку лікарської рослинної сировини в Україні : монографія / за ред. О. Фурдичка. Київ : ДКС-центр, 2017. 288 с.
- Семак Б.Б., Барна М.Ю., Демкевич Л.І. Вітчизняний ринок лікарської рослинної сировини: проблеми і рішення. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.1. С. 264–268.
- Солоненко С.В., Хоміна В.Я. Вплив регулятора росту регоплант на урожайність та технологічні показники якості насіння сафлору красивого в умовах Лісостепу західного. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *«Зрошуване землеробство»*. Вип. 67. Херсон, 2017. С. 15–18.
- Хоміна В.Я., Вітровчак Л.А., Бабій М.В., Рапацький В.В. Урожайність насіння фенхелю звичайного залежно від застосування біологічно активних препаратів. *Урожайність лікарської сировини чорнушки посівної залежно від впливу біологічних чинників* : матеріали І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції *«Інноваційні технології в садівництві, овочівництві і виноградарстві»*, 22 березня 2024 року. Кам'янець-Подільський : ЗВО «Подільський державний університет», 2024. С. 152–153.
- Хоміна В.Я., Пономаренко С.П., Григорюк І.П., Серга О.І. Регулятори росту як ефективні засоби підвищення якісних показників насіння лікарських. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Біологія, біотехнологія, екологія*. 2015. Вип. 214. С. 294–303.

12. Barbour E.K., Sagherian V., Talhouk S., Talhouk R., Farran M.T., Sleiman F.T., Harakeh S. Evaluation of homeopathy in broiler chickens exposed to live viral vaccines and administered *Calendula officinalis* extract. *Med Sci Monit.* 2004. Vol. 10. Iss. 8. P. 281–285.
13. Chandra P., Kishore K., Ghosh A.K. Evaluation of antacid capacity and antiulcer activity of *Calendula officinalis* L. in experimental rats. *Orient Pharm Exp Med.* 2015. Vol. 15. P. 277–285.
14. Sabir S.M., Khan M.F., Rocha J.B.T., Boligon A.A., Athayde M.L. Phenolic profile, antioxidant activities and genotoxic evaluations of *Calendula officinalis* L. *J Food Biochem.* 2015. Vol. 39. P. 316–324.
15. Yadav A.K., Mishra P.K., Jain P.K., Rao C.V., Tiwari S., Singh V. Investigation of *Calendula officinalis* whole plant as a gastroprotective and antioxidant in peptic ulcer. *British Journal of Medical and Health Research.* 2016. 3 (7). P. 67–76.

Khomina V. Ya.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: homina13@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8698-0008

Paraschuk V. V.

Postgraduate Student at the Department of Plant Production, Breeding and Seed Production,
Higher educational institution "Podilskyi State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
ORCID: 0000-0002-6646-6343

FORMATION OF BIOMETRIC INDICATORS OF MARIGOLDS DEPENDING ON THE USE OF PLANT GROWTH REGULATORS

Abstract

The article considers the issue of the feasibility of introducing plant growth regulators into the technology of growing marigolds in the conditions of the Western Forest-Steppe. The results of research by the scientific community on the effectiveness of the use of biologically active preparations for growing medicinal plants in different soil and climatic zones of Ukraine are presented. The purpose of our research was to establish the method of applying a plant growth regulator on the growth, development and individual productivity of medicinal marigold plants. A two-factor experiment was set up, where factor A is a growth regulator (without a growth regulator – control, Ivin, Avangard Stimul, Azotofit R), factor B is the method of applying the growth regulator (seed treatment, spraying of crops in the leaf rosette phase). The studies have established that growth regulators had an effect on the formation of the habit of medicinal marigold plants by both methods of application – pre-sowing seed treatment and spraying of vegetative plants. The height of the plants increased by 2.2–10.4 cm depending on the year of the research. The optimal indicators were with the use of the drug Azotofit R in both methods, with seed treatment the indicator was 70.8 cm, with spraying the crops – 75.6 cm, as well as with the variant of treating the seeds with the growth regulator Ivin with an indicator of – 70.3 cm. The optimal number of inflorescences on average over the years of research was formed on plants of the variants where the crops were sprayed with the plant growth regulator Azotofit R (with an excess of control by 3.9 pcs.) and pre-sowing treatment of the seeds with the drug Ivin (with an excess of control by 3.5 pcs.). It was experimentally established that the optimal diameter of inflorescences was in the variant of spraying with the drug Azotofit R, the indicator was 5.5 cm, slightly smaller baskets were formed in the variants of seed treatment with growth regulators Azotofit R and Ivin, the indicator was 5.2 cm, i.e. exceeding the control by 0.6 cm.

Key words: marigolds, growth regulator, seed treatment, spraying of crops, plant height, number of inflorescences, basket diameter.

References

1. Bakhmat, M.I., & Vitrovchak, L.A. (2024). Urozhainist chornushky posivnoi (*Nigella sativa* L.) zalezno vid ahrotekhnichnykh ta biolohichnykh chynnykiv v umovakh Lisostepu zakhidnoho [Yield of black cumin (*Nigella sativa* L.) depending on agrotechnical and biological factors in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *«Ahrarni innovatsii»*, № 23, S. 16–21 [in Ukrainian].
2. Bobyrov, V.M., & Deviatkina, N.M. (2014). Novi mekhanizmy dii romashky ta kalenduly yak osnova yikhnoho zastosuvannia v suchasnykh likarskykh zasobakh dlia stomatolohichnoi praktyky [New mechanisms of action of chamomile and calendula as the basis for their use in modern medicines for dental practice]. *Farmakolohiia ta likarska toksykolohiia.* № 1. S. 3–9 [in Ukrainian].
3. Zaptalova, A.V. (2024). Ekoloho-ekonomichna model formuvannia lantsiuha dodanoi vartosti shchodo vyroshchuvannia likarskykh Roslyn [Ecological and economic model of value chain formation for medicinal plant cultivation]. *Ahrarni innovatsii.* № 23. S. 214–220 [in Ukrainian].
4. Lykhochvor, V.V., Borysiuk, V.S., Dubkovetskyi, S.V., & Onyshchuk, D.M. (2003). *Likarski roslyny. Znachennia, botanichni i biolohichni osoblyvosti, tekhnolohiia vyroshchuvannia, zahotivlia* [Medicinal plants. Meaning, botanical and biological features, cultivation technology, harvesting]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii». S. 208–211 [in Ukrainian].

5. Mirzoieva, T.V. (2018). Analiz suchasnoho stanu vyrobnytstva likarskykh roslyn v Ukraini [Analysis of the current state of medicinal plant production in Ukraine]. *Pryazovskyi ekonomichnyi visnyk*. Vyp. 6 (11). S. 62–67 [in Ukrainian].
6. Mirzoieva, T.V. (2023). Okremi aspekty formuvannia dodanoi vartosti u haluzi likarskoho roslynnytstva [Certain aspects of added value formation in the field of medicinal plant growing]. *Ekonomika ta suspilstvo*. Vypusk № 49. S. 45 [in Ukrainian].
7. Nykytiuk, Yu.A. (2017). *Mekhanizmy zbalansovanoho formuvannia rynku likarskoi roslynnoi syrovyny v Ukraini: monohrafiia* [Mechanisms of balanced formation of the market for medicinal plant raw materials in Ukraine: monograph] / za red. O. Furdychka. Kyiv: DKS-entr, 288 s. [in Ukrainian].
8. Semak, B.B., Barna, M.Iu., & Demkevych, L.I. (2011). Vitchyzniani rynok likarskoi roslynnoi syrovyny: problemy i rishennia [Domestic market of medicinal plant raw materials: problems and solutions]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. Vyp. 21.1. S. 264–268 [in Ukrainian].
9. Solonenko, S.V., & Khomina, V.Ia. (2017). Vplyv rehulatora rostu rehoplant na urozhainist ta tekhnolohichni pokaznyky yakosti nasinnia safloru krasynnoho v umovakh Lisostepu zakhidnoho [The influence of the growth regulator Regoplant on the yield and technological quality indicators of dye safflower seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovi zbirnyk Zroshuvane zemlerobstvo*. Vyp. 67. Kherson, S. 15–18 [in Ukrainian].
10. Khomina, V.Ia., Vitrovchak, L.A., Babii, M.V., & Rapatskyi, V.V. (2024). Urozhainist nasinnia fenkheliu zvychainoho zalezno vid zastosuvannia biolohichno aktyvnykh preparativ. Urozhainist likarskoi syrovyny chornushky posivnoi zalezno vid vplyvu biolohichnykh chynnykiv [Yield of fennel seeds depending on the use of biologically active preparations. Yield of medicinal raw materials of black cumin depending on the influence of biological factors]. *Materialy I Vseukrainskoi naukovy-praktychnoi internet-konferentsii «Innovatsiini tekhnologii v sadivnytstvi, ovochivnytstvi i vynohradarstvi»*, 22 bereznia 2024 roku. Kamianets-Podilskyi: ZVO «Podilskyi derzhavnyi universytet», S. 152–153 [in Ukrainian].
11. Khomina, V.Ia., Ponomarenko, S.P., Hryhoriuk, I.P., & Serha, O.I. (2015). Rehulatory rostu, yak efektyvni zasoby pidvyshchennia yakisnykh pokaznykiv nasinnia likarskykh [Growth regulators as effective means of improving the quality of medicinal seeds]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Biolohiia, biotekhnolohiia, ekolohiia*. Vyp. 214. S. 294–303 [in Ukrainian].
12. Barbour, E.K., Sagherian, V., Talhouk, S., Talhouk, R., Farran, M.T., Sleiman, F.T., & Harakeh, S. (2004). Evaluation of homeopathy in broiler chickens exposed to live viral vaccines and administered Calendula officinalis extract. *Med Sci Monit*. Vol. 10. Iss. 8. R. 281–285 [in English].
13. Chandra, P., Kishore, K., & Ghosh, A.K. (2015). Evaluation of antacid capacity and antiulcer activity of *Calendula officinalis* L. in experimental rats. *Orient Pharm Exp Med*. Vol. 15. P. 277–285 [in English].
14. Sabir, S.M., Khan, M.F., Rocha, J.B.T., Boligon, A.A., & Athayde, M.L. (2015). Phenolic profile, antioxidant activities and genotoxic evaluations of *Calendula officinalis* L. *J Food Biochem*. Vol. 39. P. 316–324 [in English].
15. Yadav, A.K., Mishra, P.K., Jain, P.K., Rao, C.V., Tiwari, S., & Singh, V. (2016). Investigation of *Calendula officinalis* whole plant as a gastroprotective and antioxidant in peptic ulcer. *British Journal of Medical and Health Research*. 3 (7). P. 67–76 [in English].

УДК 636.4:602.9:636.087.7

Ченцов М. М.

здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії III року навчання,
кафедра біології тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна
E-mail: m.chentsov@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0003-1293-1657

Лихач А. В.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри біології тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна
E-mail: avlykhach@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0472-6162

МАНІПУЛЯЦІЇ СВИНЕЙ НА ДОРОЩУВАННІ ЗІ ЗБАГАЧУВАЛЬНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Анотація

Збагачення середовища у свинарстві є важливим інструментом підвищення благополуччя тварин і запобігання розвитку стереотипної поведінки. Відсутність можливості реалізувати природну дослідницьку активність у промислових умовах може призводити до стресу, агресії та погіршення продуктивності свиней. У цьому дослідженні проведено візуалізацію маніпуляцій свиней на дорощуванні у разі використання трьох різних збагачувальних об'єктів: пластикових пляшок, наполовину заповнених зерном, мотузок, підвішених на огорожі клітки, та купок паперу. Оцінка маніпулятивної поведінки базувалася на аналізі частоти взаємодії з об'єктами (разів/год), середньої тривалості маніпуляцій з об'єктом (год/добу) та часу, витраченого на маніпуляції (хв/год).

Дослідження маніпуляцій свиней на дорощуванні за наявності збагачувальних об'єктів проведено на тваринах, де материнською формою були свиноматки великої білої породи, а батьківською – кнури РІС 337, які утримувалися в умовах свинокомплексу ПОП «Вікторія» Баитанського району Миколаївської області. Всіх піддослідних тварин розподілено по клітках (за принципом аналогів) по 88 голів у кожній (4 клітки). Дослідження ґрунтувалося на даних експерименту і динаміки поведінки тварин упродовж 7 діб.

Отримані результати свідчать, що пластикові пляшки із зерном викликали найвищий рівень поведінкової активності. Частота маніпуляцій із цим об'єктом у середньому становила 22 рази/год, середня тривалість маніпуляцій на добу становила 3,5 год, а середній час маніпуляцій за годину становив 13,6 хв. Мотузки викликали децю менший інтерес: 15,7 маніпуляцій/год, середня тривалість взаємодії 2 год/добу, середній час активності – 9,1 хв/год. Найменший рівень поведінкової активності зафіксовано для купок паперу, з яким свині контактували у середньому 6 разів/год, у разі середньої тривалості взаємодії 30 хв/добу, що пов'язане зі швидкою деформацією паперу внаслідок його жування тваринами. Найвищий рівень активності у взаємодії зі збагачувальними об'єктами спостерігався в перші дві доби після введення нових предметів, з поступовим зниженням у подальші дні. У випадку пластикових пляшок із зерном поведінкова активність залишалася стабільною протягом усього досліджуваного періоду, що пояснюється наявністю кормового стимулу. Мотузки поступово втрачали привабливість, а папір швидко переставав цікавити свиней після першого дня через його руйнацію.

Отримані результати підтверджують важливість використання збагачувальних об'єктів для стимуляції природної активності свиней у промислових умовах утримання. Застосування пластикових пляшок із зерном є найбільш ефективним способом залучення тварин до маніпулятивної поведінки, що сприяє, очевидно, зниженню рівня стресу і покращенню загального благополуччя свиней. Результати цього експерименту можуть бути використані для подальших досліджень задля розробки стратегій збагачення середовища на свинокомплексах.

Ключові слова: свині, дорощування, поведінка, збагачувальні об'єкти, благополуччя, взаємодія з об'єктом.

Вступ. Дієвим майданчиком для забезпечення стійкості галузі свинарства є реалізація принципів благополуччя свиней різних технологічних груп [6, с. 212; 7, с. 176; 8, с. 118]. З огляду на літературний пошук [6, с. 7; 7, с. 5; 8, с. 7; 11, с. 168; 12, с. 220; 15, с. 390; 16, с. 571–578] очевидно, що благополуччя свиней стає дедалі важливим питанням безперервного виробництва якісної свинини [7, с. 9]. В умовах промислового свинарства тварин зазвичай вирощують у станках без підстилкового чи маніпулятивного матеріалу [17, с. 1–13], що не дозволяє їм повною мірою проявляти свою природну видоспецифічну поведінку і спричиняє ментальні страждання, появу агресивної поведінки і, як наслідок, сприяє розвитку хронічного стресу, що негативно впливає на їхню продуктивність [10, с. 85]. Безперечно, такі явища провокують прояв шкідливої соціальної поведінки, котра

проявляється у вигляді кусання хвоста, вух, бокових частин тіла, кінцівок, статевих органів з метою придушення своєї природної поведінки [20, с. 207–214; 21, с. 80] або є результатом фрустрації [10, с. 85; 22, с. 48]. Такі шкідливі оральні маніпуляції між свинями негативно впливають на їхнє здоров'я, навіть підвищують ризик інфекцій, ріст і благополуччя та призводять до значних економічних втрат для виробників [27, с. 104–110; 28, с. 14–16]. За результатами доступних нам літературних джерел в Україні, на жаль, з різноманітних на то причин відсутня статистика кількісного виразу шкідливих оральних маніпуляцій між свинями різних статевих вікових груп у розрізі ферм, господарств, промислових комплексів. А ось у країнах ЄС існує корпорація з питань здоров'я і благополуччя тварин за співпраці з Комісією щодо ризиків, пов'язаних з кусанням хвоста у свиней та можливих способів зменшення необхідності купірування хвоста з огляду на різні фактори, системи утримання та розведення тварин, котрими було зафіксовано наявність 30–70% проблем, пов'язаних з кусанням хвостів, вух між тваринами на різних комерційних фермах, при цьому фахівцями візуалізовано 1–5% свиней від загального поголів'я, у котрих виявлені пошкодження хвостів, що потребували додаткових ветеринарних витрат [17, с. 1–13].

Отже, шкідливі оральні маніпуляції є однією з найбільш поширених форм поведінки свиней у промислових умовах утримання, особливо у період дорощування. Оскільки цей етап розвитку тварин характеризується активним формуванням соціальної структури, адаптацією до умов групового утримання та змінами фізіологічного стану. Поява оральних маніпуляцій, таких як: кусання, жування, облизування та ссання, часто свідчить про наявність факторів, що викликають стрес або дискомфорт у свиней. Водночас позитивні оральні дії, спрямовані на взаємодію із середовищем (жування предметів, дослідження підстилки), є важливими для реалізації природної поведінки та зниження рівня агресивності та стресу [21, с. 78–84; 22, с. 148–150].

Основними факторами, що впливають на прояв оральних маніпуляцій, є щільність посадки, якість мікроклімату, доступ до корму та води, а також наявність об'єктів для дослідження [6, с. 215]. Недостатнє збагачення середовища, порушення годівлі або стресові ситуації можуть провокувати збільшення частоти негативних форм оральної поведінки [9, с. 74–80; 19, с. 235].

Нині дослідниками різних країн світу встановлено, що збагачувальні об'єкти для свиней поділяються на групи [10, с. 85]. Виділяють групу об'єктів для гризіння і жування свинями таких матеріалів, як: гумові або дерев'яні іграшки (без токсичного покриття); пресована солома, сіно в тюках або брикетах; міцні канати, мотузки і ланцюги, котрі підвішуються у приміщенні для утримання тварин; ротангові або джутові м'ячі, які добре підходять для жування; спеціальні гумові або пластикові гризунці, що дозволяють поросятим реалізувати природний інстинкт – жувати, знижують агресивну поведінку, попереджують прояви шкідливих оральних маніпуляцій, сприяють розвитку соціальної взаємодії між поросятами [6, с. 212; 28, с. 14–16]. Разом з тим, на думку А.В. Лихач, В.Я. Лихача, Р.В. Фаустова, А.А. Геті, І.М. Лесік [21, с. 78–82], щільні підлоги переважають у багатьох свинарських фермах, тому використання соломи чи сіна може виявляти значні складнощі у самосплавних системах каналізації.

Група об'єктів для риття свиней з такими матеріалами, як: насипні (солома, деревна стружка, торф, пісок, кокосова стружка), що створюють можливість ритися; масивні пластикові або гумові контейнери з кормом або сенсорними наповнювачами; модульні сенсорні платформи з різною текстурою для стимуляції нюху і тактильних відчуттів, дозволяє поросятим задовольнити природний інстинкт ритися, знижуючи стресове навантаження на організм і стереотипну поведінку [18, с. 330–334; 23, с. 825–830; 24, с. 106181].

Група інтерактивних годівниць і пристроїв для стимуляції годівлі: автоматичні годівниці з дозованою подачею корму, що активують локомоторну діяльність підсвинків; «scatter feeding», так звана розкидана годівля, що заохочує поросят до пошуку корму, ініціюючи дослідницьку поведінку; бункерні годівниці з регульованим доступом зменшують нудьгу, сум, апатію, знижуючи агресивність [6, с. 215; 10, с. 85].

Група динамічного середовища і змінні об'єкти: переміщення іграшок і ротація матеріалів раз на дві доби; почергове введення нових об'єктів для утримання зацікавленості поросят; підвішені або рухомі елементи (м'ячі, бочки, пластикові труби) запобігають звиканню до одного й того ж стимулу, знижують стрес і агресію стосовно один одного [6, с. 220; 8, с. 118; 10, с. 85].

Група водних і охолоджувальних пристроїв, особливо в умовах посушливих регіонів у спекотну пору року: розпилювачі води або душові системи; вологий підстилковий матеріал (торф, стружка, тирса), що зменшує перегрів тварин; охолоджувальні килимки або підлога у спекотний період підтримують комфортний мікроклімат і запобігають виникненню стресу через високу температуру [7, с. 179; 8, с. 52].

Група аудіо- і світлового збагачення: змінні режими освітлення (імітація добового циклу); приглушене світло перед сном допомагає поросятим краще відпочивати; відтворення спокійної музики або природних звуків позитивно впливає на стан поросят – зменшує рівень стресу, підвищує комфорт, поліпшує сон [7, с. 194; 8, с. 24; 10, с. 85].

У зв'язку з вище викладеним збагачення середовища для поросят на дорощуванні сприяє зменшенню стресу, запобігає негативним оральним маніпуляціям (кусанням хвостів, вух) і покращує загальне благополуччя тварин. Разом із тим для забезпечення збагачувальними об'єктами приміщення для утримання свиней варто комплексно застосовувати і комбінувати зазначені групи маніпулятивних об'єктів, що у результаті зменшить випадки канібалізму, агресії та сприятиме кращому росту й розвитку поросят. Наведена інформація має практичну зацікавленість і спонукала авторів до проведення експерименту.

Мета роботи. Метою цього дослідження була візуалізація маніпуляцій поросят на дорощуванні за різних видів збагачувальних об'єктів.

Матеріал і методи. Утримання тварин в експерименті повністю відповідало вимогам: організовано комфортні умови годівлі, напування, утримання, догляду, профілактики та лікування [2, с. 52] відповідно до європейського законодавства щодо захисту тварин та їхнього комфорту [14, с. 15–47] (Директива Ради 2008/120/ЄС «Про встановлення мінімальних стандартів захисту свиней» від 18 грудня 2008 року) [13, с. 5–13]) та Наказу Міністерства економіки України «Про затвердження Вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання» від 18 лютого 2021 року [5, п. 1–26].

Дослідження маніпуляцій свиней на дорощуванні за наявності збагачувальних об'єктів проведено на тваринах, де материнською формою є свиноматки великої білої породи, а батьківською – кнури РІС 337, які утримувалися в умовах свиногокомплексу ПОП «Вікторія» Баштанського району Миколаївської області.

Всіх піддослідних тварин розподілено по клітках (за принципом аналогів) [3, с. 96; 4, с. 20] за наявності збагачувального об'єкта по 88 голів у кожній (4 клітки): тварини утримувалися за використання мотузок; пластикових пляшок, наполовину наповнених зерном кукурудзи; купок паперу. Вік поросят на початок експерименту становив 28 днів. Годівля поросят усіх піддослідних груп була ідентичною згідно з деталізованими нормами годівлі з урахуванням фізіологічних особливостей тварин. Отже, у проведеному експерименті використано 3 збагачувальних об'єкти, що наведені на рис. 1: незмінна бавовняна мотузка-джут кручена з діаметром 16 мм (рис. 1a), що підвішувалася на огорожу клітки; пластикові пляшки об'ємом 1 літр на 50% заповнені зерном (рис. 1b) у кількості 4 одиниці на клітку, які ротувалися щотижня; пакувальний папір щільністю 80 г/м² (рис. 1c), що змикався у купку та змінювався 2 рази на добу.

Наведені збагачувальні об'єкти були надані піддослідним групам тварин вдень перед початком відеоспостереження (день 0), щоб переконатися, що всі свині звикли до такого об'єкта наступного ранку. Об'єкти 1b і 1c розміщували на підлозі у найчистішій частині станку, досить далеко від стін, щоб забезпечити всебічний доступ. Підвішений об'єкт (1a) розміщувався на огорожі клітки, щоб свині могли маніпулювати ним з усіх боків.

Поведінкові акти свиней на дорощуванні піддослідних груп відповідно до виду збагачувального об'єкта візуалізовано шляхом відеоспостереження за допомогою відеореєстраторів «Boblov KJ21» (із роздільною здатністю 1920×1080 (Full HD), що забезпечувало повний огляд об'єктів. Запис проводився з 8³⁰ ранку до 16³⁰ вечора за повноцінного світлового впливу, оскільки у темний час доби свині практично не маніпулюють збагачувальними об'єктами. Спостереження за поведінкою проводили за допомогою відеоаналізу, що зосереджений на маніпулятивній поведінці, котра визначалася як будь-яка спрямована дія на збагачувальний об'єкт, виконувалася навмисно і передбачала контакт поросят мордою, головою, кінцівками (штовхання, биття, тертя) або ротом (жування, кусання, тягання, розривання, трясіння). Визначали такі показники: частоту маніпуляцій (разів/год) – середня кількість контактів свиней зі збагачувальними об'єктами; час, витрачений на маніпуляції (хв/год), – загальна активність тварин у взаємодії з об'єктами. Дві маніпуляції вважали різними, якщо між ними було щонайменше чотири секунди [20, с. 205–216]. Поведінкова вибірка проводилася протягом чотирьох безперервних періодів часу по одній годині, рівномірно розподілених по всьому світловому періоду відповідно (9⁰⁰–10⁰⁰, 11⁰⁰–12⁰⁰, 13⁰⁰–14⁰⁰, 15⁰⁰–16⁰⁰).

Отримані дані щодо маніпуляцій свинями з досліджуваними об'єктами аналізували як фіксовані ефекти, а повторення – як випадкові ефекти. Множинні порівняння між об'єктами проводили з використанням поправок Тьюкі і t-критерію Стюдента з такими рівнями значущості: $P < 0,05$; 0,01 та 0,001 [1, с. 8]. Усі дані перевіряли на нормальний розподіл.

Виклад основного матеріалу дослідження. У результаті проведеного експерименту встановлено, що високу частоту маніпуляцій поросят на дорощуванні (рис. 2) мають пластикові пляшки, наповнені наполовину зерном.

Установлений факт пояснюється низкою причин, зокрема: наявністю звукового ефекту, особливо під час руху пластикових пляшок створюється відповідний звук, що привертає увагу поросят. Разом із тим



Рис. 1. Збагачувальні об'єкти, що використовувалися для свиней на дорощуванні

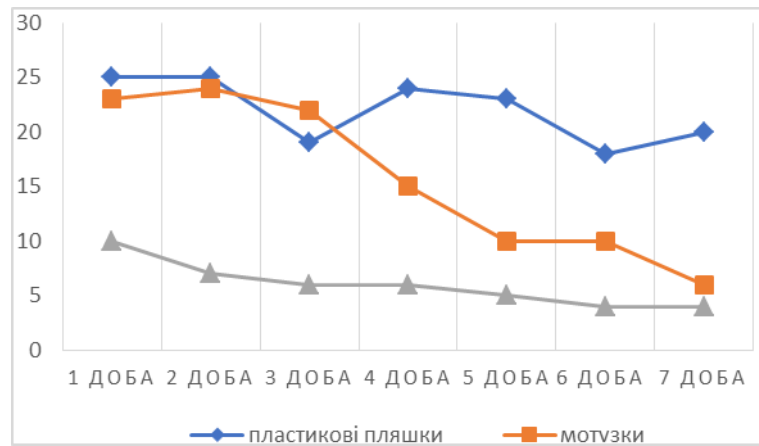


Рис. 2. Частота маніпуляцій поросят на дорошуванні за годину

наявність у пляшках зерна – джерела корму – породжує існування відповідного запаху, що мотивує поросят активно гратися з пляшкою, аби добути з неї зерно. Результати узгоджуються з дослідженнями [25, с. 42–56], які демонструють, що наявність кормового підкріплення суттєво продовжує взаємодію свиней зі збагачувальними об'єктами. Наступне – нестандартна форма пластикової пляшки, а тому остання може котитися чи рухатися хаотично, що, своєю чергою, ініціює дослідницьку поведінку молодяку свиней, стимулюючи їх до вивчення і взаємодії з об'єктом. Крім того, варто відзначити, що поросята на дорошуванні стосовно інших збагачувальних об'єктів концентрують свою увагу та виявляють зацікавленість до пластикових пляшок, наповнених зерном, набагато триваліше за часом. Проте у випадку деформації чи пошкодження пляшки і висипання зерна кукурудзи свині проявляють зниження інтересу до цього збагачувального об'єкта, котрий стає для них непривабливим.

Отже, встановлено, що частота маніпуляцій (рис. 2) залежала від збагачувального об'єкта ($P < 0,001$) і доби тижня ($P < 0,001$). Пластикові пляшки, наполовину наповнені зерном кукурудзи (рис. 3), були найбільш часто використовуваними збагачувальними об'єктами у поросят (у середньому 22,0 разів/год), з мотузками (рис. 4) маніпулювали експериментальні тварини у середньому 15,7 разів/год, а з купками паперу (рис. 5) – 6 разів/год відповідно.

Стосовно бавовняних мотузок, підвішених на огорожу клітки, то зафіксовано середню частоту маніпуляцій поросятами (15,7 разів/год), що пов'язано, за нашими спостереженнями, спершу виявленням природної поведінки, коли поросята можуть гризти, тягнути, кусати мотузку, що зрештою викликає у них тактильне задоволення. До того ж мотузку тварини залюбки використовують у групових іграх, що провокує соціальну взаємодію між ровесниками клітки. І наостанок, поросята з мотузкою, немов імітують процес риття зі спадаючими кінцями цього об'єкта, що ментально їх задовольняє і спричиняє навіть афективний стан.

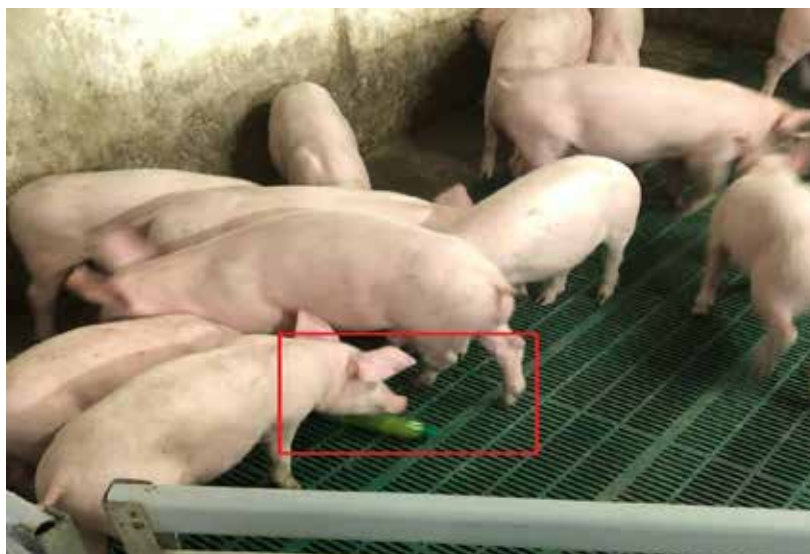


Рис. 3. Маніпуляції свиней на дорошуванні з пляшками, наполовину наповненими зерном

Примітка: червоним прямокутником виділено об'єкт маніпуляції свинями



Рис. 4. Маніпуляції свиней на дорощуванні з мотузками, підвішеними на огорожу клітки

Примітка: помаранчевим овалом виділено об'єкт маніпуляції свинями



Рис. 5. Маніпуляції свиней на дорощуванні з купками паперу

Примітка: жовтими кружечками виділено об'єкти маніпуляції свинями

Проте встановлено, що на 6–7-у добу спостережень поросята втрачають зацікавленість до такого об'єкта збагачення, оскільки свині або розгризли мотузку й вона перестає рухатися чи звисати у нерухомому стані, або вже звикли до неї.

У нашому дослідженні купки паперу, безумовно, відповідали критеріям маніпульованості та жування, свині активно взаємодіяли з об'єктом, але останній посилив дослідницьку поведінку свиней лише на короткий час, а тому цей збагачувальний матеріал у середньому мав низьку частоту маніпуляцій (6 разів/год), що узгоджується з результатами експериментів низки авторів [19, с. 235; 26, с. 52–58]. Чому так? Оскільки папір легко розривається, то і свині швидко подрібнюють його, що приносить їм лише короткочасне задоволення, далі тварини швидко втрачають до нього інтерес, що вірогідно прослідковується з 2-ї доби експерименту. Крім того, шурхіт, що виникає під час руйнування паперу свинями, також стимулює зацікавленість до такого об'єкта на короткий проміжок часу. Крім того, папір не має додаткової мотивації для поросят (відсутність запаху, їжі), спричиняє втрату інтересу до такого збагачувального об'єкта.

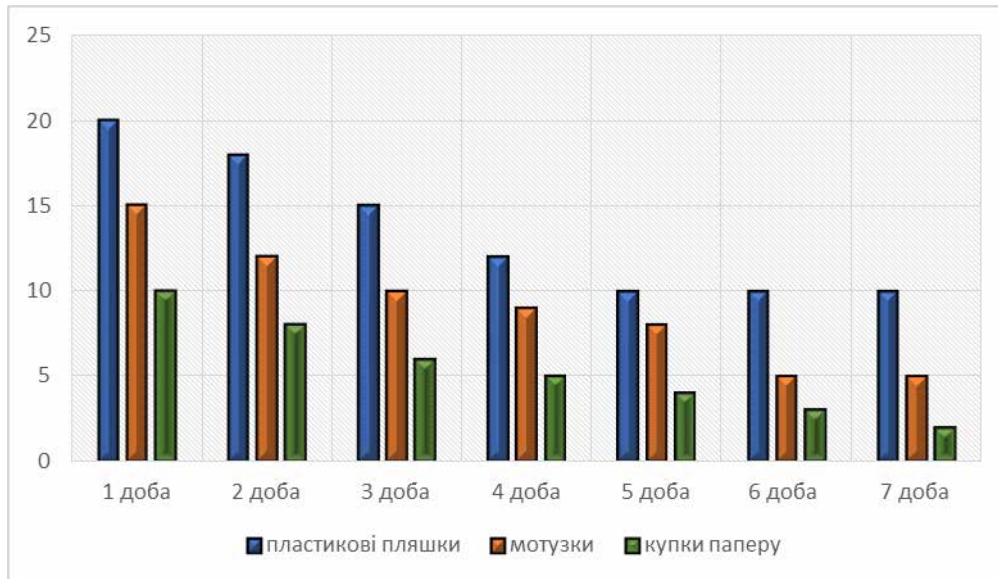


Рис. 6. Час, витрачений на маніпуляції свинями з об'єктами, хв/год

Наступне завдання – визначити час, що витрачений на маніпуляції свинями зі збагачувальними об'єктами за годину дослідження. Дані експерименту довели (рис. 6), що свині, котрі маніпулювали із пластиковими пляшками, наполовину наповненими зерном, вірогідно ($P < 0,05$) більше витрачали часу на такий вид об'єкта у перші дві доби дослідження порівняно з мотузками і купками паперу. Варто відзначити, що зниження часу на маніпуляції тваринами з об'єктом відбувалося поступово до 4-ї доби дослідження, а в 5–7-у добу трималося стабільно зі значенням 10 хв/год.

Стосовно мотузок, то слід зазначити, що свині витрачали на взаємодію з таким видом об'єкта вірогідно більше ($P < 0,05$) часу за годину дослідження, ніж аналогії на купки паперу. Відзначаємо, що щоденно починаючи з першої доби експерименту свині зменшували час на маніпуляції з мотузками, а з 6-ї до 7-ї доби час на взаємодію із таким збагачувальним об'єктом не змінювався і становив 5 хв/год. Дослідженнями французьких учених [9, с. 74–84] встановлено, що однією з характеристик, яка мала значний вплив на те, скільки часу свині витрачали на маніпуляції з об'єктами, є їхнє підвищення. Об'єкти, представлені таким чином, більш помітні і менш схильні до забруднення [6, с. 214; 22, с. 146–150], що узгоджується з нашими дослідженнями.

Дослідженнями доведено, що свині на дорошуванні найменше часу відводили на купки паперу, хоча їхні маніпулятивні дії були набагато активнішими порівняно з мотузками і пляшками. Дослідженнями встановлено [15, с. 390–392; 18, с. 330–334], що об'єктом можна маніпулювати активніше та енергійніше, якщо його подають скупчено. Зниження часу на взаємодію з купками паперу пов'язано, як показали дослідження, з процесом деформації паперу під час активної маніпуляції поросятами. Зафіксовано, що з кожною добою експерименту часу тваринами на контакт із купками паперу витрачалося менше: з 1-ї по 3-ю добу – на 2 хв, а з 4-ї по 7-у добу включно – по 1 хв. Разом із тим, на думку низки дослідників [26, с. 52], жування є однією з високопріоритетних поведінок свиней, і нестача жувального матеріалу розглядається як можлива причина шкідливих оральних маніпуляцій між свинями, коли вони перебувають у середовищі без збагачувальних матеріалів.

Разом з тим нами підраховано середню тривалість маніпуляцій зі збагачувальними об'єктами за добу (рис. 7). Візуалізовано, що середня тривалість взаємодії поросят з об'єктом за добу для пляшок, наполовину заповнених зерном, становила 3,5 год, для мотузок, підвішених на огорожу клітки, – 2 год, для купок паперу – 30 хв. Відповідно, за період експерименту загальний час маніпуляцій становив для пляшок, наполовину заповнених зерном, 24,5 год, для мотузок, підвішених на огорожу клітки, – 14 год, для купок паперу – 2,10 год, загальна кількість взаємодій поросятами на дорошуванні зі збагачувальними об'єктами, незалежно від їх виду, становила 41 год.

Висновки. На підставі проведених досліджень встановлено, що найбільш привабливим збагачувальним об'єктом є пластикові пляшки, наполовину наповнені зерном, що пояснюється звуковими стимулами та наявністю кормового підкріплення, і підтримують інтерес свиней впродовж усього експерименту, забезпечуючи до 3,5 години маніпуляцій за добу. Мотузка, підвішена на огорожу, також викликає значний інтерес, однак активність поступово знижується, оскільки цей об'єкт не містить кормових стимулів. Зім'ятий папір у вигляді купок є найменш ефективним, оскільки швидко втрачає новизну та сенсорну привабливість, хоча активність взаємодій поросятами висока. Загальний час маніпуляцій свиней із досліджуваними об'єктами становить 41 год/тиждень.

Перспективи досліджень. Отримані результати можуть бути використані для розробки оптимальних стратегій збагачення середовища свиней на дорошуванні. Проведені дослідження слугують основою для наступних експериментів стосовно визначення шкідливих оральних маніпуляцій.

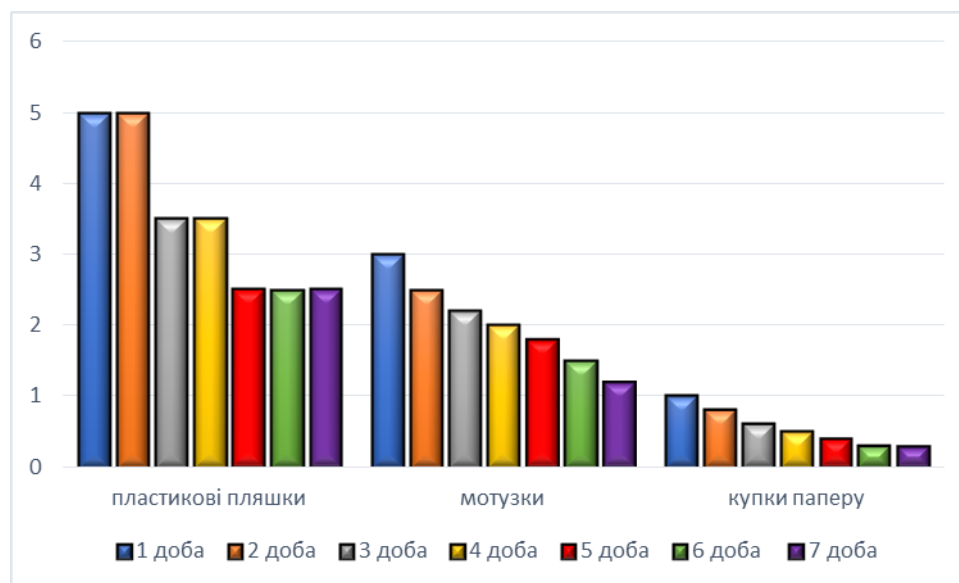


Рис. 7. Середня тривалість маніпуляцій свиней на дорощуванні з об'єктами, год/добу

Список використаних джерел

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С.С. Крамаренко, С.І. Луговий, А.В. Лихач, О.С. Крамаренко. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування Свилярські підприємства (комплекс, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. Київ : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf.
3. Ладика В.І., Хмельничий Л.М., Повод М.Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : підручник для аспірантів. Одеса : Олді+, 2023. 244 с.
4. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І.І. Ібатуліна і О.М. Жукорського. Київ, 2017. 328 с.
5. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання». Зареєстрований від 18.02.2021 Міністерством юстиції України № 206/35828.
6. Підвищення ефективності промислового виробництва свинини на основі використання етологічних факторів : монографія / В.Я. Лихач, А.В. Лихач. Миколаїв : Іліон, 2023. 422 с.
7. Технологія виробництва продукції свилярства : навчальний посібник. / М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жишка, В. Нечмілов та ін. ; за ред. М.Г. Повода. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.
8. Технологічні інновації у свилярстві : монографія. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2020. 290 с.
9. Averós X., Brossard L., Dourmad J.-Y., de Greef K.H., Edge H.L., Edwards S.A., Meunier-Salaün M.-C. A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 2010. Vol. 127. P. 73–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.010>.
10. Beaudoin J.-M., Bergeron R., Devillers N., Laforest J.-P. Growing Pigs' Interest in Enrichment Objects with Different Characteristics and Cleanliness. *Animals*, 2019. Vol. 9(3). P. 85. <https://doi.org/10.3390/ani9030085>.
11. Bracke M.B.M. Chains as proper enrichment for intensively-farmed pigs? / Editor(s): Marek Špinka, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Advances in Pig Welfare. Woodhead Publishing, 2018. P. 167–197. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00005-8>.
12. Bracke M.B.M. Multifactorial testing of enrichment criteria: Pigs 'demand' hygiene and destructibility more than sound. *Applied Animal Behaviour Science*, 2007. Vol. 107 (3–4). P. 218–232. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.10.001>.
13. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009, 5–13.
14. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010, 15–47.
15. Courboulay V. Comment l'apport d'objets manipulables en hauteur et au sol influence-t-il l'activité des porcs charcutiers logés sur caillebotis intégral. *Journées Recherche Porcine*, 2004. Vol. 36. P. 389–394.
16. De Jong I.C., Prolle I.T., Van de Burgwal J.A., Lambooij E., Korte S.M., Blokhuis H.J., Koolhaas J.M. Effect of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning and memory and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiology and Behavior*, 2000. Vol. 68(4). P. 571–578. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00212-7).
17. EFSA. Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *Efsa Journal*, 2007. № 611. P. 1–13. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.611>.
18. Elkmann A., Hoy S. Frequency of occupation with different simultaneously offered devices by fattening pigs kept in pens with or without straw. *Livestock Science*, 2009. Vol. 124. P. 330–334. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.12.008>.

- 19.Fàbrega E., Marcet-Rius M., Vidal R., Escribano D., Cerón J. J., Manteca X., Velarde A. The effects of environmental enrichment on the physiology, behaviour, productivity and meat quality of pigs raised in a hot climate. *Animals*, 2019. Vol. 9(5). P. 235. <https://doi.org/10.3390/ani9050235>.
- 20.Gifford A.K., Cloutier S., Newberry R.C. Objects as enrichment: Effects of object exposure time and delay interval on object recognition memory of the domestic pig. *Applied Animal Behaviour Science*, 2007. Vol. 107. P. 206–217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2006.10.019>.
- 21.Lykhach A., Lykhach V., Faustov R., Getya A., Lesik I. Influence of enrichment materials on the behaviour and productive traits of fattening pigs. *Acta fytotechn zootechn*, 2022. Vol. 25(2). P. 77–84. <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.02.77-84>.
- 22.Lykhach A.V., Lykhach V.Y., Shpetny M.B., Mykhalko O.H., Zhyzhka S.V. Influence of toys on behavioural patterns of pigs and their association with the concentration of serotonin in blood plasma. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2020. Vol. 11(1). P. 146–150. <https://doi.org/10.15421/022022>.
- 23.Scollo A., Martino G.D., Bonfanti L., Stefani A.L., Schiavon E., Marangon S., Gottardo F. Tail docking and the rearing of heavy pigs: the role played by gender and the presence of straw in the control of tail biting blood parameters, behaviour and skin lesions. *Veterinary Science Research Journal*, 2013. Vol. 95(2). P. 825–830. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.06.019>.
- 24.Smith K.C., Pierdon M.K. Utilization of enrichment objects by growing pigs in a commercial facility and the impact on behavior and skin lesions. *Applied Animal Behaviour Science*, 2024. Vol. 272. P. 106181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106181>.
- 25.Studnitz M., Jensen K.H., Jorgensen E. The effect of nose ringing on the exploratory behavior of outdoor gilts exposed to different tests. *Applied Animal Behavior Science*, 2003. Vol. 84(1). P. 41–57. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00144-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00144-8).
- 26.Telkänranta H., Bracke M.B.M., Valros A. Fresh wood reduces tail and ear biting and increases exploratory behaviour in finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 2014. Vol. 161. P. 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.007>.
- 27.Van de Weerd H.A., Docking C.M., Day J.E.L., Avery P.J., Edwards S.A. A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behavior of Science*, 2003. Vol. 84. P. 101–118. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00150-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00150-3).
- 28.Velarde A., Fàbrega E., Blanco-Penedo I., Dalmau A. Animal welfare towards sustainability in pork meat production. *Meat Science*, 2015. Vol. 109. P. 13–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.010>.

Chentsov M. M.

Postgraduate Student of the third year of study,
Department of Animal Biology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: m.chentsov@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0003-1293-1657

Lykhach A. V.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Animal Biology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: avlykhach@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0472-6162

MANIPULATION OF PIGS IN GROWING WITH ENRICHMENT OBJECTS

Abstract

Environmental enrichment in pig production is an important tool for improving animal welfare and preventing the development of stereotypical behaviour. The lack of opportunity to realize natural exploratory activity in industrial conditions can lead to stress, aggression and deterioration of pig performance. In this study we visualized the manipulations of growing pigs using three different enrichment objects: plastic bottles half-filled with grain, ropes suspended from the cage fence, and piles of paper. The assessment of manipulative behavior was based on the analysis of the frequency of interaction with the objects (times/hour), the average duration of manipulation with the object (h/day), and the time spent on manipulation (in min/hour).

The study of manipulations of pigs in growing up in the presence of enrichment objects was conducted on animals where the maternal form is sows of Large White breed, and the paternal form is boars PIC 337, which were kept in the conditions of the pig complex of the private enterprise “Victoriya” of Bashtanka district, Mykolayiv region. All experimental animals were distributed into cages (according to the principle of analogs) with 88 heads in each (4 cages). The study was based on the data of the experiment and the dynamics of animal behaviour for 7 days.

The results show that plastic grain bottles cause the highest level of behavioral activity. The frequency of manipulation with this object is on average 22 times/hour; the average duration of manipulation per day is 3.5 hours, and the average time of manipulation per hour is 13.6 minutes. Ropes are of somewhat less interest: 15.7 manipulations/hour; the average duration of interaction is 2 hours/day, and the average time of activity is 9.1 minutes/hour. The lowest level of behavioural activity was recorded for piles of paper, with which pigs come into contact an average of 6 times/hour, with an average interaction duration of 30 minutes/day, which is associated with rapid deformation of the paper due to chewing. The highest level of activity in interaction with enrichment objects was observed

in the first two days after the introduction of new objects, with a gradual decrease in subsequent days. In the case of plastic bottles with grain, behavioural activity remained stable throughout the study period, which is explained by the presence of a food stimulus. The ropes gradually lost their attractiveness, and the paper quickly lost interest after the first day due to its destruction.

The obtained results confirm the importance of using enrichment objects to stimulate the natural activity of pigs in industrial conditions. The use of plastic bottles with grain is the most effective way to engage animals in manipulative behaviour, which obviously contributes to reducing stress and improving the overall welfare of pigs. The results of this experiment can be used for further research and development of strategies for enriching the environment at pig farms.

Key words: pigs, growing, behaviour, enrichment object, welfare, interacting with the object.

References

1. Kramarenko, S.S., Lugovoy, S.I., Lykhach, A.V., & Kramarenko, O.S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]*. Mykolayiv: MNAU, 211 [in Ukrainian].
2. *Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Svnarski pidpryemstva (kompleksy, fermi, mali fermi), VNTP-APK – 02.05.* (2005). [Departmental norms of technological design Pig enterprises (complexes, farms, small farms), VNTP-APK – 02.05]. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy, 98. Retrieved from: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svnarski-pidpryemstva-VNTP-APK-02.05.pdf [in Ukrainian].
3. Ladyka, V.I., Khmelnychiy, L.M., & Povod, M.H. (2023). *Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktysii tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv. [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for postgraduate students]*. Odesa: Oldi+. 244 p. [in Ukrainian].
4. *Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen v tvarynnystvi: posibnyk (2017) [Methodology and organisation of scientific research in animal husbandry: textbook] / za red. I.I. Ibatulina i O.M. Zhukorskoho.* Kyiv. 328 p. [in Ukrainian].
5. Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta sil's'koho hospodarstva Ukrayiny. (2021) № 224 «Pro zatverdzhennya vymoh do blahopoluchchya sil's'kohospodars'kykh tvaryn pid chas yikh utrymannya» [On Approval of Requirements for the Welfare of Farm Animals During Their Keeping]. Zareyestrovany vid 18.02.2021 Ministerstvom yustytysii Ukrayiny № 206/35828 [in Ukrainian].
6. *Pidvyshchennya efektyvnosti promysloвого vyrobnytstva svynyny na osnovi vykorystannya etolohichnykh faktoriv: monohrafiya (2023). [Improving the efficiency of industrial pork production through the use of ethological factors: monograph]. / V.Ya. Lykhach & A.V. Lykhach.* Mykolayiv: Ilion. 422 p. [in Ukrainian].
7. *Tekhnolohiya vyrobnytstva produktysii svynarstva: navchalnyi posibnyk (2021). [Technology of production of pig products: a textbook]. / M. Povod, O. Bondarska, V. Lykhach, S. Zhyska, V. Nechmilov ta in.; za red. M.H. Povoda.* Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO. 360 p. [in Ukrainian].
8. *Tekhnolohichni innovatsiyi v svynarstvi: monohrafiya [Technological innovations in pig production: a monograph]. / V.Ya. Lykhach, A.V. Lykhach.* Kyiv: FOP Yamchynskyi O.V. 2020. 290 p. [in Ukrainian].
9. Averós, X., Brossard, L., Dourmad, J.-Y., de Greef, K.H., Edge, H.L., Edwards, S.A., & Meunier-Salaün, M.-C. (2010). A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 127, 73–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.010> [in English].
10. Beaudoin, J.-M., Bergeron, R., Devillers, N., & Laforest, J.-P. (2019). Growing Pigs' Interest in Enrichment Objects with Different Characteristics and Cleanliness. *Animals*, 9(3), 85. <https://doi.org/10.3390/ani9030085> [in English].
11. Bracke, M.B.M. (2018). Chains as proper enrichment for intensively-farmed pigs? / Editor(s): Marek Špinka, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, *Advances in Pig Welfare*. Woodhead Publishing, 167–197. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00005-8> [in English].
12. Bracke, M.B.M. (2007). Multifactorial testing of enrichment criteria: Pigs 'demand' hygiene and destructibility more than sound. *Applied Animal Behaviour Science*, 107 (3–4), 218–232. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.10.001> [in English].
13. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009, 5–13 [in English].
14. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010, 15–47 [in English].
15. Courboulay, V. (2004). Comment l'apport d'objets manipulables en hauteur et au sol influence-t-il l'activité des porcs charcutiers logés sur caillebotis intégral [How does the provision of manipulable objects at height and on the ground influence the activity of pigs housed on full slatted floors?]. *Journées Recherche Porcine*, 36, 389–394 [in French].
16. De Jong, I.C., Prelle, I.T., Van de Burgwal, J.A., Lambooi, E., Korte, S.M., Blokhuis, H.J. & Koolhaas, J.M. (2000). Effect of environmental enrichment on behavioral responses to novelty, learning and memory and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiology and Behavior*, 68(4), 571–578. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(99\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(99)00212-7) [in English].
17. EFSA (2007). Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *Efsa Journal*, 611:1–13. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.611> [in English].
18. Elkmann, A., & Hoy, S. (2009). Frequency of occupation with different simultaneously offered devices by fattening pigs kept in pens with or without straw. *Livestock Science*, 124, 330–334. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.12.008> [in English].
19. Fàbrega, E., Marcet-Rius, M., Vidal, R., Escibano, D., Cerón, J.J., Manteca, X., & Velarde, A. (2019). The effects of environmental enrichment on the physiology, behaviour, productivity and meat quality of pigs raised in a hot climate. *Animals*, 9(5), 235. <https://doi.org/10.3390/ani9050235> [in English].
20. Gifford, A.K., Cloutier, S., & Newberry, R.C. (2007). Objects as enrichment: Effects of object exposure time and delay interval on object recognition memory of the domestic pig. *Applied Animal Behaviour Science*, 107, 206–217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2006.10.019> [in English].
21. Lykhach, A., Lykhach, V., Faustov, R., Getya, A., & Lesik, I. (2022). Influence of enrichment materials on the behaviour and productive traits of fattening pigs. *Acta fytotechn zootechn*, 25(2), 77–84. <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.02.77-84> [in English].

22. Lykhach, A.V., Lykhach, V.Y., Shpetny, M.B., Mykhalko, O.H., & Zhyzhka, S.V. (2020). Influence of toys on behavioural patterns of pigs and their association with the concentration of serotonin in blood plasma. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(1), 146–150. <https://doi.org/10.15421/022022> [in English].
23. Scollo, A., Martino, G.D., Bonfanti, L., Stefani, A.L., Schiavon, E., Marangon, S., & Gottardo, F. (2013). Tail docking and the rearing of heavy pigs: the role played by gender and the presence of straw in the control of tail biting blood parameters, behaviour and skin lesions. *Veterinary Science Research Journal*, 95(2), 825–830. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.06.019> [in English].
24. Smith, K.C., & Pierdon, M.K. (2024). Utilization of enrichment objects by growing pigs in a commercial facility and the impact on behavior and skin lesions. *Applied Animal Behaviour Science*, 272, 106181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106181> [in English].
25. Studnitz, M., Jensen, K.H., & Jorgensen, E. (2003). The effect of nose ringing on the exploratory behavior of outdoor gilts exposed to different tests. *Applied Animal Behavior Science*, 84(1), 41–57. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00144-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00144-8) [in English].
26. Telkänranta, H., Bracke, M.B.M., & Valros, A. (2014). Fresh wood reduces tail and ear biting and increases exploratory behaviour in finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 161, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.007> [in English].
27. Van de Weerd, H.A., Docking, C.M., Day, J.E.L., Avery, P.J., & Edwards, S.A. (2003). A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behavior of Science*, 84, 101–118. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00150-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00150-3) [in English].
28. Velarde, A., Fàbrega, E., Blanco-Penedo, I. & Dalmau, A. (2015). Animal welfare towards sustainability in pork meat production. *Meat Science*, 109, 13–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.010> [in English].

УДК 633.854.78:631.51

Шевченко С. М.

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: shevchenko.s.m@dsau.dp.ua
ORCID: 0000-0002-1666-3672

Шевченко М. С.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач лабораторії землеробства та родючості ґрунтів,
Державна установа «Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України»
Дніпро, Україна
E-mail: m.s.shevchenko@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6779-0292

Деревенець-Шевченко К. А.

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник лабораторії захисту рослин,
Державна установа «Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України»
Дніпро, Україна
E-mail: katia_derevenets@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0469-0972

Козечко В. І.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: kozechko.v.i@dsau.dp.ua
ORCID: 0000-0002-3843-3093

Заверталюк О. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: zavertaliuk.o.v@dsau.dp.ua
ORCID: 0000-0003-3889-7215

**ВПЛИВ СИСТЕМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ
НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ****Анотація**

Сучасне землеробство спрямоване на адаптивне використання ресурсів і впровадження інноваційних агротехнологій, зокрема ефективного використання гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно. Актуальність дослідження зумовлена низькою конкурентоспроможністю кукурудзи у забур'яненних агроценозах, що зумовлює значні втрати врожаю. Мета роботи – визначення ефективності використання гербіцидів та їх комбінацій для зниження забур'яненості посівів кукурудзи у Степовій зоні України. У 2019–2021 рр. було проведено двофакторний польовий дослід на чорноземах Степової зони. Фактор А передбачав внесення гліфосату (2000 г/га) у формі калійної солі, а фактор В – застосування страхових гербіцидів, таких як нікосульфурон (50 г/га) і його комбінацій з тифен-сульфурон метилом (10 г/га), дикамбою (150 г/га), 2,4 Д (450 г/га) та флорасуламом (5 г/га). Забур'яненість визначали на різних етапах вегетації кукурудзи. Результати досліджень показали, що застосування гербіцидів знижувало чисельність багаторічних бур'янів на 60–75%, а однорічних – на 15–18%. Найефективнішими виявилися комбінації нікосульфурону (40 г/га) з 2,4 Д і флорасуламом, що зменшували кількість одно-

річних бур'янів на 91%. Перед збиранням урожаю у варіанті з використанням загальновинищувального гербіциду кількість бур'янів була значно меншою (9,9 шт./м² однорічних і 0,9 шт./м² багаторічних) порівняно з контролем (119,1 шт./м² і 19,7 шт./м² відповідно). Висновки свідчать, що використання адаптивних систем обробітку ґрунту та гербіцидів значно підвищує фітосанітарний стан посівів кукурудзи, забезпечуючи скорочення енергетичних витрат і відновлення родючості ґрунтів. Отримані результати можуть слугувати науковим підґрунтям для оптимізації гербіцидного захисту кукурудзи в умовах Степової зони України.

Ключові слова: землеробство, агроценоз, технологія, гербіцидний захист, забур'яненість, продуктивність.

Вступ. Сучасне землеробство основним своїм завданням передбачає створення адаптивних режимів використання ресурсів та впровадження агротехнологій за рахунок засобів виробництва нового покоління, в тому числі значна роль у цьому процесі належить створенню хімічної та технологічної бази ефективного використання гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно [1; 2; 6].

Захист посівів кукурудзи на основі комплексу агротехнічних та хімічних засобів контролювання бур'янів є особливо важливим елементом адаптивного землеробства, оскільки кукурудза відрізняється недостатньою біологічною конкурентоздатністю у разі забур'яненості агроценозів, що, як правило, призводить до значних втрат урожаю зерна [4; 5; 9].

Серед учених існує одна думка про те, що система контролювання бур'янів є дуже складною, неоднорідною і потребує розподілу акцентів щодо значення окремих організаційних, системних, агротехнологічних та хімічних способів підтримки високої якості фітосанітарного стану посівів кукурудзи на зерно [7; 10; 11].

Мета роботи. Головними критеріями утримання фітосанітарного стану посівів з точки зору зниження забур'яненості та викорінення найбільш шкочинних видів бур'янів є необхідність добору фітотоксичного спектра гербіцидів, які найбільше впливають на рослини бур'янів різного ступеня резистентності та чутливості до діючої речовини у разі різних ґрунтово-кліматичних умов та гідротермічної ситуації окремих років у вирощуванні кукурудзи на зерно.

Адаптивний принцип добору гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно є головним напрямом забезпечення підвищення продуктивності сучасних короткоротаційних сівозмін на базі мінімізації основного обробітку ґрунту, попередження розвитку ерозії, скорочення енергетичних витрат та відновлення родючості ґрунтів.

Для одержання достовірних наукових даних, розробки ефективних рекомендацій використання системних гербіцидів у агроценозі кукурудзи на зерно у 2019–2021 рр. у польових умовах Північного Степу України на чорноземі звичайному малогумусовому середньосуглинковому із вмістом гумусу в орному шарі 3,8% та щорічною кількістю опадів 425 мм був проведений двофакторний дослід [8].

Принципова схема двофакторного дослідження була представлена фактором А – внесення загальновинищувального гербіциду на основі діючої речовини гліфосату (2000 г/га) у формі калійної солі. Фактор А включав 2 варіанти: 1) контроль без застосування гербіциду; 2) використання гербіциду в нормі 4 л/га. Внесення препарату проводили по вегетуючих бур'янах у системі догляду за чорним паром у трипільній ланці сівозміни: чорний пар – пшениця озима – кукурудза на зерно.

Фактор В передбачав обприскування страховими препаратами у фазі розвитку кукурудзи 4–5 листків: 1) нікосульфурон (50 г/га), 2) нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га); 3) нікосульфурон (40 г/га) + дикамба (150 г/га), 4) нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га); 5) нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га). Препарати вносили з поверхнево-активною речовиною Тренд 90 (300 г/га) (табл. 1).

Таблиця 1. Схема двофакторного дослідження [8]

Без використання загальновинищувального гербіциду	З використанням загальновинищувального гербіциду
без страхового гербіциду (контроль)	без страхового гербіциду (контроль)
нікосульфурон (50 г/га)	нікосульфурон (50 г/га)
нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га)	нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га)
нікосульфурон (40 г/га) + дикамба (150 г/га)	нікосульфурон (40 г/га) + дикамба (150 г/га)
нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га)	нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га)
нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га).	нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га).

Ступінь забур'яненості протягом вегетаційного періоду визначали в критичні строки конкурентних відносин в агроценозі кукурудзи – у фазі ВВСН 14–15 перед внесенням страхових гербіцидів, через 15 діб після обприскування, через 45 діб після обприскування та перед збиранням зерна кукурудзи.

Система основного обробітку ґрунту базувалася на принципах мінімізації, які передбачали зменшення глибини і частоти обробітків ґрунту, що передбачало використання таких агрегатів, як дискова борона «Солоха», на глибину 10–12 см у два сліди після збирання пшениці озимої, ранньовесняного вирівнювання ґрунту і закриття

вологи та передпосівної культивування на глибину заробки насіння кукурудзи 5–7 см культиватором Polaris 6 Premium. У досліді висівали апробований у зоні Північного Степу середньоранній гібрид кукурудзи ДН Астра (ФАО 270) – оригіналь ДУ Інститут зернових культур НААН України [3; 6; 8].

Виклад основного матеріалу дослідження. В результаті проведених досліджень було встановлено, що гербіциди та їхні сумішки проявили досить високу технічну ефективність проти всіх видів бур'янів, які були виявлені в комплексі фітоценозу степового екотипу (табл. 2).

Ступінь забур'яненості посівів кукурудзи на зерно виявився досить високим і характеризувався наявністю в агроценозі 95,3–109,0 шт./м² малорічних бур'янів та 8,1–19,2 шт./м² багаторічних, які фіксувалися в агроценозі перед внесенням страхових гербіцидів у фазі 4–5 листків культури. Високоєфективним способом контролювання забур'яненості багаторічних видів виявилось застосування діючої речовини гліфосату (2000 г/га) у формі калійної солі у системі догляду за чорним паром, яке забезпечило зниження чисельності багаторічних бур'янів на 60–75%, тоді як біологічна група малорічних видів значно слабкіше реагувала на внесення загальновинищувального гербіциду і знижувалася чисельність їх на 15–18%. В цьому випадку агроценоз стійкість малорічних бур'янів проявилася не внаслідок зниження фітотоксичності гербіцидів, а в результаті зміщення строків проведення обприскування стосовно фаз розвитку малорічників.

Таблиця 2. Залежність ступеня забур'яненості посівів кукурудзи від фітотоксичності гербіцидів, шт./м² (середнє за 2019–2021 рр.) [8]

Фактор А	Фактор В	Кількість бур'янів							
		до внесення гербіцидів		15 діб після обприскування		45 діб після обприскування		повна стиглість зерна	
		одно-річні	багато-річні	одно-річні	багато-річні	одно-річні	багато-річні	одно-річні	багато-річні
БГ* контроль	БГ контроль	99,8	17,0	103,1	19,1	117,1	19,2	119,1	19,7
	Н	98,7	17,3	24,3	9,9	15,8	5,9	17,1	6,1
	Н+Т	104,3	19,2	29,8	9,8	16,1	5,8	17,9	6,1
	Н+Д	100,1	18,4	21,3	9,1	12,2	4,9	16,8	5,9
	Н+2,4Д+Ф	109,0	17,3	24,0	8,3	7,9	3,8	16,0	4,9
	Н+Т+2,4Д+Ф	104,1	18,0	20,1	8,2	6,1	3,8	12,2	4,8
ЗВГ	БГ контроль	101,2	8,1	111,2	12,3	118,0	9,9	124,2	6,1
	Н	96,1	9,8	18,7	5,9	11,9	3,9	17,0	3,8
	Н+Т	95,3	9,9	18,4	4,8	12,3	2,9	14,1	2,9
	Н+Д	100,0	9,2	15,0	5,7	0,0	2,0	12,3	1,9
	Н+2,4Д+Ф	104,1	8,1	11,1	3,9	0,0	0,5	11,0	1,0
	Н+Т+2,4Д+Ф	99,8	9,3	8,7	3,8	0,0	0,5	9,9	0,9
НР ₀₅ , шт./м ²	фактор А	3,1	1,4	2,1	2,2	2,4	2,4	2,9	1,1
	фактор В	4,0	2,1	3,4	2,1	2,9	2,9	3,1	1,6
	взаємодія АВ	4,5	2,3	4,4	2,7	3,2	3,2	3,4	1,9

*Примітка: БГ – контроль без гербіцидів, ЗВГ – загальновинищувальний гербіцид, Н – нікосульфурон (50 г/га), Н+Т – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га); Н+Д – нікосульфурон (40 г/га) + дикамба (150 г/га), 4) Н+2,4Д+Ф – нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га); Н+Т+2,4Д+Ф – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га).

Динаміка формування ступеня забур'яненості малорічними та багаторічними видами бур'янів значною мірою залежала як від застосування загальновинищувального гербіциду, так і препаратів страхового призначення. Цей факт підтверджується спостереженнями за ступенем забур'яненості під час проведення обліків через 15 діб після застосування страхових препаратів. Так, у дослідних варіантах без застосування загальновинищувального гербіциду кількість однорічних бур'янів знижувалася на 76% у разі застосування нікосульфурон (50 г/га), на 82% – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га), на 85% – нікосульфурон (40 г/га) + дикамба (150 г/га), на 91% – нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га), на 91% – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га). Резистентність багаторічних бур'янів була вищою порівняно з малорічниками, про що свідчить менш активний ступінь зниження забур'яненості, що становив від 55–65% [8].

Технологічне поєднання гербіциду загальновинищувальної дії та страхових препаратів у посівах кукурудзи на зерно до 15-ї доби обліків за сумарною фітотоксичною дією забезпечувало краще контролювання бур'янів як малорічної, так і багаторічної біологічної групи. Ступінь забур'яненості був нижчим на 25–32% на всіх дослідних варіантах порівняно з варіантами, де не вносилися загальновинищувальний гербіцид.

Висока ефективність гербіцидів підтримувалася впродовж 45 діб від строків початку обприскування посівів кукурудзи на зерно і фактично не зменшувалася до моменту завершення вегетації кукурудзи і досягнення повної стиглості зерна.

Базове контролювання бур'янів за допомогою загальновинищувального гербіциду забезпечувало створення ефективного протибур'яневого бар'єру, що в поєднанні з обприскуванням вегетуючих рослин кукурудзи сприяло суттєвому зростанню біологічної ефективності комплексу препаратів. Серед гербіцидів за ефективністю насамперед виділялися такі діючі речовини, як нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га) та нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га). Залишкова кількість бур'янів у посівах кукурудзи під час повної стиглості зерна у цьому випадку становила малорічних бур'янів від 9,9 до 11,0 шт./м², багаторічних – 0,9–1,0 шт./м².

Для об'єктивної оцінки шкодочинності бур'янів, їх конкурентного впливу на культуру проведення розрахунків водоспоживання, прогнозування втрат урожайності надзвичайно важливим компонентом фітоценозу бур'янів є показник їх повітряно-сухої маси, яка формується протягом вегетації кукурудзи.

Використання цієї характеристики фітоценозу бур'янів дає можливість запобігти значним помилкам в оцінці ефективності агротехнічних та хімічних засобів контролювання забур'яненості. Здебільшого кількісна оцінка щільності фітоценозу бур'янів може призводити до грубих помилок і зниження достовірності результатів досліджень.

Облік повітряно-сухої маси бур'янів у досліді проводили після повної стиглості зерна кукурудзи. Як видно з таблиці 3, максимальні показники повітряно-сухої маси бур'янів формувалися на контрольному варіанті без застосування загальновинищувального та страхових гербіцидів, де показники досягали величини у середньому за роки дослідження 267,2 г/м². На фоні використання загальновинищувального гербіциду і без застосування страхових препаратів повітряно-суха маса бур'янів становила 226,7 г/м², що було нижче на 15,4% порівняно з абсолютним контролем.

Таблиця 3. Залежність повітряно-сухої маси бур'янів від ефективності різноспектрових гербіцидів, г/м² (середнє за 2019–2021 рр.) [8]

Фактор А	Фактор В	Біологічна група бур'янів		Всього
		однорічні	багаторічні	
БГ* (контроль)	БГ (контроль)	205,7	61,5	267,2
	Н	32,0	9,5	41,5
	Н+Г	21,1	6,3	27,4
	Н+Д	14,6	4,4	19,0
	Н+2,4Д+Ф	11,6	3,5	15,1
	Н+Г+2,4Д+Ф	7,9	2,3	10,2
ЗВГ	БГ (контроль)	174,6	52,1	226,7
	Н	25,9	7,8	33,7
	Н+Г	14,4	4,3	18,7
	Н+Д	9,3	2,8	12,1
	Н+2,4Д+Ф	3,5	1,0	4,5
	Н+Г+2,4Д+Ф	2,5	0,7	3,2
НР ₀₅ , г/м ²	фактор А	2,3	1,9	
	фактор В	3,1	2,1	
	взаємодія АВ	3,8	2,4	

*Примітка: див. табл. 1

Найбільш ефективно біологічну масу бур'янів у посівах кукурудзи контролювало технологічне поєднання загальновинищувального гербіциду та сумішків препаратів страхового принципу використання і становило 4,5 г/м² – нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га), 3,2 г/м² – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га).

Складні механізми функціонування агроценозу кукурудзи у разі забур'яненості посівів та використанні різноспектрових гербіцидів показують, що в такому випадку найбільш об'єктивним фактором оцінки комплексу хімічних заходів контролювання бур'янів залишаються показники врожайності та продуктивності кукурудзи, які в інтегрованому зображенні надають кожному елементу системи землеробства достовірну характеристику (табл. 4).

На фоні застосування діючої речовини гліфосату (2000 г/га) у формі калійної солі у разі високого ступеня забур'яненості виникає реальна можливість досягти значного зростання врожайності зерна кукурудзи на 20% за рахунок пригнічення багаторічних та малорічних бур'янів. У міру зростання технічної ефективності різних гербіцидних комплексів та більш суттєвого пригнічення бур'янів масштаби величини збільшення показників врожайності досягали до 7,16 т/га у разі використання нікосульфурон (50 г/га), 7,84 т/га – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га), 7,99 т/га – нікосульфурон (40 г/га) + дикамба (150 г/га), 8,79 т/га – нікосульфурон (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га), 9,27 т/га – нікосульфурон (40 г/га) + тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га) [8].

Таблиця 4. Вплив системного застосування гербіцидів на врожайність зерна кукурудзи, т/га [8]

Фактор А	Фактор В	Врожайність зерна, т/га			
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє
БГ* (контроль)	БГ (контроль)	2,66	2,57	3,33	2,84
	Н	5,27	5,32	5,86	5,48
	Н+Т	5,89	5,96	6,47	6,11
	Н+Д	6,54	6,15	7,61	6,77
	Н+2,4Д+Ф	7,48	7,22	8,38	7,69
	Н+Т+2,4Д+Ф	8,17	7,76	9,22	8,38
ЗВГ	БГ (контроль)	3,30	3,22	4,01	3,51
	Н	6,92	7,15	7,40	7,16
	Н+Т	7,65	7,57	8,31	7,84
	Н+Д	7,79	7,67	8,52	7,99
	Н+2,4Д+Ф	8,57	8,88	8,91	8,79
	Н+Т+2,4Д+Ф	9,05	9,15	9,61	9,27
НІР ₀₅ , т/га	фактор А	0,09	0,11	0,10	
	фактор В	0,10	0,12	0,12	
	взаємодія АВ	0,11	0,12	0,13	

*Примітка: див. табл. 1

Висновки. За отриманими результатами проведених досліджень було встановлено, що під час вирощування кукурудзи на зерно у системі ґрунтозахисного землеробства максимальну врожайність цієї культури було отримано у разі використання загальновинищувального гербіциду у системі чорного пару та технологічного поєднання в посівах культури нікосульфурону (40 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га) приріст становив 5,95 т/га та нікосульфурон (40 г/га)+тифен-сульфурон метил (10 г/га) + 2,4 Д (450 г/га) + флорасулам (5 г/га) приріст становив 6,43 т/га.

Нашими дослідженнями доведено, що розвиток землеробства на сучасному етапі його модернізації передбачає системне використання гербіцидних речовин різного спектра дії, які відповідають резистентності і чутливості бур'янів. Цей безумовний факт дотримання основних положень гербології дає можливість суттєво підвищити врожайність зерна кукурудзи та впровадити ґрунтозахисні прийоми обробітку ґрунту і дотримання принципових норм землеробства екологобезпечної категорії.

Список використаних джерел

1. Гадзало Я.М., Ібатуллін І.І., Лузан Ю.Я. Інституціональне забезпечення функціонування продовольчої системи України в сучасних кризових умовах. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2022. № 8. С. 5–15.
2. Гордієнко В.П., Геркіял О.М., Опришко В.П. Землеробство. Київ : Вища школа, 1991. 268 с.
3. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковихін С.В. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
4. Іващенко О.О. Пріоритети гербології за умов змін клімату. *Карантин і захист рослин*. Київ, 2016. № 2–3. С. 2–3.
5. Лебідь Є.М. Науковий фундамент проблем степового землеробства. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 3–4. С. 23–25.
6. Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О. Методика наукових досліджень в агрономії : навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ТОВ «ТВОРИ», 2020. 204 с.
7. Шевченко М.С., Шевченко О.М., Швець Н.В. Агродинаміка вологоспоживання залежно від технологічних факторів землеробства степової зони. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. 130–134.
8. Шевченко С.М. Еколого-біологічні засади землеробства в умовах природно-техногенних комплексів степової зони України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.01. Дніпро, 2024. 491 с.
9. Achankeng E., Cornelis W. Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 298, № 3. P. 108967.
10. Romaneckas K., Šarauskis E., Avižienytė D., Buragienė S., Arney D. The main physical properties of planosol in maize (*Zea mays* L.) cultivation under different long-term reduced tillage practices in the Baltic region. *Journal of Integrative Agriculture*. 2015. 14(7), 1309–1320.
11. Shevchenko S., Derevenets-Shevchenko K., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. Vol. 81(1). P. 393–402.

Shevchenko S. M.

*Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher,
Associate Professor at the Department of General Agriculture and Soil Science,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine*

E-mail: shevchenko.s.m@dsau.dp.ua

ORCID: 0000-0002-1666-3672

Shevchenko M. S.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Laboratory of Agriculture and Soil Fertility,
State Institution «Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine»
Dnipro, Ukraine*

E-mail: m.s.shevchenko@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6779-0292

Derevenets-Shevchenko K. A.

*Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher,
Leading Researcher, Laboratory of Plant Protection,
State Institution «Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine»
Dnipro, Ukraine*

E-mail: katia_derevenets@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0469-0972

Kozechko V. I.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of General Agriculture and Soil Science,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine*

E-mail: kozechko.v.i@dsau.dp.ua

ORCID: 0000-0002-3843-3093

Zavertaliuk O. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant at the Department of General Agriculture and Soil Science,
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine*

E-mail: zavertaliuk.o.v@dsau.dp.ua

ORCID: 0000-0003-3889-7215

THE IMPACT OF SYSTEMATIC HERBICIDE APPLICATION ON MAIZE GRAIN YIELD

Abstract

Modern agriculture focuses on the adaptive utilization of resources and the implementation of innovative agro-technologies, particularly the efficient use of herbicides in maize grain crops. The relevance of this study is determined by the low competitiveness of maize in weed-infested agrocenoses, leading to significant yield losses. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of herbicides and their combinations in reducing weed infestation in maize crops in the steppe zone of Ukraine. During 2019–2021, a two-factor field experiment was conducted on chernozem soils in the steppe zone. Factor A involved the application of glyphosate (2000 g/ha) in the form of potassium salt, while Factor B comprised post-emergence herbicides such as nicosulfuron (50 g/ha) and its combinations with thifensulfuron-methyl (10 g/ha), dicamba (150 g/ha), 2,4-D (450 g/ha), and florasulam (5 g/ha). Weed infestation was assessed at various stages of maize vegetation. The results demonstrated that herbicide applications reduced the density of perennial weeds by 60–75% and annual weeds by 15–18%. The most effective combinations included nicosulfuron (40 g/ha) with 2,4-D and florasulam, which decreased the density of annual weeds by 91%. Before harvest, in the variant with a total herbicide application, the weed density was significantly lower (9.9 plants/m² for annuals and 0.9 plants/m² for perennials) compared to the control (119.1 plants/m² and 19.7 plants/m², respectively). The conclusions highlight that the use of adaptive soil tillage systems and herbicides significantly improves the phytosanitary condition of maize crops, reduces energy expenditures, and restores soil fertility. The obtained results provide a scientific basis for optimizing herbicide protection of maize under the conditions of the steppe zone of Ukraine.

Key words: agriculture, agrocenosis, technology, herbicide protection, weed infestation, productivity.

References

1. Gadzalo, Y.M., Ibatullin, I.I., & Luzan, Y.Y. (2022). Instytutsionalne zabezpechennia funktsionuvannia prodovolchoi systemy Ukrainy v suchasnykh kryzovykh umovakh [Institutional support for the functioning of Ukraine's food system under modern crisis conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. Kyiv, No. 8. P. 5–15 [in Ukrainian].
2. Hordiienko, V.P., Herkial, O.M., & Opryshko, V.P. (1991). *Zemlerobstvo [Agriculture]*. Kyiv: Higher School, 268 p. [in Ukrainian].
3. Dyspersiyni i koreliatsiyni analiz u zemlerobstvi ta roslynnytstvi: navchalnyi posibnyk [Dispersion and Correlation Analysis in Agriculture and Crop Production: A Study Guide] / Ushkarenko V.O., Nikishenko V.L., Holoborodko S.P., Kokovikhin S.V. Kherson: Ailant, 2008. 272 p. [in Ukrainian].
4. Ivaschenko, O.O. (2016). Priorytety herbolohii za umov zmin klimatu [Priorities of Herbology under Climate Change Conditions]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and Plant Protection*. Kyiv, No. 2–3. P. 2–3 [in Ukrainian].
5. Lebid, E.M. (2006). Naukovyi fundament problem stepovoho zemlerobstva [Scientific foundation of steppe farming problems]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. Kyiv, No. 3–4. P. 23–25 [in Ukrainian].
6. Mazur, V.A., Lypovyi, V.H., & Mordvanyuk, M.O. (2020). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navchalnyi posibnyk [Methodology of Scientific Research in Agronomy: A Study Guide]*. Vinnytsia: VC LLC “TVORY,”. 204 p. [in Ukrainian].
7. Shevchenko, M.S., Shevchenko, O.M., & Shvets, N.V. (2013). Ahrodynamiczna volohospozhyvannia zalezno vid tekhnolohichnykh faktoriv zemlerobstva stepovoi zony [Agrodynamics of moisture consumption depending on technological factors in farming of the Steppe Zone]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine*. No. 5. P. 130–134 [in Ukrainian].
8. Shevchenko, S.M. (2024). *Ekoloho-biolohichni zasady zemlerobstva v umovakh pryrodno-tekhnohennykh kompleksiv stepovoi zony Ukrainy [Ecological and biological principles of agriculture in the conditions of natural and technogenic complexes of the steppe zone of Ukraine]*. Doctor's thesis. Dnipro, 491 p. [in Ukrainian].
9. Achankeng, E., & Cornelis, W. (2023.) Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research*. Vol. 298, № 3. P. 108967 [in English].
10. Romanekas, K., Šarauskis, E., Avižienytė, D., Buragienė, S., & Arney, D. (2015). The main physical properties of planosol in maize (*Zea mays* L.) cultivation under different long-term reduced tillage practices in the Baltic region. *Journal of Integrative Agriculture*. 14(7), 1309–1320 [in English].
11. Shevchenko, S., Derevenets-Shevchenko, K., Desyatnyk, L., Shevchenko, M., Sologub, I., & Shevchenko, O. (2024). Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*. Vol. 81(1). P. 393–402 [in English].

УДК 636.2.082.234.32

Шуляр Альона Л.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: alyonashulyar7@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8462-2135

Шуляр Аліна Л.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: kvitkashu777@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0823-6814

Ткачук В. П.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: v.tkachuk5791@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4811-6884

ОЦІНКА ГОСПОДАРСЬКИ КОРИСНИХ ОЗНАК МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ

Анотація

Актуальність досліджень зумовлена підвищеною увагою до глобальної проблеми продовольчої безпеки та суттєвою роллю галузі молочного скотарства у її вирішенні через виробництво молока та продуктів його переробки як незамінних і високопоживних елементів харчових раціонів людей. У зв'язку з цим пошук шляхів збільшення обсягів виробництва молока і молочних продуктів не втрачає значущості і реалізовується в тому числі і через моніторинг господарськи корисних ознак великої рогатої худоби в тих чи інших виробничих умовах.

Дослідження основних селекційних ознак молочної худоби нами проведені в умовах молокотоварного комплексу ПСП «Новоселиця» Житомирського району Житомирської області. З метою виробництва молока тут займаються розведенням великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи. Утримання тварин в умовах господарства здійснюється за стійловою системою з моціоном тварин на вигульних майданчиках. Годують тварин тричі на добу однотипним протягом року раціоном з вільним доступом протягом доби до води. Дойння корів здійснюється у молокопровід тричі на добу. Видалення гною відбувається за використанням скребково-тракторної системи.

Оцінку господарськи корисних ознак корів української чорно-рябої молочної породи здійснено у розрізі трьох лактацій. Досліджено молочну продуктивність корів, їх відтворну здатність, вік і живу масу корів у разі першого осіменіння і отелення, функціональні властивості вимені тварин, а також залежність молочної продуктивності корів від форми їхнього вимені.

Молочна продуктивність корів господарства у розрізі трьох лактацій коливалася від 7812 кг (I лактація) до 8198 кг (III лактація), вміст жиру в молоці відповідно від 3,92% до 3,88%, вміст білка в молоці – від 3,22% до 3,27%, сумарна кількість молочного жиру і білка – відповідно від 559 кг (I лактація) до 586 кг (III лактація). Тобто з віком корів спостерігалася тенденція до збільшення кількісних показників молочної продуктивності та деякого погіршення якісних. Встановлено, що вік першого осіменіння у середньому по стаду становив 19,4 місяця, першого отелення – 28,6 місяця, при цьому жива маса становила відповідно 409,8 і 502,9 кг. З віком корів спостерігалася погіршення відтворної здатності корів, збільшення сервіс-періоду, міжотельного періоду, зменшення коефіцієнта відтворної здатності, що, на нашу думку, пов'язано з підвищенням молочної продуктивності корів. Встановлено різницю корів залежно від віку за функціональними властивостями вим'я – разовий надій корів, як і тривалість дойння, найвищих значень досягли у корів за третьою лактацією. Зафіксовано високу інтенсивність виведення молока у корів незалежно від віку – 1,94–1,99 кг/хв. За формою вимені корови цього стада розподілилися таким чином: 85% корів мали ванно- і чашеподібну, 15% – округлу форму вимені. Встановлено різний рівень впливу форми вимені на молочну продуктивність корів залежно від їхнього віку у лактаціях.

Ключові слова: корови, українська чорно-ряба молочна порода, молочна продуктивність, відтворна здатність, функціональні властивості вим'я, форма вимені, сила впливу.

Вступ. Розвитку молочнопродуктового підсектору економіки передували значні глобалізаційні зміни, що стосувалися і культури харчування населення [3; 9; 10]. Еволюційно корисна мутаційна зміна генетичного матеріалу у напрямі пристосування до вживання у їжу молока сприяла насиченню раціону людей поживними продуктами та поширенню молочної худоби у світі [2; 6; 8]. Невпинний рух кількості людонаселення планети до максимуму вимагає пошуку шляхів для уникнення кризових продовольчих проблем [11–13]. Інформаційні рекомендації МОЗ стосовно харчування людей, попри безліч міфів та суперечливих тверджень, містять молоко та продукти його переробки [1; 4], що зумовлює потребу всебічного дослідження молочної худоби у напрямі збільшення отримання молокопродукції [5; 7].

Мета роботи. Пошук шляхів збільшення виробництва молока через покращення господарськи корисних ознак молочної худоби є об'єктом сучасних досліджень науковців та виробників і це питання не втрачає актуальності у зв'язку з важливістю молочного скотарства та молока й молочних продуктів у вирішенні проблеми забезпечення продовольчої безпеки та якості і безпечності харчових продуктів. Тому **метою** наших досліджень є оцінка основних господарськи корисних ознак молочної худоби в умовах молочного комплексу приватного сільськогосподарського підприємства (ПСП) «Новоселиця» з використанням загальноприйнятих методів досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження. ПСП «Новоселиця» зареєстроване юридично та географічно розташоване у межах Попільнянської територіальної громади у селі Новоселиця. Господарство стартувало у своїй діяльності 28 лютого 2000 року, проте на території села сільськогосподарські формування з'явилися ще у 1920-х роках, далі тут функціонувало колективне господарство, тобто культура господарювання тут здавна відома. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових, бобових та олійних культур, а також на веденні галузі скотарства.

Попри збройне військове вторгнення на територію нашої держави та пов'язані з цим непрості виклики, ПСП «Новоселиця» не припинило своєї виробничої діяльності та залишається прибутковим. Векторами діяльності «Новоселиці» є рослинництво, що представлене вирощуванням пшениці, сої і кукурудзи, гречки, соняшнику, зокрема, й овочівництвом, що відповідно представлене цукровим буряком, а також тваринництвом, а конкретно – молочним і м'ясним скотарством.

Тваринницька галузь у «Новоселиці» активно розвивається, наріщується поголів'я тварин, продуктивні характеристики тварин зростають. Кормова база є достатньою завдяки організованому зеленому конвеєру та високій розораності земельного банку, що використовується для заготівлі кормових ресурсів (площа ріллі 2545 га). Для виробництва молока тут займаються розведенням корів української чорно-рябої молочної породи (поголов'я великої рогатої худоби становить 980 голів). Утримання стада в умовах господарства – стійлове, годівля – однотипними раціонами протягом року з кормових столів, триразова, напування – з групових напувалок, доїння здійснюється у молокопровідну систему, видалення гною – скребково-тракторною системою.

Дослідження господарськи корисних характеристик корів української чорно-рябої молочної породи ПСП «Новоселиця» проводили залежно від отриманої від них лактації – першої, другої та третьої. Так, за параметрами молокопродуктивності корови у розрізі лактацій відрізнялися (табл. 1). При цьому як тривалість лактаційного періоду, так і надій молока зростали: від першої до третьої лактації надій за 305 її днів достовірно збільшився на 386 кг ($P < 0,05$). При цьому відзначено зменшення відсотка жиру в молоці на 0,04% та зростання відсотка білка на 0,05%. Загальна продукція молочного жиру і білка підвищилася на 27 кг.

Таблиця 1. Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи залежно від лактації ($M \pm m$)

Ознака	Лактації		
	I	II	III
Тривалість лактації, дн.	344±3,9	359±5,1	362±4,8
Надій за 305 днів або вкорочену лактацію, кг	7812±133,5	7993±181,5	8198±204,6
Жирномолочність, %	3,92±0,014	3,90±0,017	3,88±0,015
Білкомолочність, %	3,22±0,009	3,21±0,005	3,27±0,007
Кількість молочного жиру, кг	306±2,9	312±4,2	318±3,9
Кількість молочного білка, кг	253±2,8	257±1,9	268±3,1
Кількість молочного жиру й білка, кг	559±8,9	569±11,7	586±9,4

У ході досліджень встановлено (табл. 2), що середній вік першого осіменіння становив 19,4 місяця за живої маси 409,8 кг, а середній вік першого отелення – відповідно 28,6 місяця із середньою вагою корови майже 503 кг.

Таблиця 2. Вік та жива маса корів української чорно-рябої молочної породи у разі першого осіменіння та отелення ($M \pm m$)

Ознака	Значення
Вік тварин: за першого осіменіння	
днів / місяців	592,4 $\pm$ 3,11 / 19,4 $\pm$ 0,08
за першого отелення, кг	
днів / місяців	873,5 $\pm$ 2,44 / 28,6 $\pm$ 0,09
Жива маса тварин:	
за першого осіменіння, кг / за першого отелення, кг	409,8 $\pm$ 0,95 / 502,9 $\pm$ 1,28

Відтворна здатність чорно-рябих корів від першої до третьої лактації дещо погіршилася (табл. 3). Про це свідчить зростання сервісного періоду на 10,7 днів, а отже, і міжотельного періоду – на 12,1 дня за недостовірних різниць. Коефіцієнт відтворної функції знизився на 0,02% від першої до третьої лактації.

Таблиця 3. Відтворна здатність корів української чорно-рябої молочної породи залежно від лактації ($M \pm m$)

Ознака	Лактації		
	I	II	III
Тривалість тільності, днів	278,8 $\pm$ 0,33	279,7 $\pm$ 0,18	280,4 $\pm$ 0,26
Тривалість сервіс-періоду, днів	118,5 $\pm$ 4,32	122,4 $\pm$ 6,16	129,2 $\pm$ 5,18
Тривалість сухостійного періоду, днів	–	60 $\pm$ 2,7	62 $\pm$ 1,9
Тривалість міжотельного періоду, днів	396,8 $\pm$ 7,8	401,9 $\pm$ 6,86	408,9 $\pm$ 8,41
Коефіцієнт відтворної здатності	0,92 $\pm$ 0,009	0,91 $\pm$ 0,017	0,90 $\pm$ 0,011

Тобто нашими дослідженнями доведено, що з віком у корів української чорно-рябої молочної породи відзначено підвищення кількісних показників молочної продуктивності та деяке погіршення якісних, причому зі збільшенням молочної продуктивності спостерігалось погіршення відтворної здатності.

За функціональними властивостями молочної залози у різному лактаційному періоді корови мали різницю (табл. 4). Надій за разове доїння поступово зростав і недостовірні різниця становила від першої до третьої лактації 1,1 кг за збільшення часу доїння на 0,6 хвилини.

Таблиця 4. Функціональні характеристики вим'я корів української чорно-рябої молочної породи залежно від лактації ($M \pm m$)

Ознака	Лактації		
	I	II	III
Разовий надій молока, кг	18,5 $\pm$ 0,19	19,3 $\pm$ 0,22	19,6 $\pm$ 0,15
Тривалість процесу доїння, хв.	9,5 $\pm$ 0,25	9,7 $\pm$ 0,17	10,1 $\pm$ 0,41
Інтенсивність молоковидення, кг/хв.	1,95 $\pm$ 0,023	1,99 $\pm$ 0,034	1,94 $\pm$ 0,29

Інтенсивність виведення з молочної залози молока була високою і коливалася за лактаціями в межах 1,94–1,99 кг/хв.

Також ми провели оцінку поголів'я корів ПСП «Новоселиця» за такою господарськи корисною характеристикою, як форма вим'я (табл. 5).

Таблиця 5. Форма вим'я корів української чорно-рябої молочної породи

Форма вим'я	У корів господарства:	
	голів	%
Чашоподібна	204	48
Ванноподібна	157	37
Округла	64	15
Разом	425	100

За цією ознакою чорно-рябі корови відзначалися бажаною формою вим'я – ванно- і чашоподібною, що у сумі становило 85% від усього дійного стада, тоді як округлою формою вим'я характеризувалося лише 15% корів.

Також ми провели оцінку молочної продуктивності корів залежно від форми їхньої молочної залози у розрізі трьох отриманих лактацій (табл. 6).

Таблиця 6. Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи залежно від форми вим'я та лактації ($M \pm m$)

Ознака	Форма молочної залози:		
	чашоподібна	ванноподібна	округла
I лактація			
Надій за 305 днів або вкорочену лактацію, кг	7718 $\pm$ 109,5	7903 $\pm$ 181,5	7558 $\pm$ 114,6
Жирномолочність, %	3,92 $\pm$ 0,009	3,90 $\pm$ 0,014	3,94 $\pm$ 0,019
Кількість молочного жиру, кг	303 $\pm$ 4,1	308 $\pm$ 3,5	298 $\pm$ 2,9
II лактація			
Надій за 305 днів або вкорочену лактацію, кг	7912 $\pm$ 139,9	7993 $\pm$ 171,7	7653 $\pm$ 194,6
Жирномолочність, %	3,91 $\pm$ 0,016	3,91 $\pm$ 0,013	3,93 $\pm$ 0,017
Кількість молочного жиру, кг	309 $\pm$ 4,9	313 $\pm$ 5,1	301 $\pm$ 3,7
III лактація			
Надій за 305 днів або вкорочену лактацію, кг	8219 $\pm$ 123,1	8093 $\pm$ 155,5	7711 $\pm$ 117,9
Жирномолочність, %	3,89 $\pm$ 0,012	3,90 $\pm$ 0,015	3,90 $\pm$ 0,019
Кількість молочного жиру, кг	320 $\pm$ 1,9	316 $\pm$ 4,3	277 $\pm$ 2,8

Встановлено тенденцію щодо залежності показників молочної продуктивності корів від форми вим'я за три лактації. Так, за першу лактацію найвищим надоем відзначалися корови з ванноподібним вим'ям, що достовірно переважали корів з округлим вим'ям на 345 кг ($P < 0,01$), хоча достовірно поступалися їм за відсотком жиру на 0,04% ($P < 0,05$). Корови з чашоподібним вим'ям також мали аналогічну перевагу за надоем (на 160 кг, $P < 0,05$) та поступку за вмістом жиру (на 0,02%).

За другу лактацію корови з ванноподібною формою молочної залози та чашоподібною формою мали достовірно вищий надій, ніж корови з округлим вим'ям – відповідно на 340 та 259 кг ($P < 0,05-0,01$), проте недостовірно нижчий на 0,02 відсотка жирномолочності. Суттєвої різниці за кількістю молочного жиру між тваринами з різними формами вим'я за першу та другу лактації не виявлено. За результатами оцінки корів за третю лактацію перевагу за надоем мали корови з чашоподібним вим'ям – на 508 кг вони високодостовірно перевищували надій корів з округлою формою ($P < 0,001$). Тварини з ванноподібним вим'ям також мали достовірну перевагу 382 кг над надоем корів з округлою формою ($P < 0,01$). За відсотком жирномолочності різниця між тваринами з різною формою вим'я практично була відсутня.

Однофакторним дисперсійним аналізом виявлено різний рівень сили впливу на параметри молокопродуктивності форми вим'я корів (табл. 7).

Таблиця 7. Сила впливу на показники молочної продуктивності форми вим'я корів української чорно-рябої молочної породи ($\eta^2 \pm m_\eta$), %

Ознака	Лактація:		
	I	II	III
Надій за 305 днів або вкорочену лактацію, кг	13,7 $\pm$ 4,21	16,4 $\pm$ 2,56	14,2 $\pm$ 3,78
Жирномолочність, %	4,9 $\pm$ 2,97	3,5 $\pm$ 3,14	2,9 $\pm$ 4,11
Кількість молочного жиру, кг	12,2 $\pm$ 4,1	15,3 $\pm$ 3,5	11,8 $\pm$ 3,57

Сила впливу на рівень надою коливалася за I–III лактації в діапазоні 13,7–16,4% з найвищим значенням за II лактацію, на відсоток жиру – відповідно 2,9–4,9% з найвищим значенням за I лактацію, на кількість жиру – відповідно 11,8–15,3% з найвищим значенням за II лактацію ($P < 0,05-0,01$).

Висновки. Молочний бізнес розвивається невпинними темпами у всьому світі, адже виробляє цінні харчові продукти, вкрай необхідні для гарантування продовольчої безпеки у локальному і глобальному масштабах. В Україні ця тенденція також має місце, позаяк навіть попри військові дії на значній географічній площі нашої держави та всупереч негативному курсу щодо скорочення поголів'я дійних корів, завдяки зростанню продуктивності корів відзначено прирости молокотоварного промислового виробництва.

ПСП «Новоселиця» – це підприємство з усталеними сільськогосподарськими традиціями господарювання, яке попри військові дії успішно продовжує свою діяльність, маючи рівень рентабельності понад 60%. Має налагоджену партнерську мережу для підвищення ефективності своєї діяльності та збуту продукції. Займається вирощуванням зернових, олійних та технічних культур та молочно-м'ясним скотарством.

Проведена оцінка господарськи корисних ознак молочних корів в умовах господарства засвідчила високий рівень їх реалізації. Висока молочна продуктивність поєднувалася з достатніми параметрами відтворення, функціональними властивостями вим'я протягом трьох досліджених лактацій. Встановлені параметри господарськи корисних ознак корів та виявлені тенденції доцільно враховувати для налагодження рентабельного молокотоварного бізнесу.

Список використаних джерел

1. Інформує Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України: Тарілка здорового харчування. *Phc.org.ua* : вебсайт. URL: <https://phc.org.ua/news/tarilka-zdorovogo-kharchuvannya> (дата звернення: 27.01.2025).
2. Іщенко Я.П., Вишинська А.Ю. Сучасний стан молочного скотарства в Україні. *Ефективна економіка*. 2023. № 7. URL: <https://surl.li/xqivbk> (дата звернення: 27.01.2025). DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.7.51>.
3. Козак О.А. Оцінка ролі та значення молокопродуктового підкомплексу для вирішення продовольчого забезпечення та національної економіки. *Економіка АПК*. 2020. № 11. С. 39–51. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202011039>.
4. Мудрак Р.П., Довгаль О.В. Актуальні проблеми глобальної економіки: голод та недоїдання. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Том 5. № 2. С. 311–319. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-2-37>.
5. Формування ознак молочної продуктивності корів залежно від їх походження за батьком / Федорович Є.І., Шпить І.В., Федорович В.В., Ткачук В.П., Чорний І.О. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2023. Т. 25 № 98. С. 142–148. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvivet-a9824>.
6. Шуляр А.Л., Шуляр А.Л., Ткачук В.П. Оцінка молочної продуктивності корів голштинської породи та якості їх молока. *Таврійський науковий вісник. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 136. С. 265–271. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.32>.
7. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences : collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2021. Vol. 3. 406 p. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-53>.
8. Anguita-Ruiz A., Aguilera C.M., Gil A. Genetics of lactose intolerance : an updated review and online interactive world maps of phenotype and genotype frequencies. *Nutrients*. 2020. Vol. 12 (9). P. 1–20. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12092689>.
9. Brooks K., Place F. Global food systems: can foresight learn from hindsight? *Global Food Security*. 2019. Vol. 20. P. 66–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.12.004>.
10. Global analysis reveals persistent shortfalls and regional differences in availability of foods needed for health / Costlow L., Herforth A., Sulser T.B., Cenacchi N., Masters W.A. *Global Food Security*. 2025. Vol. 45. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100825>.
11. Holistic risk assessments of food systems / Országh E., Monteiro C. De M., Pire S. M., Jóźwiak Á., Marette S., Membré J.-M., Feliciano R.J. *Global Food Security*. 2024. Vol. 43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100802>.
12. Prospects for the development and implementation of innovative technologies in veterinary medicine and animal husbandry : scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. 692 p. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-20>.
13. Walla H., Bakerb Ph., Chirwac E., Hawkins B. Food security, food safety & healthy nutrition : are they compatible? *Global Food Security*. 2019. Vol. 21. P. 69–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.05.005>.

Shuliar Alona L.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Technologies of Production, Processing and Quality of Animal Products Department,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: alyonashulyar7@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8462-2135

Shuliar Alina L.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of Technologies of Production, Processing and Quality of Animal Products Department,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: kvitkashu777@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0823-6814

Tkachuk V. P.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of Technologies of Production, Processing and Quality of Animal Products Department,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: v.tkachuk5791@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4811-6884

EVALUATION OF ECONOMICALLY USEFUL TRAITS OF DAIRY CATTLE

Abstract

The relevance of the research is due to the increased attention to the global problem of food security and the significant role of the dairy industry in solving it through the production of milk and its products as irreplaceable and highly nutritious elements of human diets. In this regard, the search for ways to increase the production of milk and dairy products remains important and is implemented, among other things, through monitoring the economically useful traits of cattle in certain production conditions.

The study of the main breeding traits of dairy cattle was carried out in the conditions of the dairy farm "Novoselytsia" of Zhytomyr region. For the purpose of milk production, they breed cattle of the Ukrainian Black-and-White dairy breed. Keeping animals in farm conditions is carried out in stalls with animal exercise on walking platforms. Animals are fed three times a day with the same diet throughout the year with free access to water throughout the day. Cows are milked into the milk pipeline three times a day. Manure is removed using a scraper-tractor system.

The evaluation of economically useful traits of Ukrainian Black-and-White dairy cows was carried out in the context of three lactations. The milk productivity of cows, their reproductive capacity, age and live weight of cows at first insemination and calving, functional properties of the udder, dependence of milk productivity of cows on the shape of their udder were studied.

The milk productivity of the cows in the farm in the context of three lactations ranged from 7812 kg (I lactation) to 8198 kg (III lactation), the fat content in milk ranged from 3.92% to 3.88%, the protein content in milk – from 3.22% to 3.27%, the total amount of milk fat and protein – from 559 kg (I lactation) to 586 kg (III lactation), respectively. That is, with the age of cows, there was a tendency to increase the quantitative indicators of milk production and some deterioration in the qualitative ones. It was found that the age of the first insemination in the herd was 19.4 months on average, the first calving – 28.6 months, with a live weight of 409.8 and 502.9 kg, respectively. With the age of cows, there was a deterioration in the reproductive capacity of cows, an increase in the service period, inter-calving period, and a decrease in the reproductive capacity coefficient, which, in our opinion, is associated with an increase in the milk production of cows. The difference of cows depending on age in functional properties of the udder was established – the single milk yield and the duration of milking reached the highest values in cows in the third lactation. A high intensity of milk production in cows regardless of age was recorded – 1.94–1.99 kg/min. The udder shape of the cows in this herd was distributed as follows: 85% of cows had a bathtub- and cup-shaped udder, and 15% had a rounded udder. Different levels of influence of udder shape on milk production of cows depending on their age in lactation were found.

Key words: cows, Ukrainian Black-and-White dairy breed, milk production, reproductive capacity, functional properties of the udder, udder shape, force of influence.

References

1. Informuye Tsentr hromads'koho zdorov'ya Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy: Tarilka zdorovoho kharchuvannya [The Public Health Center of the Ministry of Health Care of Ukraine informs: A plate of healthy food]. 2024. *Phc.org.ua*: website. (n. d.). Retrieved from: <https://phc.org.ua/news/tarilka-zdorovogo-kharchuvannya> [in Ukrainian].
2. Ishchenko, Ya.P., & Vyshyns'ka, A.Yu. (2023). Suchasnyy stan molochnoho skotarstva v Ukraini [Current state of dairy livestock in Ukraine]. *Efektivna ekonomika – Effective economy*, 7. (n. d.). Retrieved from: <https://surl.li/xqivbk>. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.7.51> [in Ukrainian].
3. Kozak, O.A. (2020). Otsinka roli ta znachennya molokoproduktovoho pidkompleksu dlya vyrishennya prodovol'choho zabezpechennya ta natsional'noyi ekonomiky [Assessment of the role and significance of the dairy subcomplex for solution of food supply and the national economy]. *Ekonomika APK – Economy of Agro-industrial complex*, 11, 39–51. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202011039> [in Ukrainian].
4. Mudrak, R.P., & Dovhal', O.V. (2020). Aktualni problemy hlobalnoyi ekonomiky: holod ta nedoyidannya [Actual problems of the global economy: famine and malnutrition]. *Ukrayinskyi zhurnal prykladnoyi ekonomiky – Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, 5 (2), 311–319. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-2-37> [in Ukrainian].
5. Fedorovych, Ye.L., Shpyt, I.V., Fedorovych, V.V., Tkachuk, V.P., & Chornyy, I.O. (2023). Formuvannya oznak molochnoyi produktyvnosti koriv zalezho vid yikh pokhodzhennya za bat'kom [Formation of signs of milk productivity of cows depending on their origin by father]. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterinarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy. Seriya: Sil's'kohospodars'ki nauky – Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 25 (98), 142–148. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9824> [in Ukrainian].
6. Shuliar, A.L., Shulyar, A.L., & Tkachuk, V.P. (2024). Otsinka molochnoyi produktyvnosti koriv holshtynskoyi porody ta yakosti yikh moloka [Assessment of milk productivity of cows of Holstein breed and quality of their milk]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk. Seriya: Sil's'kohospodars'ki nauky – Taurida Scientific Herald. Series: Agricultural sciences*, 136, 265–271. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.32> [in Ukrainian].
7. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences: collective monograph. (2021). Riga, Latvia: Baltija Publishing. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-53> [in English].
8. Anguita-Ruiz, A., Aguilera, C.M., & Gil, A. (2020). Genetics of lactose intolerance: an updated review and online interactive world maps of phenotype and genotype frequencies. *Nutrients*, 12 (9), 1–20. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12092689> [in English].
9. Brooks, K., & Place, F. (2019). Global food systems: can foresight learn from hindsight? *Global Food Security*, 20, 66–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.12.004> [in English].
10. Costlow, L., Herforth, A., Sulser, T.B., Cenacchi, N., & Masters, W.A. (2025). Global analysis reveals persistent shortfalls and regional differences in availability of foods needed for health. *Global Food Security*, 45, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100825> [in English].
11. Országh, E., Monteiro, C. De M., Pire, S.M., Jóźwiak, Á., Marette, S., Membré, J.-M., & Feliciano, R.J. (2024). Holistic risk assessments of food systems. *Global Food Security*, 43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100802> [in English].
12. Prospects for the development and implementation of innovative technologies in veterinary medicine and animal husbandry: scientific monograph. (2024). Riga, Latvia: Baltija Publishing. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-454-2-20> [in English].
13. Walla, H., Bakerb, Ph., Chirwac, E., & Hawkins, B. (2019). Food security, food safety & healthy nutrition: are they compatible? *Global Food Security*, 21, 69–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.05.005> [in English].

УДК 636.4.082:591.5:636.087

Ярошук Д. А.

здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії III року навчання,
кафедра біології тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна

E-mail: d.yaroshchuk@nubip.edu.ua

ORCID: 0000-0002-2627-9500

Лихач А. В.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри біології тварин
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Київ, Україна

E-mail: avlykhach@nubip.edu.ua

ORCID: 0000-0002-0472-6162

ВПЛИВ КЛАСУ АКТИВНОСТІ СВИНЕЙ НА ЇХНІ ВІДГОДІВЕЛЬНІ ОЗНАКИ

Анотація

Сучасне промислове свинарство базується на ретельному контролі продуктивності тварин, що включає оцінку їхньої поведінки, здоров'я, продуктивності та ефективності відгодівлі. Одним із ключових чинників, що впливають на продуктивність, є рівень рухової активності свиней. Вона визначає енергетичний баланс організму, ріст м'язової тканини, конверсію корму та м'ясні характеристики туші. Крім того, активність тварин має зв'язок із загальним благополуччям свиней. З огляду на потреби виробництва необхідним є вивчення впливу рухової активності, що дозволяє проводити етологічний моніторинг тварин в умовах господарства.

Дослідження проводилися в умовах СВК «Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро» Миколаївської області. У досліді використано 120 голів відгодівельного молодняку, отриманого від поєднань батьківських пар ♀(ВБ×Л)×♂Д і ♀(ВБ×Л)×♂П. Для оцінки локомоторної поведінки застосовували індекс рухової активності (ІРА), на підставі якого поділено піддослідних свиней на дві групи: активних та пасивних. У піддослідних тварин визначали вік досягнення маси 100 кг, середньодобові прирости, конверсію корму, а також індекс відгодівельних якостей.

Дослідження показали, що активні свині демонстрували вищі показники росту порівняно з пасивними аналогами. Середня жива маса під час постановки на відгодівлю була вищою у активних поросят (30,2±0,24 кг) порівняно з пасивними (28,6±0,33 кг, $P < 0,001$). У разі досягнення передзабійної маси 100 кг активні тварини мали коротший період відгодівлі 151,8–153,6 днів, що на 1,2 і 2,9 доби менше, ніж у пасивних свиней залежно від поєднання. Середньодобовий приріст активних свиней становив 924,7–977,3 г, що на 7,8% і 1,72% перевищувало аналогічний показник пасивних ровесників. Також активні свині мали ефективнішу конверсію корму (2,51 і 2,53 кг), що свідчить про ефективніше використання кормів тваринами для нарощування м'язової маси. Результати експерименту дозволяють рекомендувати впровадження методів, які сприятимуть оптимальному рівню активності, включаючи збагачення середовища і корекцію поведінки.

Ключові слова: свині, відгодівля, рухливість, продуктивність, конверсія корму, середньодобовий приріст, жива маса.

Вступ. Вирощування свиней у промислових умовах вимагає ретельного контролю їхнього стану, поведінки і продуктивності [8, с. 55–80]. Одним із чималої кількості важливих факторів, котрі визначають ефективність відгодівлі, є рівень рухової активності свиней. Рухова активність безпосередньо впливає на енергетичний баланс, ріст м'язової тканини, конверсію корму, товщину шпигу та загальну м'ясність туші, а також пов'язана зі стресостійкістю, імунною відповіддю та загальним благополуччям свиней у виробничих умовах [7, с. 232–242; 16, с. 3370–3376]. У сучасному свинарстві велика увага приділяється оптимізації відгодівлі, покращенню м'ясних характеристик туш і зниженню витрат корму, оскільки це є виробничою необхідністю [9, с. 188–201; 11, с. 4–6; 17, с. 51–57; 18, с. 171–179].

Свині зазвичай демонструють різний рівень активності, який можна умовно поділити на три класи: низький, середній і високий [7, с. 53–62]. Низькоактивні тварини переважно лежать, рідко проявляють дослідницьку поведінку та повільніше реагують на годівлю [7, с. 108–109; 8, с. 55]. Середньоактивні свині мають помірну рухливість, взаємодіють із навколишнім середовищем та виявляють зацікавленість до корму [7, с. 108; 16, с. 3370–3380]. Високоактивні тварини часто рухаються, активно контактують з іншими свинями, швидко реагують на годівлю, але водночас витрачають більше енергії [7, с. 232; 8, с. 58; 16, с. 3374].

Проведені дослідження низки авторів [3, с. 27–31; 7, с. 232; 8, с. 56; 10, с. 137; 16, с. 3378] вказують, що рухова активність може впливати на такі відгодівельні та забійні параметри, як: середньодобові прирости, конверсія корму, товщина шпигу та м'ясність туші. Високоактивні свині мають вищий рівень обміну речовин і,

відповідно, швидші темпи росту, однак через підвищені енергетичні витрати у них може бути гірша конверсія корму [7, с. 235; 9, с. 191; 10, с. 176; 14; 15, с. 1144]. З іншого боку, низькоактивні тварини ефективніше використовують кормову енергію, але мають повільніші прирости та можуть накопичувати більше жирової тканини [7, с. 30; 20, с. 3–6]. Оптимальне співвідношення між рівнем активності, конверсією корму та якістю туші важливе для досягнення економічної ефективності відгодівлі [19, с. 327].

Фізична активність також впливає на стан здоров'я тварин. Дослідження показують, що недостатній рівень рухової активності може призводити до метаболічних порушень, зокрема ожиріння та пов'язаних із ним захворювань [7, с. 33; 20, с. 5]. У промислових умовах відгодівлі свині, що мають надмірно низьку активність, можуть бути більш схильними до розвитку захворювань опорно-рухового апарату, що негативно позначається на їхньому рості [9, с. 44; 10, с. 41]. З іншого боку, надмірна активність може призводити до травмування тварин, особливо у випадку групового утримання, коли зростає рівень агресії між особинами [7, с. 9]. Крім того, рівень активності свиней значною мірою визначається умовами утримання. Наприклад, простір у клітці, наявність збагачувальних об'єктів і тип годівлі можуть змінювати рухову активність тварин. У промислових умовах, де свині переважно утримуються в обмеженому просторі, важливо контролювати їхній рівень активності для досягнення оптимальних відгодівельних результатів [7, с. 10].

Дослідження показують [7, с. 12; 20, с. 6], що рухова активність впливає на якість м'яса. Зокрема, свині з вищим рівнем активності мають краще розвинені м'язові волокна і нижчий рівень жирових відкладень. Водночас надмірна активність може спричиняти передчасне виснаження організму, що негативно впливає на кінцеву якість продукції [7, с. 13; 10, с. 44].

З метою забезпечення оптимальної активності свиней у промислових умовах використовують різні методи регуляції поведінки: вигульне утримання, що сприяє більшій локомоторній активності, однак потребує більших площ; збагачувальні об'єкти або маніпулятивні матеріали сприяють стимуляції дослідницької поведінки та запобігають стереотипним її проявам; годівля за рахунок зміни частоти і способу подачі корму, що, як наслідок, регулює рівень активності тварин.

Деякі фермери використовують методи селекції для виведення свиней із бажаними поведінковими характеристиками, зокрема середнім рівнем активності, що дозволяє досягати оптимальної продуктивності.

Зважаючи на вищезазначене, актуальним є дослідження впливу класу активності свиней на їхні відгодівельні та забійні ознаки, а визначення оптимального рівня рухливості допоможе розробити ефективніші стратегії відгодівлі свиней, що сприятиме підвищенню продуктивності та зниженню витрат у галузі свинарства.

Мета роботи. Метою цього дослідження було вивчення впливу класу активності молодняку свиней на відгодівельні ознаки.

Матеріал і методи. Експериментальні дослідження відповідно до поставленої мети проводилися в умовах сільськогосподарського виробничого кооперативу (далі – СВК) «Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро» Миколаївської області. Об'єктом дослідження був відгодівельний молодняк свиней таких поєднань: ♀ (велика біла (далі – ВБ) × ландрас (далі – Л)) × ♂ дюрк (далі – Д) і ♀ велика біла (далі – ВБ) × ландрас (далі – Л) × ♂ п'єтрен (далі – П). Загальна кількість відгодівельних свиней, які були використані у досліді, становила 120 голів.

Для визначення класу активності проведено розподіл відгодівельного молодняку свиней зазначених поєднань на два класи (активний і пасивний), з огляду на час реалізації поведінкових актів протягом спостережень за індексом рухової активності (відношенням абсолютної величини часу на той чи інший функціональний стан до загального часу спостереження за поведінкою тварини) відповідно до формули за загальноприйнятою методикою [4, с. 142; 7, с. 232]:

$$IPA = \Delta T / T \quad (1)$$

де, ΔT – час функціональної активності;

T – загальний час спостережень. Оскільки величина T завжди більша або дорівнює $\Delta T/T$, то IPA не може бути більшим 1, а тому варіює від 0 до 1.

Отже, свиней на відгодівлі піддослідних груп зазначених поєднань було розділено на два класи активності залежно від величини індексу рухової активності (IPA): I клас – активні свині, величина індексу становить 0,37–0,47; II клас – пасивні свині, величина індексу становить 0,27–0,36. Далі у піддослідних тварин відповідно до класів активності досліджували показники відгодівельних ознак: вік досягнення живої маси 100 кг (діб), абсолютний (кг) і середньодобовий (г) прирости на відгодівлі, конверсію корму (кг) піддослідних тварин у разі досягнення ними передзабійної живої маси 100 кг за відповідними методиками [4, с. 112; 5, с. 72]. За результатами відгодівлі для узагальнення основних відгодівельних ознак піддослідних свиней використано комплексний індекс відгодівельних якостей за формулою [4, с. 110; 9, с. 35]:

$$I = \frac{A^2}{B \times C} \quad (2)$$

де: I – індекс відгодівельних якостей, балів; A – валовий приріст за період відгодівлі, кг; B – кількість діб відгодівлі, діб; C – витрати корму на 1 кг приросту, кг.

Варто відзначити, що умови утримання піддослідних тварин організовано згідно з ВНТП-АПК – 02.05 «Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)» [2, с. 52] і повністю відповідали поряд із ветеринарним

забезпеченням державному та європейському законодавству щодо захисту тварин і їхнього комфорту [6, п. 1–26; 12, с. 5–13; 13, с. 5–47].

Годівля свиней різних класів активності здійснювалась відповідними комбікормами «Grower» і «Finisher», що виготовлялися у власному комбікормовому цеху відповідно до стратегій годівлі, розроблених у базовому господарстві [4, с. 96; 5, с. 20]. Для балансування раціонів молодняку на відгодівлі використовували білково-мінерально-вітамінні добавки й премікси виробництва компанії ТОВ «Коудайс Україна». Напування тварин на відгодівлі відбувалося за допомогою соскових автонапувалок.

Дані аналізували за допомогою програми Statistica 12.0 (StatSoft Inc., 2014, www.statsoft.com). Для дослідження використовували такі рівні значущості: $P < 0,05$; 0,01 та 0,001 [1, с. 8].

Виклад основного матеріалу дослідження. Нами досліджено, що раціональне використання потенціалу відгодівельного молодняку свиней потребує оцінки їхньої продуктивності за рівнем росту, конверсії корму та скоростиглістю, що ґрунтується на класифікації свиней за їх поведінковим комплексом, зокрема локомоторною активністю. Аналізуючи результати відгодівлі за відповідними показниками (табл. 1), встановлено, що активні свині мали вищий індекс рухової активності на 0,11 одиниць порівняно з пасивними, що, очевидно, сприяло їх прискореному росту.

Середня жива маса у разі постановки на відгодівлю була достовірно ($P < 0,001$) вищою у активних поросят ($30,2 \pm 0,24$ кг), ніж у пасивних ($28,6 \pm 0,33$ кг), що свідчить про більш інтенсивний ріст на ранніх стадіях індивідуального розвитку. Середня жива маса під час зняття з відгодівлі також була більшою у активних тварин ($101,4 \pm 1,72$ кг проти $97,8 \pm 2,31$ кг у пасивних), проте вірогідної різниці між групами не встановлено за такою ознакою. Абсолютний приріст живої маси в активних свиней зафіксовано на вищих значеннях ($71,2 \pm 1,53$ кг проти $69,2 \pm 2,18$ кг у пасивних), що свідчить про більше використання кормів для нарощування м'язової маси, при тому не встановлено вірогідної різниці за таким показником між групами.

Таблиця 1. Відгодівельні ознаки свиней поєднання ♀(ВБ×Л)×♂Д різних класів активності, ($n = 30$), $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$

Показник	Клас активності	
	активні	пасивні
Індекс рухової активності	$0,41 \pm 0,009$	$0,32 \pm 0,023$
Середня жива маса поросят під час постановки на відгодівлю, кг	$30,2 \pm 0,24^{***}$	$28,6 \pm 0,33$
Середня жива маса свиней під час зняття з відгодівлі, кг	$101,4 \pm 1,72$	$97,8 \pm 2,31$
Абсолютний приріст живої маси, кг	$71,2 \pm 1,53$	$69,2 \pm 2,18$
Середньодобовий приріст живої маси, г	$924,7 \pm 10,2^{***}$	$852,2 \pm 12,4$
Конверсія корму, кг	2,53	2,68
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$153,6 \pm 0,26$	$156,5 \pm 0,34^{***}$
Індекс відгодівельних якостей, балів	33,4	31,1

Примітка: *** – $P < 0,001$.

Варто відзначити, що тривалість відгодівлі у активних свиней коротша на 4,2 доби, що вказує на швидше досягнення забійної маси. Середньодобовий приріст у активних свиней вірогідно ($P < 0,001$) вищий на 7,8%, ніж у пасивних, що свідчить про більш швидке накопичення м'язової маси тіла й ефективніше засвоєння поживних речовин.

Відомо, що середньодобові прирости свиней тісно корелюють зі скоростиглістю [3, с. 28; 11, с. 3–4; 17, с. 54–57]. Вік досягнення живої маси 100 кг у активних тварин був достовірно нижчим ($153,6 \pm 0,26$ діб), що на 2,9 доби швидше, ніж у пасивних ($156,5 \pm 0,34$ доби, $P < 0,001$), що є важливим економічним сигналом, оскільки скорочення періоду відгодівлі дозволяє зменшити витрати на утримання відгодівельного молодняку свиней.

Конверсія корму в активних свиней становила 2,53 кг, що свідчить про кращу ефективність кормового раціону, тоді як у пасивних тварин цей показник становив 2,68 кг. Чим активніша тварина, тим ефективніше вона засвоює корм, витрачаючи його на ріст м'язової маси. Пасивні свині мають гіршу ефективність конверсії, оскільки частина корму витрачається не на ріст, а на підтримку життєдіяльності або відкладання жирової тканини.

Підбиваючи підсумок і узагальнюючи отримані результати, констатуємо, що індекс відгодівельних якостей у активних свиней був вищим на 2,3 бала, що підтверджує економічну і продуктивну перевагу активних тварин.

Таким чином, аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок, що за відгодівельними якостями активні підсвинки поєднання ♀(ВБ×Л)×♂Д перевищували пасивних аналогів, а відповідно, і були більш скоростиглими та менше витрачали кормів на одиницю приросту, що узгоджується з низкою проведених досліджень [3, с. 25–30; 8, с. 42; 9, с. 23; 10, с. 176; 11, с. 8–9; 17, с. 54–58; 20, с. 1–14].

Порівняльний аналіз відгодівельних ознак свиней поєднання ♀(ВБ×Л)×♂П дозволяє оцінити вплив рівня активності на продуктивність тварин (табл. 2).

Таблиця 2. Відгодівельні ознаки свиней поєднання ♀(ВБ×Л)×♂П різних класів активності, ($n = 30$), $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$

Показник	Клас активності	
	активні	пасивні
Індекс рухової активності	0,43±0,012	0,34±0,016
Середня жива маса поросят під час постановки на відгодівлю, кг	29,3±0,30	28,8±0,23
Середня жива маса свиней під час зняття з відгодівлі, кг	102,4±0,35	101,8±0,24
Абсолютний приріст живої маси, кг	73,1±1,23	73,0±1,18
Середньодобовий приріст живої маси, г	977,3±5,64*	960,5±6,25
Конверсія корму, кг	2,51	2,59
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	151,8±0,35	153,0±0,46**
Індекс відгодівельних якостей, балів	35,8	35,4

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Так, активні свині мали на 0,09 одиниць вищий індекс рухової активності, що вказує на їхню більшу мобільність, котра, очевидно, позитивно впливає на процеси травлення, обміну речовин та продуктивність.

Разом із тим варто відзначити, що різниця у живій масі під час постановки та зняття з відгодівлі є незначною, що свідчить про відносно однакові стартові умови та кінцевий результат у групах за класом активності. Хоча абсолютний приріст між групами за активністю свиней майже однаковий, активні свині росли на 16,8 г вірогідно ($P < 0,05$) швидше, що підтверджується достовірно вищим на 1,72% середньодобовим приростом порівняно з пасивними аналогами.

Стосовно конверсії корму, то дані таблиці свідчать, що активні свині витрачали на 0,08 кг менше корму на 1 кг приросту, що є наслідком більш ефективного засвоєння поживних речовин. За скоростиглістю перевага знову на боці активних відгодівельних свиней, оскільки тварини на 1,2 доби вірогідно ($P < 0,01$) швидше досягали передзабійної живої маси 100 кг. Узагальнюючий індекс відтворювальних якостей між групами має незначну різницю, що свідчить про подібний загальний рівень продуктивності, хоча активні свині мають дещо кращі відгодівельні показники.

Висновки. На підставі проведених досліджень встановлено, що активні свині мали значно кращі відгодівельні показники, включаючи вищий середньодобовий приріст на 7,8% для тварин поєднання ♀(ВБ×Л)×♂Д і 1,72% – ♀(ВБ×Л)×♂П, швидше досягнення передзабійної живої маси 100 кг на 2,9 доби раніше для молодняку поєднання ♀(ВБ×Л)×♂Д і 1,2 доби – ♀(ВБ×Л)×♂Д та відповідно меншу конверсію корму – 0,15 і 0,08 кг порівняно з пасивними ровесниками за локомоторною активністю. Отже, швидкий ріст і економія корму роблять активних свиней економічно вигіднішими для розведення в умовах промислового свинарства.

Разом із тим широке впровадження процедури розподілу свиней за класами активності дозволяє раціонально використовувати корми, оптимізувати умови утримання, вдосконалювати селекцію, знижувати виробничі витрати та покращувати якість свинини. Це створює умови для більш ефективного ведення свинарства, підвищення його виробничих показників та прибутковості.

Перспективи досліджень. Отримані результати можуть бути використані для проведення етологічного моніторингу в умовах господарства, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення у поведінці свиней, оптимізувати умови утримання і годівлі та покращувати продуктивні ознаки тварин, що позитивно впливатиме на благополуччя свиней. Проведені дослідження є основою для подальших експериментів стосовно впливу класу активності свиней на їхні забійні показники.

Список використаних джерел

1. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник / С.С. Крамаренко, С.І. Луговий, А.В. Лихач, О.С. Крамаренко. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК – 02.05. Київ : Мінагрополітики України, 2005. 98 с. URL: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svynarski-pidpryyemstva-VNTP-APK-02.05.pdf.
3. Коробань М.П., Лихач В.Я. Відгодівельні якості молодняку свиней за різних вагових кондицій в умовах промислової технології. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 2023. Вип. 41. С. 26–32. <http://dx.doi.org/10.37406/2706-9052-2023-4.4>.
4. Ладика В.І., Хмельничий Л.М., Повод, М.Г. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : підручник для аспірантів. Одеса : Олді+, 2023. 244 с.
5. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві : посібник / за ред. І.І. Ібатуліна й О.М. Жукорського. Київ, 2017. 328 с.
6. Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України № 224 від 08.02.2021 «Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання». Зареєстрований 18.02.2021 Міністерством юстиції України № 206/35828.
7. Підвищення ефективності промислового виробництва свинини на основі використання етологічних факторів : монографія / В.Я. Лихач, А.В. Лихач. Миколаїв : Іліон, 2023. 422 с.

8. Підвищення продуктивності свиней за використання сучасного генофонду та інноваційних технологічних рішень : монографія / В.Я. Лихач, Р.В. Фаустов, П.О. Шебанін, А.В. Лихач, Л.Г. Леньков. Миколаїв : Ліон, 2022. 275 с.
9. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник. / М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жишка, В. Нечмілов та ін. ; за ред. М.Г. Повода. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 360 с.
10. Технологічні інновації у свинарстві : монографія. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2020. 290 с.
11. Хмельничий Л.М., Вечорка В.В., Шпетний М.Б., Бордунова О.Г., Павленко Ю.М., Опара В.О. Відгодівельні та забійні якості свиней різних вагових категорій, дорощених у станках на полімерній та бетонній підлозі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*, 2020. Вип. 1(40). С. 3–10. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.1>.
12. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009, 5–13.
13. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010, 15–47.
14. Hoey I. Feed conversion ratio improves for rearing herd. *Pig World*, 2021. URL: <https://www.pig-world.co.uk/news/feed-conversion-ratio-improves-for-rearing-herd.html>. (дата звернення: 13.12.2025).
15. Leen F., Broeke A.V., Aluwé M., Lauwers L., Millet S., Meensel J.V. Optimising finishing pig delivery weight: participatory decision problem analysis. *Animal Production Science*, 2017. Vol. 5. P. 1141–1152. <https://doi.org/10.1071/AN16098>.
16. Lu D., Jiao S., Tiezzi F., Knauer M., Huang Y., Gray K.A., Maltecca C. The relationship between different measures of feed efficiency and feeding behavior traits in Duroc pigs. *Journal of Animal Science*, 2017. Vol. 95(8). P. 3370–3380. <https://doi.org/10.2527/jas.2017.1509>.
17. Povod M., Tishchenko O., Mykhalko O., Verbelchuk T.V., Verbelchuk S., Sherbyna O., Kalynychenko H. Growth intensity and fattening qualities of pigs during changes in feeding types during reproduction and fattening. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 2022. Vol. 24(96). P. 50–60. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9607>.
18. Voshchenko I., Povod M. Dynamics of the realization of the genetic potential of fattening qualities of Danish-bred pigs under industrial technology conditions. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 2024. Vol. 26(101). P. 170–181. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10129>.
19. Więcek J., Skomiał J., Rekiel A., Florowski T., Dasiewicz K., Kosińska M. Fattening and slaughter parameters in the first period of fattening of pigs fed restrictive or semi ad libitum diets. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2008. Vol. 58(3). P. 325–329. URL: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-article-bdf04b52-5a14-4fd9-88a0-c62bef46017e>.
20. Zoric M., Johansson S.E., Wallgren P. Behaviour of fattening pigs fed with liquid feed and dry feed. *Porcine Health Management*, 2015. Vol. 1. P. 14. <https://doi.org/10.1186/s40813-015-0009-7>.

Yaroshchuk D. A.

PhD student of the third year of study,
Department of Animal Biology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: d.yaroshchuk@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2627-9500

Lykhach A. V.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Animal Biology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
E-mail: avlykhach@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0472-6162

INFLUENCE OF THE ACTIVITY CLASS OF PIGS ON THEIR FATTENING TRAITS

Abstract

Modern industrial pig farming is based on careful control of animal performance, including assessment of their behavior, health, productivity and feed efficiency. One of the key factors affecting productivity is the level of movement activity of pigs. It determines the body's energy balance, muscle growth, feed conversion and carcass meat characteristics. In addition, animal activity is linked to the overall welfare of pigs. Taking into account the needs of production, it is necessary to study the impact of movement activity, which allows for ethological monitoring of animals in the farm.

The research was conducted in the conditions of the agricultural enterprise "Agrofirma «Mig-Service-Agro»" in Mykolaiv region. The experiment used 120 heads of fattening young animals obtained from combinations of parental pairs ♀(LW×L)×♂D and ♀(LW×L)×♂P. To assess locomotor behavior, the locomotor activity index (LAI) was used, on the basis of which the experimental pigs were divided into two groups: active and passive. The age of reaching a weight of 100 kg, average daily weight gain, feed conversion, and fattening quality index were determined in the experimental animals.

Studies have shown that active pigs showed higher growth rates than their passive counterparts. The average live weight at placement for fattening was higher in active piglets (30.2 ± 0.24 kg) compared to passive ones (28.6 ± 0.33 kg, $P < 0.001$). When reaching a pre-slaughter weight of 100 kg, active animals had a shorter fattening period of 151.8–153.6 days, which is 1.2 and 2.9 days less than in passive pigs, depending on the combination. The average daily weight gain of active pigs was 924.7–977.3 g, which was 7.8% and 1.72% higher than that of their passive counterparts. Also, active pigs had a more efficient feed conversion (2.51 and 2.53 kg), which indicates a more efficient use of feed by animals to increase muscle mass. The results of the experiment allow us to recommend the introduction of methods that will contribute to the optimal level of activity, including environmental enrichment and behavioral correction.

Key words: pigs, fattening, movement, productivity, feed conversion, average daily gain, live weight.

References

1. Kramarenko, S.S., Lugovoy, S.I., Lykhach, A.V. & Kramarenko, O.S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn* [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]. Mykolayiv: MNAU, 211 [in Ukrainian].
2. *Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Svyarnski pidpryemstva (komplekxy, fermi, mali fermi), VNTP-APK – 02.05.* (2005). [Departmental norms of technological design Pig enterprises (complexes, farms, small farms), VNTP-APK – 02.05]. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy, 98. Retrieved from: https://lugdpss.gov.ua/images/bezpechnist_veterynariya/Svyarnski-pidpryemstva-VNTP-APK-02.05.pdf [in Ukrainian].
3. Koroban, M.P., Lykhach, V.Ya. (2023). Vidhodivelni yakosti molodniaku svynei za riznykh vahovykh kondytsiy v umovakh promyslovoi tekhnolohii. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 41. P. 26–32. <http://dx.doi.org/10.37406/2706-9052-2023-4.4> [in Ukrainian].
4. Ladyka, V.I., Khmelnychiy, L.M., & Povod, M.H. (2023). Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for postgraduate students]. Odesa: Oldi+. 244 p. [in Ukrainian].
5. Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen v tvarynnytstvi: posibnyk. (2017). [Methodology and organisation of scientific research in animal husbandry: textbook] / za red. I.I. Ibatulina i O.M. Zhukorskoho. Kyiv. 328 p. [in Ukrainian].
6. Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta sil's'koho hospodarstva Ukrayiny (2021) № 224 «Pro zatverdzhennya vymoh do blahopoluchchya sil's'kohospodars'kykh tvaryn pid chas yikh utrymannya» [On Approval of Requirements for the Welfare of Farm Animals During Their Keeping]. Zareyestrovanyy 18.02.2021 Ministerstvom yustyttsiyi Ukrayiny № 206/35828 [in Ukrainian].
7. Pidvyshchennya efektyvnosti promysloвого vyrobnytstva svynyny na osnovi vykorystannya etolohichnykh faktoriv: monohrafiya (2023). [Improving the efficiency of industrial pork production through the use of ethological factors: monograph]. / V.Ya. Lykhach, A.V. Lykhach. Mykolayiv: Ilion. 422 p. [in Ukrainian].
8. Pidvyshchennya produktyvnosti svynei za vykorystannya suchasnoho henofondu ta innovatsiynykh tekhnolohichnykh rishen: monohrafiya (2022). [Increasing pig productivity with the use of modern gene pool and innovative technological solutions: monograph]. / V.Ya. Lykhach, R.V. Faustov, P.O. Shebanin, A.V. Lykhach, L.H. Lenkov. Mykolaiv: Ilion. 275 p. [in Ukrainian].
9. Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsii svynarstva: navchalnyi posibnyk (2021). [Technology of production of pig products: a textbook]. / M. Povod, O. Bondarska, V. Lykhach, S. Zhyshka, V. Nechmilov ta in.; za red. M.H. Povoda. Kyiv: Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO. 360 p. [in Ukrainian].
10. Tekhnolohichni innovatsiyi v svynarstvi: monohrafiya [Technological innovations in pig production: a monograph]. / V.Ya. Lykhach, A.V. Lykhach. Kyiv: FOP Yamchynskyi O.V. 290 p. [in Ukrainian].
11. Khmelnychiy, L., Vechorka, V., Shpetnyi, M., Bordunova, O., Pavlenko, J., Opara, V. (2020). Fattening and slaughter qualities of pigs of different weight categories grown up in pens on a polymeric and concrete floor. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 1 (40):3–10. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.1> [in English].
12. Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version). *Official Journal of the European Union*. L 47. 18.2.2009, 5–13 [in English].
13. Council Directive 2010/63/EC of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Official Journal of the European Union*. L 276/33. 22.09.2010, 15–47 [in English].
14. Hoey, I. (2021). Feed conversion ratio improves for rearing herd. *Pig World*. Retrieved from: <https://www.pig-world.co.uk/news/feed-conversion-ratio-improves-for-rearing-herd.html> [in English].
15. Leen, F., Broeke, A.V., Aluwé, M., Lauwers, L., Millet, S., Meensel, J.V. (2017). Optimising finishing pig delivery weight: participatory decision problem analysis. *Animal Production Science*, 5, 1141–1152. <https://doi.org/10.1071/AN16098> [in English].
16. Lu, D., Jiao, S., Tiezzi, F., Knauer, M., Huang, Y., Gray, K.A., Maltecca, C. (2017). The relationship between different measures of feed efficiency and feeding behavior traits in Duroc pigs. *Journal of Animal Science*, 95(8), 3370–3380. <https://doi.org/10.2527/jas.2017.1509> [in English].
17. Povod, M., Tishchenko, O., Mykhalko, O., Verbelchuk, T.V., Verbelchuk, S., Sherbyna, O., Kalynychenko, H. (2022). Growth intensity and fattening qualities of pigs during changes in feeding types during reproduction and fattening. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 50–60. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9607> [in English].
18. Voshchenko, I., & Povod, M. (2024). Dynamics of the realization of the genetic potential of fattening qualities of Danish-bred pigs under industrial technology conditions. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(101), 170–181. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10129> [in English].
19. Więcek, J., Skomiał, J., Rekiel, A., Florowski, T., Dasiewicz, K., Kosińska, M. (2008). Fattening and slaughter parameters in the first period of fattening of pigs fed restrictive or semi ad libitum diets. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 58(3), 325–329. Retrieved from: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-article-bdf04b52-5a14-4fd9-88a0-c62bef46017e> [in English].
20. Zoric, M., Johansson, S.E., & Wallgren, P. (2015). Behaviour of fattening pigs fed with liquid feed and dry feed. *Porcine Health Management*, 1, 14. <https://doi.org/10.1186/s40813-015-0009-7> [in English].

ЕКОНОМІКА

УДК 658:001.895

Макаренко Н. О.

*доктор економічних наук, професор,
завідувач кафедри маркетингу та логістики,
Сумський національний аграрний університет
Суми, Україна*

*E-mail: ntmakar165@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7354-5122*

Гуцал Т. І.

*аспірантка спеціальності 075 «Маркетинг»
кафедри маркетингу та логістики,
Сумський національний аграрний університет
Суми, Україна*

*E-mail: hutsaltanya@ukr.net
ORCID: 0009-0009-5858-7493*

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ НАПРЯМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОК АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Анотація

У статті окреслено необхідність стратегічного вдосконалення маркетингового управління ланцюгами поставок сільськогосподарської продукції аграрних підприємств за умов реалізації ключових бізнес-процесів, як-от: обслуговування покупців; ефективне управління попитом; взаємодія учасників у реалізації процесів ланцюгів поставок; скорочення витрат по всьому ланцюгу поставок. Визначено основне завдання маркетингового управління ланцюгами поставок аграрної продукції через оптимізацію та зменшення витрат, пов'язаних із виробництвом, транспортуванням, зберіганням, переробкою та доведенням до споживачів продукції найвищої якості з урахуванням її специфіки. Розглянуто питання ролі та взаємодії маркетингу та логістики у стратегічних напрямках управління ланцюгами поставок аграрних підприємств, визначено перспективні напрями їх розвитку. На основі проведеного аналізу систематизовано поширені погляди й ідеї, розроблені в сучасній науці із проблем маркетингу та логістики в управлінні ланцюгами постачання. На основі сучасних досліджень проаналізовано питання, пов'язані з розвитком логістики та маркетингової індустрії. Описано основні тенденції гармонійного розвитку логістики на сучасному етапі функціонування аграрних підприємств. Аргументовано, що інтеграція процесів, які поєднують маркетинг і логістику, забезпечує значний вплив на найважливіші управлінські функції компанії, створює можливість для підвищення корисності та цінності продукту. Дослідження зосереджено на включенні маркетингової логістики в систему управління ланцюгами поставок аграрної продукції підприємства та спрямоване на визначення її позиції як ключового елементу для підвищення операційної ефективності. Доведено важливість визначення ефективності маркетингової логістики через вплив чинників навколишнього середовища на організаційні аспекти впровадження системи. Визначено позиціонування впровадження суб'єктами господарювання маркетингової логістики як ключового елементу конкурентної корпоративної стратегії, що значно підвищує продуктивність підприємства.

Ключові слова: маркетингова логістика, ланцюги поставок, маркетингове управління, аграрне підприємство, збут, аграрна продукція.

Вступ. Хоча Україна є країною з високим потенціалом сільськогосподарського виробництва та споживання і широким асортиментом сільськогосподарської продукції, ефективність ланцюга постачання аграрної продукції

є досить низькою, насамперед через уведення воєнного стану в Україні та повномасштабне вторгнення Росії із 2022 р., що є наслідком низки помилок у ланцюзі поставок, серед яких надмірна кількість ланок, низький рівень організації, інформаційна асиметрія, нераціональний розподіл прибутку та відсутність координації. Основними причинами високих втрат сільськогосподарської продукції є високі витрати, низька ефективність і незадовільний логістичний менеджмент аграрних підприємств, що унеможливує сталий розвиток сільськогосподарського виробництва в Україні. Тому для досягнення дотримання принципів сталого розвитку та мінімізації втрат варто звернути увагу на формування стратегічних напрямів удосконалення ефективного управління ланцюгами поставок аграрної продукції, їх оптимізацію в умовах безпековості.

Мета роботи. Мета дослідження полягає у формуванні стратегічних напрямів удосконалення маркетингового управління ланцюгами поставок продукції, визначенні можливостей використання інструментів інтегрованого логістичного управління на аграрних підприємствах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Упровадження стратегічних напрямів і вдосконалення управління ланцюгами поставок в аграрному секторі України, безумовно, є актуальним. Щоб досягти інтеграції маркетингових і логістичних цілей за допомогою механізмів маркетингового стратегічного управління ланцюгом поставок, як відправної точки для подальших процесів ухвалення стратегічних або управлінських рішень, важливо мати широкий погляд на проблемні питання, пов'язані з функціонуванням компанії в рамках ланцюга поставок, що неможливо без інтеграції маркетингової та логістичної інформації із внутрішніх і зовнішніх джерел. У цьому контексті доречно адаптувати добре відому інтегровану систему стратегічного управління маркетингом. Система охоплює систему стратегічного аудиту управління маркетингом, систему побудови портфеля стратегій управління маркетингом та систему стратегічних змін в управлінні корпоративним маркетингом, особливо у FMCG та інших основних ланцюгах поставок. Важливо адаптувати їх до впровадження бізнес-процесів. До основних явищ і причин, що зумовлюють необхідність процесу інтеграції логістики та маркетингу в управління ланцюгами постачання, необхідно віднести: підвищення ступеня диверсифікації ринку, посилення конкуренції, інтеграції економічних процесів і процесів ухвалення рішень, а також розвиток нових технологій.

Стратегічні напрями вдосконалення маркетингового управління ланцюгами поставок аграрної продукції базуються на трьох елементах, як-от: задоволення споживачів, інтегрована маркетингово-логістична діяльність, прибуток підприємства. Визначення стратегічних напрямів удосконалення управління ланцюгами поставок аграрної продукції: прогнозування ринкової кон'юнктури, розроблення довгострокових планів організації управління ланцюгами поставок сільськогосподарських підприємств, підготовка бюджетів управління ланцюгами поставок, підготовка нормативних рівнів витрат на управління ланцюгами поставок, обґрунтування вибору конкретних ланцюгів поставок сільськогосподарської продукції, планування загального процесу управління ланцюгами поставок, розроблення інформаційної підтримки управління [7, с. 171].

Ланцюги поставок, що характеризуються високою швидкістю та низькою вартістю, часто не можуть впоратися з несподіваними змінами попиту та пропозиції. Деякі українські агровиробники під час воєнного стану централізували виробництво та дистрибуцію, отримали ефект масштабу та доставляли продукцію покупцям великими партіями, щоб мінімізувати час, транспортні витрати та кількість рейсів. Якщо попит на якусь аграрну продукцію, обсяг постачання або асортимент раптово зростає без попередження, ці агрокомпанії не зможуть вчасно відреагувати, навіть якщо матимуть необхідну сільськогосподарську продукцію на складі [1, с. 150].

Провідні вітчизняні агрохолдинги також намагаються враховувати інтереси всіх інших партнерів по ланцюгу поставок у своїх стратегіях, оскільки вони насамперед зацікавлені в ефективності власної діяльності. У контексті ланцюга поставок, навіть якщо інтереси підприємства відхиляються від інтересів інших учасників ланцюга поставок, його діяльність не підвищує ефективності всього ланцюга. І навпаки, підприємства можуть досягти спільних інтересів та конкурентоспроможності в ланцюгу поставок ухваленням спільних стратегічних рішень.

З огляду на те, що ефективність сучасних бізнес-процесів визначає взаємодію між різними функціональними областями, маркетинг і логістика відіграють особливу роль в їх інтеграції, що є стратегічно важливим кроком на шляху до успіху та конкурентоспроможності виробників. Найбільший ефект від упровадження маркетингової та логістичної діяльності можливий тільки тоді, якщо ці концепції будуть глибоко інтегровані. Такий комплексний підхід гарантує, що маркетингово-логістичні зусилля будуть спрямовані на досягнення стратегічних і оперативних цілей бізнесу, а також створення інтегрованої структури управління маркетингової логістики. Це полегшує інтеграцію планування, виконання та контролю фізичного переміщення продукції від виробника до споживача для задоволення потреб ринку та підвищення прибутковості підприємств [3, с. 13].

Для ухвалення ефективних бізнес-рішень у системі управління логістикою сільськогосподарських підприємств мають бути створені такі передумови: розроблення систем ухвалення логістичних рішень і сприяння виконанню завдань і функцій ключових бізнес-процесів, визначення ефективних завдань і дій, здійснення детального логістичного аналізу діяльності підприємства з метою виявлення проблем і причин неефективного функціонування ланцюгів поставок. Ці дії в галузі економічного управління дозволять підвищити ефективність логістичних систем, сформувати логістичні інформаційні системи та створити ефективні ланцюги поставок.

Для досягнення інтеграції маркетингових і логістичних цілей за допомогою механізмів маркетингового логістичного управління важливо забезпечити широке розуміння питань, пов'язаних із функціонуванням

учасників ланцюгів поставок. Це неможливо без інтеграції маркетингової та логістичної інформації із внутрішніх і зовнішніх джерел як відправної точки для ухвалення подальших стратегічних або операційних рішень [4, с. 96].

Важливо адаптувати наявну інтегровану систему логістичного управління стратегічним маркетингом підприємства до системи, яка формує портфель стратегій управління та синхронізації маркетингових, логістичних і фінансових стратегій з погляду всіх ключових сфер ланцюга постачання продукції: політики ціноутворення, комунікацій, обслуговування покупців і управління попитом. Сфери створення попиту (маркетингу) та задоволення попиту (логістики) не варто розглядати як окремі функції. Їх можна визначати за допомогою системи управління ланцюгами поставок. У результаті продукція доставляється споживачам найбільш ефективним способом. Така інтеграція закладає основу для розвитку так званої маркетингової логістики в загальній структурі ланцюга поставок [5].

Логістична діяльність підприємств агропромислового комплексу, на відміну від інших галузей, характеризується складними, багатолінійними і багатовекторними характеристиками, тому потребує багатовимірного підходу. Його основна відмінність полягає в тому, що агропромисловий комплекс орієнтований суто на закордонні продажі, а також забезпечує внутрішній перерозподіл виробленої продукції з урахуванням сезонності та коригування поставок і транспортування відповідно до виробничого циклу.

З початком масштабних воєнних дій морські транспортні термінали України були тимчасово закриті (із 24 лютого 2022 р. до укладання ініціативи про безпечне транспортування зерна та продуктів харчування через українські порти 22 липня 2022 р.), виробники були змушені використовувати альтернативні маршрути транспортування аграрної продукції, як-от залізничний і автомобільний, що привело до формування ще однієї моделі аграрного товарного ланцюга 6 (рис. 1).

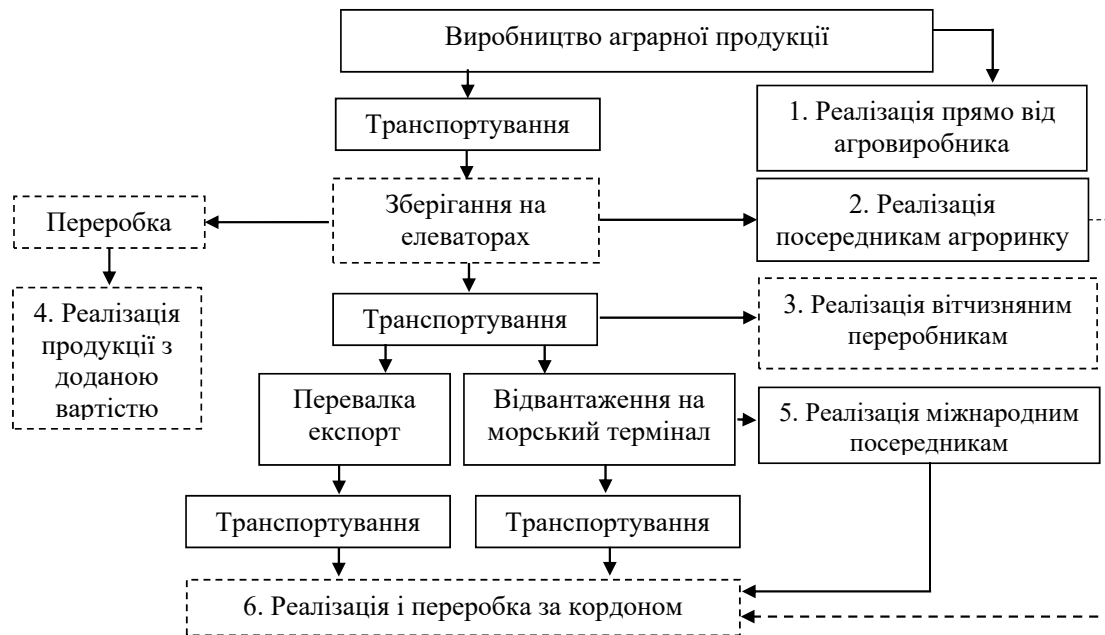


Рис. 1. Ланцюг поставок аграрної продукції

Джерело: сформовано авторами за матеріалами [2]

Пропускна спроможність цих логістичних потоків значно зросла, але її не досить для реалізації всього врожаю та його залишків, потужності найближчих елеваторів у сусідніх країнах, особливо в Польщі та Румунії, не відповідають потребам і не можуть бути швидко нарощені з низки об'єктивних причин. Ланцюгові моделі 1 і 2 є економічно не вигідними через зниження внутрішніх закупівельних цін на зернові й олійні культури в умовах зростання логістичних витрат (виручка від реалізації не покриває виробничих витрат), але це сприяє розширенню моделей 3 і 4, які передбачають створення продукції з доданою вартістю у країні. Моделі 5 і 6 здебільшого реалізуються через форвардні контракти, які також не завжди є економічно вигідними. Дещо інша ситуація склалася для виробників агропродовольчої продукції, які працюють за органічною технологією. Дослідження показало, що попит на органічну сою й органічний ріпак в Європейському Союзі (далі – ЄС) зростає. Окрім того, перехід на автомобільний транспорт зробив можливим виконання контрактів на постачання органічної продукції в ЄС, а висока премія за органічну сертифікацію компенсує збільшення транспортних і логістичних витрат. Загалом, більшість експертів аграрного ринку зазначають, що бізнес-модель ще більше зміниться в наступному виробничому сезоні, оскільки більшість компаній підтримують свою діяльність завдяки перехідним залишкам у 2022 р.

Ланцюг поставок може бути довшим або коротшим, чим довший ланцюг поставок, тим складніше його контролювати. Склад ланцюга поставок аграрної продукції має свої особливості, які в основному зумовлені

складом учасників. Постачальником такої продукції можуть бути самі торгові, переробні та сільськогосподарські підприємства, для яких характерні різні обсяги, параметри планування, інструкції та цінова політика. Удосконалені логістичні рішення системи управління ланцюгами поставок забезпечують зміну логістичної стратегії, стійке зростання та значну конкурентну перевагу як у внутрішньому, так і у глобальному вимірах [6, с. 96].

Отже, до стратегічних напрямів удосконалення маркетингового управління ланцюгами поставок варто віднести: дослідження попиту та стимулювання продажів; ринкове планування виробництва продукції; оброблення замовлень; зберігання готової продукції; оптимізацію збутової політики; доставку готової продукції споживачу; післяпродажне обслуговування. Основні цілі стратегічного вдосконалення маркетингового управління ланцюгом поставок аграрної продукції полягають в отриманні значного прибутку на рівні ринкових цін завдяки зниженню витрат на логістику, забезпечення високого рівня обслуговування покупців, забезпечення стабільності підприємства на ринку та координації всіх дій учасників ланцюга поставок. Принцип маркетингового управління ланцюгом поставок має стати основним принципом менеджменту, бо орієнтований на продаж продукції та збільшення доходів з урахуванням цього управління.

Висновки. Результатом дослідження є формування стратегічних напрямів маркетингового управління ланцюгами поставок аграрної продукції й обґрунтування напрямів його вдосконалення через процеси інтеграції. Визначено, що для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних аграрних підприємств першочергово необхідно приділяти увагу конкурентним перевагам і маркетинговому управлінню ланцюгів поставок. Така необхідність зумовлена зміною пріоритетів формування ланцюгів доданої вартості та, як наслідок, появою нових можливостей управління ланцюгами поставок для забезпечення конкурентоспроможності. Трансформаційні процеси, спричинені воєнними діями в Україні, ускладнили відносини між учасниками та привели до появи нових ланок ланцюгів поставок аграрної продукції як на регіональному, так і на глобальному рівнях. Найвпливовішим чинником формування та функціонування ланцюгів поставок в аграрному секторі України виявилася логістична криза, від вирішення якої залежить вибір стратегії подальшого розвитку агробізнесу. Нині для вітчизняних аграрних підприємств важливо впроваджувати практики позиціонування маркетингової логістики як ключового елементу конкурентної корпоративної стратегії, що значно підвищує продуктивність ланцюгів поставок аграрної продукції й ефективність господарювання учасників загалом.

Список використаних джерел

1. Бойченко М. Управління ланцюгами поставок у повоєнний період. *Вісник економічної науки України*. 2022. № 1. С. 148–152.
2. Гриценко С. Моделювання системи цінностей еколанцюга постачань як домінанта транспортно-логістичних кластерів. *Вісник економічної науки України*. 2019. № 1. С. 31–34.
3. Ковальчук С., Слободян Б. Інтеграція концепції маркетингу в логістичну систему підприємства. *Вісник Донецького національного університету управління*. 2016. № 4 (73). С. 11–17.
4. Кулик А., Самойленко А. Теоретичні засади управління ланцюгом поставок та оцінка його ефективності. *SWorld Journal*. 2021. Вип. 7. С. 94–104.
5. Ларіна Т., Даниленко В. Концепція управління ланцюгами постачань в системі менеджменту підприємств через призму світового досвіду. *Регіональна економіка та управління*. 2018. Вип. 4 (22). URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/646912.pdf>.
6. Маєвська Н. Трансформація агропродовольчих ланцюгів у контексті війни в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2022. Вип. 69. С. 91–98.
7. Харсун Л. Ефективність логістики сільськогосподарської продукції як фактор підвищення її конкурентоспроможності. *Товари і ринки*. 2018. № 1. С. 168–179.

Makarenko N. A.

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Marketing and Logistics,
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine

E-mail: nmakar165@ukr.net

ORCID: 0000-0001-7354-5122

Hutsal T. I.

Postgraduate Student in Specialty 075 "Marketing"
at the Department of Marketing and Logistics,
Sumy National Agrarian University
Sumy, Ukraine

E-mail: hutsaltanya@ukr.net

ORCID: 0009-0009-5858-7493

FEATURES OF THE USE OF INFORMATION MARKETING SYSTEMS IN THE SALES ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Abstract

The article outlines the need for strategic improvement of marketing management of the supply chain of agricultural products of agricultural enterprises under the conditions of implementation of key business processes: customer service; effective demand management; interaction of participants in the implementation of supply chain processes; reduction of costs throughout the supply chain. The main task of marketing management of supply chains of agricultural products is determined through optimization and reduction of costs associated with the production, transportation, storage, processing and delivery to consumers of the highest quality products, taking into account its specifics. The issues of the role and interaction of marketing and logistics in strategic directions of supply chain management of agricultural enterprises are considered and promising directions of their development are identified. Based on the analysis, existing views and ideas developed in modern science on the problems of marketing and logistics in supply chain management are systematized. Based on modern research, issues related to the development of logistics and the marketing industry are analyzed. The main trends in the harmonious development of logistics at the current stage of the functioning of agricultural enterprises are described. It is argued that the integration of processes that combine marketing and logistics provides a significant impact on the most important management functions of the company, creating opportunities for increasing the utility and value of the product. The study focuses on the inclusion of marketing logistics in the supply chain management system of agricultural products of the enterprise and is aimed at determining its position as a key element for increasing operational efficiency. The importance of determining the effectiveness of marketing logistics through the influence of environmental factors on the organizational aspects of the system implementation is proven. The positioning of the implementation of marketing logistics by business entities as a key element of a competitive corporate strategy, which significantly increases the productivity of the enterprise, is determined.

Key words: marketing logistics, supply chain, marketing management, agricultural enterprise, sales, agricultural products.

References

1. Boychenko, M.V. (2022). Upravlinnya lantsyuhamy postavok u povoyennyi period [Supply Chain Management in the Postwar Period]. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*, iss. 1, pp. 148–152 [in Ukrainian].
2. Hrytsenko, S.I. (2019). Modelyuvannya systemy tsinnostey ekolantsyuha postachan' yak dominanta transportno-lohistychnykh klasteriv [Modeling the value system of the supply chain as a dominant of transport and logistics clusters]. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*, iss. 1, pp. 31–34 [in Ukrainian].
3. Kovalchuk, S.V., & Slobodyan, B.V. (2016). Intehratsiya kontseptsii marketynhu v lohistychnu systemu pidpryyemstva [Integration of the marketing concept into the logistics system of the enterprise]. *Bulletin of the Donetsk National University of Management*, iss. 4 (73), pp. 11–17 [in Ukrainian].
4. Kulyk, A., & Samoilenko, A. (2021). Teoretychni zasady upravlinnya lantsyuhom postavok ta otsinka yoho efektyvnosti [Theoretical principles of supply chain management and assessment of its effectiveness]. *SWorld Journal*, iss. 7, pp. 94–104 [in Ukrainian].
5. Larina, T.F., & Danilenko, V.V. (2018). Kontseptsiya upravlinnya lantsyuhamy postachan' v systemi menedzhmentu pidpryyemstv cherez pryzmu svitovoho dosvidu [The concept of supply chain management in the enterprise management system through the prism of world experience]. *Regional Economics and Management*, iss. 4 (22). Retrieved from: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/646912.pdf> [in Ukrainian].
6. Mayevska, N.I. (2022). Transformatsiya ahroprodovol'chykh lantsyuhiv v konteksti viyny v Ukrayini [Transformation of agri-food chains in the context of the war in Ukraine]. *Market Infrastructure*, iss. 69, pp. 91–98 [in Ukrainian].
7. Kharsun, L. (2018). Efektyvnist' lohistyky sil's'kohospodars'koyi produktsiyi yak faktor pidvyshchennya yiyi konkurentospromozhnosti [The effectiveness of agricultural product logistics as a factor in increasing its competitiveness]. *Goods and Markets*, iss. 1, pp. 168–179 [in Ukrainian].

УДК 637:338.43

Місюк М. В.

доктор економічних наук, професор,
заслужений економіст України,
директор Навчально-наукового інституту бізнесу і фінансів,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: dekan-ekon@pdatu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-2903-7715

Сушарник Я. А.

кандидат економічних наук,
викладач кафедри публічного управління, менеджменту та інклюзивної економіки,
Навчально-реабілітаційний заклад вищої освіти «Кам'янець-Подільський державний інститут»
Кам'янець-Подільський
E-mail: Susharnuk1990@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6104-343X

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИЙ РОЗВИТОК ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА: ПРИНЦИПИ ТА НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Анотація

Конкурентоспроможність галузі тваринництва є чинником, що визначає її здатність не лише задовольняти потреби внутрішнього ринку, а й успішно конкурувати на міжнародних ринках. В умовах постійних змін економічного, соціального й екологічного середовища, зростання вимог споживачів галузь має адаптуватися до нових викликів і використовувати інноваційні підходи для підвищення ефективності виробництва, зниження витрат і забезпечення сталого розвитку. У статті проаналізовано основні принципи конкурентоспроможного розвитку тваринництва, визначено ключові стратегії та напрями, які сприяють підвищенню продуктивності, екологічній відповідальності й ефективному використанню ресурсів, що є необхідними для забезпечення її стабільного та конкурентоспроможного розвитку як на національному, так і на міжнародному рівнях.

У статті детально розглядається конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва, акцентується увага на принципах, напрямках і стратегіях підвищення ефективності цієї галузі в умовах сучасних глобальних викликів. Автори визначають конкурентоспроможність галузі як здатність створювати стійкий обсяг доданої вартості шляхом раціонального використання ресурсів, ефективної організації виробничих процесів, залучення інвестицій і освоєння нових ринків. Особливу увагу у статті приділено характеристикам тваринницької галузі, як-от висока залежність від природно-кліматичних умов, велика капіталомісткість і складність технологічних процесів, сезонність виробництва, вимоги до здоров'я тварин і генетики, що безпосередньо впливають на ефективність.

Пропонується визначення конкурентоспроможності на кількох рівнях: макrorівні (національний і міжнародний), мезорівні (галузевий і регіональний), мікрорівні (підприємницький або виробничий), що дозволяє забезпечити комплексний підхід до аналізу та розвитку галузі. Відзначено, що для досягнення високої конкурентоспроможності необхідно адаптувати галузь до постійно змінюваного економічного середовища, активно впроваджувати інноваційні технології, що підвищують продуктивність і знижують витрати.

У статті детально розглядаються стратегії (підходи) до підвищення конкурентоспроможного розвитку галузі тваринництва. Одним із ключових підходів до підвищення конкурентоспроможності галузі тваринництва є впровадження інноваційних технологій, як-от автоматизація виробництва, біотехнології для покращення генетики тварин і новітні методи годівлі. Важливу роль відіграє екологічна відповідальність, яка передбачає використання екологічно чистих технологій і сталих практик ведення сільського господарства, що відповідає зростанню вимог споживачів до безпечної продукції. Зниження витрат через оптимізацію використання ресурсів, удосконалення логістики і підвищення ефективності праці є критичними для збереження рентабельності галузі. Успішний конкурентоспроможний розвиток залежить від розвитку кадрового потенціалу, залучення молодих фахівців і постійного навчання працівників для впровадження інновацій. Інструментами є ефективні маркетингові стратегії, спрямовані на створення бренду, просування якісної й екологічно чистої продукції, освоєння нових ринків збуту через цифрові платформи, що відкривають нові можливості для розвитку галузі.

Ключові слова: конкурентоспроможність, ефективність, інновації, сталий розвиток, продуктивність, інвестиції, виклики.

Вступ. Конкурентоспроможність галузі тваринництва є ключовим чинником для забезпечення стабільного розвитку аграрного сектору, зокрема в умовах глобалізації, змінюваного клімату та зростання вимог споживачів до якості продукції. У сучасному світі, де економічна ситуація, технологічні інновації й екологічні вимоги постійно

змінюються, необхідно вчасно адаптувати виробничі процеси і стратегії розвитку галузі для забезпечення її ефективності та конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку. Важливими чинниками, що впливають на конкурентоспроможність тваринництва, є інноваційні технології, раціональне використання ресурсів, екологічна відповідальність, високий рівень кадрової кваліфікації й ефективна маркетингова політика. У цьому контексті підвищення ефективності галузі потребує розроблення та впровадження комплексних підходів і стратегій для оптимізації виробництва та виходу на нові ринки.

Мета роботи. Метою дослідження є проведення аналізу принципів конкурентоспроможного розвитку галузі тваринництва, виявлення основних напрямів підвищення ефективності виробництва в умовах сучасних економічних і екологічних викликів, визначення шляхів забезпечення сталого розвитку та конкурентоспроможності цієї галузі на внутрішньому та міжнародному рівнях.

Методика досліджень. Було застосовано комплексний підхід, що включає аналіз теоретичних аспектів розвитку галузі, зокрема огляд існуючих наукових праць, монографій, статей, що стосуються розвитку тваринництва, конкурентоспроможності й ефективності в сільському господарстві. Визначення основних принципів конкурентоспроможного розвитку тваринництва, як-от інноваційність, сталий розвиток, адаптація до змін клімату й економічних умов.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під конкурентоспроможністю галузі варто розуміти здатність створювати обсяг, що зростає, доданої вартості на основі підвищення ефективності використання чинників виробництва, забезпечення інвестиційної привабливості бізнесу й освоєння нових ринків. З огляду на це визначення найбільш загальними показниками конкурентоспроможності галузі є обсяг і динаміка доданої вартості в розрахунку на одного зайнятого [9].

А.В. Остапенко дає таке визначення конкурентоспроможності галузі: «це ефективність роботи сукупності підприємств, що оцінюється, окрім традиційних критеріїв, за показниками, що характеризують і описують міру живучості та динамічності галузі за різних сценаріїв розвитку економіки даної країни і світу загалом» [5].

Згідно із працями провідного спеціаліста з міжнародної конкуренції Майкла Портера, конкурентоспроможність галузі – це її здатність залучати інвестиції та забезпечувати високий рівень прибутковості капіталу [8].

М.М. Шевченко розглядає міжнародну конкурентоспроможність галузі як здатність національної галузі забезпечувати високий рівень задоволення власною продукцією визначеної суспільної потреби порівняно з конкурентами, утримувати та зміцнювати стійкі позиції в окремих сегментах світового ринку та забезпечувати прибутковість на основі раціонального використання ресурсів в умовах глобалізації [10].

У праці Н.Б. Побережця наголошується, що галузь втрачає свою конкурентоспроможність, якщо знижується її частка в національному експорті або зростає загальний обсяг імпорту в національному виробництві або споживанні. Аналогічно, зниження частки галузі у світовому експорті або зростання частки світового імпорту, скориговане на частку країни у світовій торгівлі, вказує на втрату конкурентоспроможності [6].

Прихильники інституціонального напрямку економічної думки у складі галузі розглядають не тільки безпосередніх виробників товару, а і їхню зовнішню інфраструктуру. «Галузь – щось більше, ніж сукупність незалежних фірм, а міжфірмові відносини – щось більше, ніж цінова конкуренція. Галузеві інститути можуть надавати зворотний вплив на організацію окремих фірм, їхню стратегію, їхню колективну конкурентоспроможність» [9].

Отже, після проведеного аналізу наведених вище визначень можемо сказати, що сутність конкурентоспроможного розвитку полягає у здатності підприємства або країни досягати стабільного росту та розвитку в умовах жорсткої конкуренції на внутрішньому та міжнародному ринках. Конкурентоспроможність є показником, який визначає ефективність функціонування економічних суб'єктів і їхню здатність адаптуватися до змін в економічному середовищі, швидко реагувати на нові можливості та виклики.

Галузь тваринництва має низку специфічних особливостей, які визначаються як особливостями самої галузі, так і зовнішніми чинниками, що впливають на неї. Наведемо аспекти, що характеризують цю галузь:

1. Висока залежність від природно-кліматичних умов.

Тваринництво є галуззю, яка значною мірою залежить від природно-кліматичних умов. Продуктивність тварин, стан їхнього здоров'я, доступність кормів і води, рівень екологічного навантаження на навколишнє середовище – усе це прямо пов'язано із кліматичними умовами. Щоб забезпечити конкурентоспроможність галузі, необхідно враховувати місцеві природно-кліматичні особливості, адаптувати технології виробництва до змін, пов'язаних із глобальним потеплінням і змінами клімату.

2. Висока капіталомісткість і складність технологічних процесів.

Тваринництво потребує значних інвестицій у виробничі потужності, обладнання й інфраструктуру. Це стосується як великомасштабних агропідприємств, так і дрібних фермерських господарств. Інвестиції в технології, покращення умов утримання тварин, автоматизація процесів і розвиток кормової бази є основою для підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Окрім того, розроблення та впровадження інноваційних рішень у галузі є необхідним елементом для досягнення високої продуктивності.

3. Залежність від здоров'я та генетики тварин.

Оскільки продуктивність тваринництва безпосередньо залежить від здоров'я тварин, то збереження здоров'я, запобігання хворобам і проведення вакцинацій мають велике значення для збереження конкурентоспроможності.

Покращення порід тварин може суттєво збільшити їхню продуктивність, знизити витрати на годівлю та покращити якість кінцевої продукції (м'яса, молока, шкіри тощо).

4. Висока сезонність виробництва.

У багатьох країнах тваринництво має виражену сезонність, яка може впливати на конкурентоспроможність. Наприклад, на виробництво молока, яєць чи м'яса можуть впливати погодні умови та зміни в сезонності кормової бази. Тому необхідно розробляти стратегії, які дозволяють зменшити вплив сезонних коливань через використання кормових добавок, підтримку стабільного рівня виробництва через технологічні нововведення, організацію зберігання та переробки продукції.

5. Зміна споживчих вподобань і вимог до якості.

Зміна споживчих звичок і збільшення попиту на органічну й екологічно чисту продукцію ставлять нові вимоги до виробників. Підвищення вимог до якості продукції, зокрема до її безпеки, харчових властивостей і екологічності, є чинником конкурентоспроможності. Тому виробники мають адаптувати свої процеси до нових стандартів, як-от органічне тваринництво, використання натуральних кормів і обмеження хімічних добавок.

6. Конкуренція на внутрішньому та міжнародному ринках.

Тваринництво є складовою частиною продовольчої безпеки багатьох країн, конкуренція як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках зростає. Для збереження конкурентних переваг необхідно не тільки забезпечити високий рівень продуктивності, але й здатність пристосовуватись до змін у законодавчій сфері, стандартів якості, до зміни політичної й економічної ситуації, особливо в умовах глобалізації та торгових відносин.

7. Необхідність сталого розвитку й екологічної відповідальності.

Оскільки тваринництво має суттєвий вплив на навколишнє середовище, важливими є стратегії сталого розвитку. Це передбачає зменшення викидів парникових газів, оптимізацію використання ресурсів, управління відходами, захист біорозмаїття. Упровадження екологічно чистих технологій, перехід до органічного виробництва та зменшення впливу на навколишнє середовище можуть стати елементами конкурентоспроможного розвитку галузі.

8. Регулювання та державна підтримка.

Конкурентоспроможність галузі тваринництва наряду залежить від рівня державної підтримки. Це передбачає субсидії, дотації, пільги для фермерів, розвиток інфраструктури та сприяння науково-дослідним роботам. Державна політика у сфері тваринництва повинна бути спрямована на підтримку розвитку галузі через стимулювання інновацій, покращення умов праці та виробничих процесів, забезпечення конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

9. Підвищення ефективності виробництва й організації праці.

Для забезпечення конкурентоспроможності необхідно постійно вдосконалювати організацію праці на фермах, покращувати управлінські процеси, використовувати автоматизацію й інноваційні технології. Це дозволяє не лише знизити витрати, але й забезпечити високу продуктивність, підвищити якість продукції й оптимізувати витрати на ресурси.

Отже, виходячи з вищенаведеного, ми можемо стверджувати, що конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва – це процес забезпечення стабільного, ефективного та стійкого функціонування цієї галузі, що дозволяє успішно конкурувати як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Для досягнення конкурентоспроможності необхідно враховувати низку специфічних чинників, як-от природно-кліматичні умови, капіталомісткість і складність технологічних процесів, здоров'я та генетика тварин, сезонність виробництва, зміна споживчих вподобань, конкуренція на ринках, екологічні вимоги, державна підтримка й ефективність організації праці.

Конкурентоспроможний розвиток передбачає адаптацію галузі до змін у зовнішньому середовищі, упровадження інноваційних технологій, оптимізацію витрат, підвищення якості продукції та сталий розвиток. Він ґрунтується на здатності галузі підвищувати продуктивність, упроваджувати екологічно чисті технології й ефективно використовувати ресурси, щоб задовольняти вимоги, що зростають, споживачів і забезпечити стабільне зростання на міжнародних ринках.

Конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва можна розглядати через кілька ключових рівнів, на кожному з яких визначаються свої специфічні завдання та напрями. Кожен із цих рівнів сприяє досягненню загальної мети – покращенню ефективності, сталого розвитку та здатності галузі конкурувати як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках. Давайте детальніше розглянемо кожен із рівнів.

Макрорівень (національний або міжнародний)

На макрорівні конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва перебуває під значним впливом державної політики та глобальних економічних умов. Ключовими чинниками, які формують умови для розвитку цієї галузі, є державне регулювання, міжнародні торгові угоди, макроекономічні умови, екологічні ініціативи та глобальні тенденції, що взаємопов'язані та безпосередньо впливають на конкурентоспроможність.

Державна політика є основою для створення сприятливих умов для виробників на національному рівні. Це передбачає підтримку через субсидії, дотації, податкові пільги, які можуть значно знизити витрати виробників та стимулювати розвиток галузі. Необхідним є розвиток інфраструктури, що охоплює покращення транспорту, зберігання й обробки продукції, створення умов для ефективного застосування наукових досягнень та інновацій

у виробництві. Підтримка наукових досліджень є важливою для впровадження нових технологій, генетичних досягнень, для розв'язання проблем, пов'язаних зі здоров'ям тварин і екологічною безпекою.

Взаємодія з міжнародними організаціями, як-от Світова організація торгівлі (далі – СОТ) чи Європейський Союз, визначає правила експорту й імпорту продукції, установлює стандарти якості, безпеки й екологічних вимог. Це вимагає від виробників адаптації до глобальних норм і стандартів, що впливає на конкурентоспроможність на міжнародному ринку. Водночас зміни в законодавстві, зокрема щодо регулювання якості продукції, можуть потребувати значних інвестицій у модернізацію виробничих потужностей і технологій.

Макроекономічні умови, як-от інфляція, коливання валютних курсів, зміни в цінах на енергоносії, суттєво впливають на конкурентоспроможність галузі тваринництва. Витрати на енергоресурси, інвестиції в сировину й обладнання безпосередньо впливають на собівартість продукції. Зміни в економічній ситуації можуть збільшити фінансові навантаження на виробників, що може погіршити їхню здатність конкурувати на ринку.

Не менш важливою складовою частиною є екологічна політика, що відображається в ініціативах сталого розвитку. Урядові програми, спрямовані на зменшення викидів парникових газів, покращення управління природними ресурсами та розвиток екологічно чистих технологій, впливають на розвиток тваринництва в напрямі більш екологічно відповідального виробництва. Важливою складовою частиною є впровадження норм щодо збереження біорізноманіття, що стає актуальним на тлі глобальних екологічних викликів.

Глобальні тенденції, як-от зміни клімату, мають безпосередній вплив на умови ведення тваринництва. Зміни температури, зміни погодних умов, засухи й аномальні опади можуть вплинути на доступність кормів, здоров'я тварин і загальний рівень продуктивності. Для збереження конкурентоспроможності галузі необхідно враховувати ці чинники, адаптувати виробничі процеси до нових умов. Це вимагає від виробників інвестицій у більш стійкі й адаптовані до змін клімату технології, що дозволяють зберігати ефективність і продуктивність навіть за змінюваних екологічних умов [3].

Мезорівень (галузевий або регіональний)

На мезорівні конкурентоспроможного розвитку галузі тваринництва основна увага зосереджена на специфіці окремих галузей чи регіонів. Це рівень, де управлінські рішення мають безпосередній вплив на виробничі процеси в межах окремих підприємств або навіть регіонів, які можуть мати різні умови для розвитку тваринництва залежно від природно-кліматичних чинників, типу виробництва й інших локальних особливостей.

Одним зі складників мезорівня є розвиток галузевих тенденцій та інновацій. Це стосується постійного впровадження нових технологій, методів ведення тваринництва, оптимізації процесів годівлі, розведення та лікування тварин. Інновації в цій сфері можуть передбачати, наприклад, використання біотехнологій для покращення генетичних характеристик тварин, що дозволяє підвищити продуктивність, стійкість до хвороб і зменшити витрати на корм. Упровадження автоматизованих систем управління господарством, моніторинг стану тварин через цифрові технології – усе це сприяє підвищенню ефективності та зниженню витрат, що має прямий вплив на конкурентоспроможність на рівні конкретної галузі або підприємства.

Різні природно-кліматичні умови в різних частинах країни або світу визначають вибір порід тварин, кормову базу, організацію виробничих процесів. Наприклад, у південних регіонах, де більше сонячного світла, можуть краще розвиватися ті породи тварин, що краще адаптовані до теплого клімату, тоді як у північних регіонах можуть бути більш вигідними інші породи. Різниця у кліматичних умовах впливає на кормову базу: в одних регіонах можуть бути обмежені ресурси для вирощування кормів, в інших – перевага у природних пасовищах. Урахування таких особливостей дає змогу оптимізувати виробничі процеси та підвищити ефективність, що є елементом конкурентоспроможності.

Економічна ефективність на мезорівні передбачає оптимізацію витрат на виробництво та поліпшення використання ресурсів, як-от енергія, вода та корми. Необхідно постійно шукати шляхи для зниження собівартості продукції, зокрема шляхом упровадження більш ефективних технологій і ресурсозберігальних практик. Це можуть бути інвестиції в автоматизацію виробничих процесів, удосконалення кормових технологій або поліпшення умов утримання тварин. Одним з елементів цього є створення галузевих програм, які стимулюють розвиток та інвестиції в нові технології, що дозволяють знижувати витрати та підвищувати продуктивність. Галузеві програми часто включають в себе як державні ініціативи, так і приватні інвестиції, що сприяють розвитку інновацій у тваринництві.

Партнерства й асоціації необхідні для розвитку галузі на мезорівні. Створення галузевих об'єднань або кооперацій між підприємствами дозволяє обмінюватися досвідом, ресурсами, взаємно підвищувати ефективність. Спільні інвестиції в інфраструктуру або в нові технології можуть значно покращити загальний рівень розвитку галузі на регіональному рівні.

Кожен регіон чи галузь має свою специфіку, тому розроблення регіональних стратегій маркетингу, що відповідають вимогам локального ринку, є ключовим елементом для підвищення конкурентоспроможності. Промислування продукції залежить від того, які споживачі є на ринку, якими є їхні вимоги до якості, безпеки й екологічності. Розроблення чітких стратегій, адаптованих до специфіки галузі та регіону, дозволяє підприємствам на місцевому рівні підвищити свій конкурентний потенціал, створює сприятливі умови для реалізації продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках [3].

Мікрорівень (підприємницький або виробничий)

На мікрорівні конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва зосереджений на безпосередній діяльності окремих підприємств і фермерських господарств, що здійснюють виробництво продукції. Це рівень, де ухвалюються конкретні управлінські та виробничі рішення, які безпосередньо впливають на ефективність роботи господарств, їхню здатність бути конкурентоспроможними на ринку.

Одним з основних аспектів на мікрорівні є управління виробництвом. На цьому етапі необхідно зосередитися на ефективному використанні доступних ресурсів, що передбачає організацію оптимальної роботи обладнання, утримання тварин, забезпечення високої продуктивності. Виробничі процеси мають бути максимально ефективними, що дозволяє знижувати витрати на виробництво, підвищувати якість продукції, таким чином робити підприємство більш конкурентоспроможним. Важливою складовою частиною є впровадження автоматизації та новітніх технологій, які сприяють зниженню трудовитрат і підвищенню продуктивності. Завдяки технологіям можна зменшити помилки, підвищити контроль за процесами та забезпечити більш стабільні результати.

Іншим чинником є управління здоров'ям тварин і генетичні покращення. Програми з охорони здоров'я тварин, зокрема й вакцинація, контроль за хворобами та своєчасне лікування, відіграють вирішальну роль у підтримці високої продуктивності та забезпеченні якості продукції. Підвищення генетичної стійкості до хвороб, поліпшення показників продуктивності, як-от зростання, молочність або м'ясність, знижують витрати на корм і підвищують ефективність виробництва.

Оптимізація кормової бази та годівлі є напрямом для досягнення конкурентоспроможності на мікрорівні. Використання сучасних технологій для створення раціонів, які забезпечують максимальну віддачу від кормів, дозволяє знизити їхні витрати та покращити якість продукції. Застосування наукових підходів до складу кормів, використання кормових добавок і добавок для покращення здоров'я тварин не тільки підвищують продуктивність, але й дозволяють виробникам знижувати витрати, тим самим зберігати конкурентні переваги на ринку.

Інвестиції та фінансова стабільність на цьому рівні мають значення для забезпечення сталого розвитку підприємства. Для закупівлі нових технологій, модернізації обладнання, покращення умов утримання тварин та розвитку інфраструктури необхідно знаходити джерела фінансування. Фінансова стабільність дозволяє не тільки забезпечити розвиток підприємства, але й бути гнучким у реагуванні на зміни ринку чи впровадження нових технологій. Це дає змогу підприємствам залучати інвестиції, розвивати нові напрями виробництва, збільшувати обсяги виробництва та розширювати ринки збуту.

Удосконалення управлінських процесів – це ще один критичний елемент на мікрорівні. Оптимізація організації праці на фермах, покращення комунікацій і взаємодії між працівниками дозволяють знизити операційні витрати та підвищити продуктивність праці. Необхідно запроваджувати сучасні методи управління, як-от упровадження автоматизованих систем для моніторингу та контролю виробничих процесів. Це дозволяє знижувати ризик помилки, підвищувати ефективність використання ресурсів і забезпечувати стабільність у виробництві.

Маркетинг і збут продукції на мікрорівні сприяють створенню конкурентних переваг. Розроблення маркетингових стратегій, які відповідають вимогам споживачів і ринковим умовам, є необхідним елементом для розширення ринків збуту. Адаптація до змін у споживчих уподобаннях, запровадження нових стандартів якості та безпеки продукції допомагають зберігати лояльність покупців і підвищувати попит на продукцію підприємства. Окрім того, ефективна система збуту та логістики дозволяє знижувати витрати на транспортування та забезпечувати своєчасну доставку продукції на ринок [3].

Підвищення конкурентоспроможного розвитку галузі тваринництва передбачає використання комплексу стратегій (підходів), що сприяють не тільки поліпшенню ефективності виробництва, а й забезпеченню стійкості й адаптації до постійно змінюваного ринку. Розглянемо їх детальніше.

Одним із головних підходів є інноваційний, який полягає в упровадженні новітніх технологій у виробничі процеси. Це передбачає використання автоматизованих систем управління, біотехнологій для поліпшення генетики тварин, нових методів годівлі й удосконалення умов утримання.

Різноманітність сприяє зниженню ризиків і забезпеченню стабільності галузі. Вона передбачає розширення асортименту продукції, що дозволяє підприємствам не залежати від одного виду товару, а пропонувати споживачам широкий спектр продуктів, як-от молоко, м'ясо, шкіра або органічні продукти. Різноманітність охоплює пошук нових ринків збуту та розвиток експортних можливостей, що забезпечує доступ до більш широких споживчих сегментів.

Зниження витрат є одним з основних аспектів конкурентоспроможного розвитку. Це передбачає оптимізацію раціонального використання ресурсів, як-от корм, енергія та вода, через упровадження більш ефективних технологій і організаційних процесів. Раціональне використання праці й автоматизація виробництва дозволяють знизити витрати на робочу силу та забезпечити високу рентабельність. Покращення логістики й оптимізація постачань є елементами цієї стратегії, оскільки дозволяють зменшити витрати на транспортування та зберігання продукції, що значно підвищує її конкурентоспроможність.

Екологічний підхід є важливим в умовах глобальних змін клімату та підвищення вимог до сталого розвитку. Він передбачає застосування екологічно чистих технологій, як-от використання відновлюваних джерел енергії та зниження викидів забруднюючих речовин. Окрім того, популяризація органічного виробництва та сталого

ведення сільського господарства підвищує привабливість продукції серед споживачів, які шукають екологічно чисті товари.

Для забезпечення конкурентоспроможності необхідно розвивати кадровий потенціал. Програми в цьому напрямі полягають у постійному навчанні та підвищенні кваліфікації працівників, що дозволяє ефективно використовувати новітні технології та методи ведення господарства.

Маркетингова стратегія є складовою частиною конкурентоспроможного розвитку. Вона охоплює створення бренду, акцент на якості й екологічності продукції, що дозволяє виділитися на ринку серед конкурентів. Розвиток нових каналів збуту, зокрема через онлайн-платформи та партнерські мережі, сприяє поширенню продукції на нові ринки.

Комплексне застосування цих напрямів дозволяє забезпечити конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва, забезпечити її ефективність, сталість і здатність адаптуватися до вимог ринку [3].

Тваринництво в Україні є однією із ключових галузей аграрного сектору, яка значною мірою визначає продовольчу безпеку країни та забезпечує робочі місця для мільйонів людей. Натепер галузь переживає численні труднощі, що зумовлені не лише внутрішніми проблемами, а й наслідками війни, яка значно ускладнила функціонування сільськогосподарських підприємств. Зокрема, суттєвих втрат зазнала інфраструктура, знищено частину виробничих потужностей, а також зросли ризики для безпеки працівників у зонах конфлікту.

В умовах війни виробництво тваринницької продукції зазнало значних втрат, оскільки багато тваринницьких господарств не змогли продовжити свою діяльність через руйнування інфраструктури, обмежений доступ до кормів і відсутність фінансування. Проте деякі підприємства, розташовані в західних і центральних регіонах, змогли продовжувати свою роботу, що дозволяє зберігати рівень виробництва.

У повоєнний період ключовим завданням для тваринництва буде відновлення інфраструктури, що передбачає відновлення ферм, оновлення кормової бази, поліпшення генетики тварин і відновлення логістичних ланцюгів. Важливою складовою частиною стане впровадження інноваційних технологій, зокрема автоматизації процесів і біотехнологій, що дозволить підвищити продуктивність і знизити витрати.

Одним з основних напрямів відновлення галузі в післявоєнний період стане розвиток екологічно чистого й органічного виробництва, яке матиме попит на внутрішньому та міжнародному ринку. З урахуванням сучасних глобальних викликів, як-от зміна клімату й екологічні вимоги, Україна може зосередитися на розвитку сталого тваринництва, яке забезпечить високі екологічні стандарти.

У післявоєнний період важливими аспектами будуть розвиток людського капіталу, залучення молодих фахівців і навчання працівників нових технологій. Окрім того, велике значення буде мати підтримка держави, особливо через фінансові інструменти для відновлення виробництва та підтримки конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках. Залучення інвестицій, розвиток партнерських відносин із міжнародними компаніями та підтримка експорту будуть основними напрямками для забезпечення сталого розвитку галузі.

Висновки. Конкурентоспроможність галузі тваринництва значною мірою залежить від упровадження сучасних інноваційних технологій, як-от автоматизація виробничих процесів, біотехнології для поліпшення генетики тварин і новітні методи годівлі. Ці технології сприяють зниженню витрат, підвищенню продуктивності та покращенню якості продукції, що є важливими чинниками у відповідь на глобальні виклики. Зростання вимог споживачів до безпечної й екологічно чистої продукції дозволяє підвищити конкурентоспроможність на ринку та забезпечити довгострокову стійкість галузі. Удосконалення логістики й управлінських процесів забезпечує стабільність і рентабельність підприємств, а розвиток кадрового потенціалу є необхідною умовою для впровадження інновацій. Окрім того, маркетингові стратегії, спрямовані на створення бренду та просування продукції, значно підвищують конкурентоспроможність галузі, зокрема через освоєння нових ринків і експортних можливостей.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі подальших досліджень необхідно зосередитись на вивченні новітніх технологій, зокрема автоматизації та роботизації виробничих процесів, а також на розробленні ефективних екологічних стандартів, що сприятимуть зниженню негативного впливу на навколишнє середовище та підвищенню продуктивності. Перспективними є дослідження в галузі маркетингових стратегій, зокрема вивчення ефективності онлайн-продажів і розвитку експортних можливостей для продукції тваринництва. Важливим напрямом є також дослідження впливу державної підтримки й ефективності міжнародних економічних угод на розвиток галузі. Окрім того, значну увагу варто приділити розвитку людського капіталу, упровадженню програм навчання, підвищенню кваліфікації працівників і залученню молоді до галузі, що необхідно для успішного впровадження інновацій і забезпечення конкурентоспроможності в умовах постійних змін.

Список використаних джерел

1. Андрушків Б.М. Модернізація підприємств як конкурентна перевага організаційно-економічного розвитку. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2022. Вип. 3. С. 198–203.
2. Білоткач І.А. Інституційні основи конкурентної стратегії виробників органічної агропромислової продукції України на зовнішніх ринках. *Економіка та держава*. 2022. № 1. С. 93–99.
3. Гацько А.Ф. Конкурентоспроможний розвиток суб'єктів агробізнесу: теорія та практика. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2018. Вип. 193. С. 139–149.

4. Задорожна Н.Т. Поняття конкурентних переваг. *Підприємництво, господарство і право*. 2005. № 1. С. 100–103.
5. Місюк М.В. Інноваційно-інвестиційний підхід до формування та підвищення конкурентоспроможності продукції тваринництва. *Економіка АПК*. 2016. № 3. С. 74–79.
6. Остапенко А.В. Визначення сутності поняття «конкурентоспроможність галузі». *Бізнес Інформ*. 2015. № 5. С. 15–23.
7. Побережець Н.Б. Оцінка конкурентоспроможності олійної галузі України на світовому ринку. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва*. 2009. № 11. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vkhnau_ekon/2009_11/pdf/11_43.pdf.
8. Пономарьова М.С. Конкурентостійкість сільськогосподарських підприємств як запорука стратегічного економічного розвитку. *Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва*. Серія «Економічні науки». 2016. № 1. С. 285–295.
9. Портер М. Конкурентна стратегія. Техніки аналізу галузей і конкурентів. / пер. з англ. Н. Кошманенко. Київ : Наш формат, 2020. 424 с.
10. Пуцентейло П.Р. Конкурентоспроможний розвиток галузі тваринництва як найвищий рівень прояву конкуренції. *Інноваційна економіка*. 2014. № 3. С. 55–61.
11. Шевченко М.М. Методи оцінки конкурентоспроможності галузей промисловості в умовах інтернаціоналізації : автореф. дис. ... канд. екон. Наук : 08.07.01. Харків, 2006. 19 с.
12. Шпикуляк О.Г., Ходаківська О.В., Пугачов М.І., Грищенко О.Ю. Розвиток аграрного сектору економіки України в умовах євроінтеграції. *Економіка АПК*. 2021. № 8. С. 26–41.
13. Pardo Y., Castorena O., & Milton A. Key Factors of Competitiveness and Sustainability in Livestock Systems of The Andean-Amazonian Piedmont. *Mercados Y Negocios*. 2022. № 45. P. 27–48. DOI: 10.32870/myn.vi45.7663.g6735.
14. Brito A.E.P., de Jesus Espinosa A., and Gordillo K.P.Q. Factors of Competitiveness for the Bovine Livestock in Yucatan, Mexico. 2019. *Bovine Science – A Key to Sustainable Development* / S.S.O., & S.J. Patil (Eds.). Intech Open. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79305>.

Misyuk M. V.

*Doctor of Economic Sciences, Professor,
Honored Economist of Ukraine,
Director of the Educational and Scientific Institute of Business and Finance,
Higher Educational Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: dekan-ekon@pdatu.edu.ua
ORCID: 0000-0003-2903-7715*

Susharnyk Ya. A.

*Candidate of Economic Sciences,
Lecturer at the Department of Public Administration, Management, and Inclusive Economics,
Educational and Rehabilitation Institution of Higher Education “Kamianets-Podilskyi State Institute”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: Susharnuk1990@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6104-343X*

THE COMPETITIVE DEVELOPMENT OF THE LIVESTOCK SECTOR: PRINCIPLES AND DIRECTIONS FOR INCREASING EFFICIENCY IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY CHALLENGES

Abstract

The competitiveness of the livestock industry is a crucial factor that determines its ability not only to meet the needs of the domestic market but also to successfully compete in international markets. In the context of ongoing economic, social, and environmental changes, as well as growing consumer demands, the industry must adapt to new challenges and use innovative approaches to improve production efficiency, reduce costs, and ensure sustainable development. This article analyzes the main principles of competitive development in livestock farming, identifying key strategies and directions that contribute to increased productivity, environmental responsibility, and efficient resource utilization, which are essential for ensuring stable and competitive development both at the national and international levels.

The article thoroughly examines the competitive development of the livestock industry, focusing on the principles, directions, and strategies for improving the effectiveness of the sector in the face of contemporary global challenges. The authors define the competitiveness of the industry as the ability to generate a stable volume of added value through the rational use of resources, effective organization of production processes, attracting investments, and exploring new markets. Special attention is given to the characteristics of the livestock industry, such as high dependence on natural and climatic conditions, significant capital intensity, complex technological processes, seasonality of production, and the requirements for animal health and genetics, which directly affect efficiency.

The authors propose a definition of competitiveness at several levels: macro level (national and international), meso level (industry and regional), and micro level (entrepreneurial or production), which allows for a comprehensive approach to analyzing and developing the industry. It is noted that achieving high competitiveness requires adapting the industry to the constantly changing economic environment, as well as actively implementing innovative technologies that increase productivity and reduce costs.

The article also elaborates on strategies (approaches) for enhancing the competitive development of the livestock sector. One of the key approaches to improving competitiveness is the introduction of innovative technologies, such as automation of production, biotechnology for improving animal genetics, and modern feeding methods. Environmental responsibility also plays an important role, which includes the use of environmentally friendly technologies and sustainable agricultural practices, meeting growing consumer demand for safe products. Reducing costs through resource optimization, improving logistics, and increasing labor efficiency are critical for maintaining the industry's profitability. Successful competitive development also depends on developing the sector's human capital, attracting young specialists, and continuously training workers to implement innovations. Furthermore, effective marketing strategies aimed at brand creation, promoting high-quality and environmentally friendly products, and exploring new sales markets through digital platforms open up new opportunities for the development of the industry.

Key words: competitiveness, efficiency, innovation, sustainable development, productivity, investments, challenges.

References

1. Andrushkiv, B.M. (2022). Modernizatsiya pidpryyemstv yak konkurentna perevaha orhanizatsiyno-ekonomichnoho rozvytku [Modernization of enterprises as a competitive advantage of organizational and economic development]. *Hlobal'ni ta natsional'ni problemy ekonomiky – Global and national economic problems*, 3, 198–203 [in Ukrainian].
2. Bilotkach, I. (2022). Instytutnyi osnovy konkurentnoyi stratchiyi vyrobnykiv orhanichnoyi ahropromyslovoyi produktsiyi Ukrayiny na zovnishnikh rynkakh [Institutional foundations of the competitive strategy of producers of organic agro-industrial products of Ukraine on foreign markets]. *Ekonomika ta derzhava – Economy and the state*, 1, 93–99 [in Ukrainian].
3. Hats'ko, A.F. (2018). Konkurentospromozhnyy rozvytok sub'yektiv ahrobiznesu: teoriya ta praktyka [Competitive development of agribusiness entities: theory and practice]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka – Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*, 193, 139–149 [in Ukrainian].
4. Zadorozhna, N. (2005). Ponyattya konkurentnykh perevah [The concept of competitive advantages]. *Pidpryyemnytstvo, hospodarstvo i pravo – Entrepreneurship, economy and law*, 1, 100–103 [in Ukrainian].
5. Misiuk, M.V. (2016). Innovatsiino-investytsiyni pidkhid do formuvannia ta pidvyshchennia konkurentospromozhnosti produktsii tvarynnystva [An innovative and investment approach to the formation and improvement of the competitiveness of livestock products]. *Ekonomika APK*, Vol. 3, 74–79 [in Ukrainian].
6. Ostapenko, A.V. (2015). Vyznachennya sutnosti ponyattya “konkurentospromozhnist' haluzi” [Defining the essence of the concept of “industry competitiveness”]. *Biznes Inform – Business Inform*, 5, 15–23 [in Ukrainian].
7. Poberezhets', N.B. (2009). Otsinka konkurentospromozhnosti oliynoyi haluzi Ukrayiny na svitovomu rynku [Evaluation of the competitiveness of the oil industry of Ukraine on the world market]. *Visnyk Kharkivs'koho NAU im. V.V. Dokuchaeva – Bulletin of the Kharkiv National University named after V.V. Dokuchaev*, 11. Retrieved from: http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vkhnau_ekon/2009_11/pdf/11_43.pdf [in Ukrainian].
8. Ponomaryova, M.S. (2016). Competitiveness of agricultural enterprises as a guarantee of strategic economic development [Competitiveness of agricultural enterprises as a guarantee of strategic economic development]. *KHNAU Bulletin – KHNAU Bulletin*, 1, 285–295 [in Ukrainian].
9. Porter, M. (2020). Konkurentna stratchiia. Tekhniky analizu haluzei i konkurentiv [Competitive strategy. Techniques of industry and competitor analysis]. (Natalia Koshmanenko, Trans). Kyiv: Nash format [in Ukrainian].
10. Putsenteylo, P.R. (2014). Konkurentospromozhnyy rozvytok haluzi tvarynnystva yak nayvyshchyy riven' proyavu konkurentsiyi [Competitive development of the livestock industry as the highest level of manifestation of competition]. *Innovatsiyna ekonomika – Innovative economy*, 3, 55–61 [in Ukrainian].
11. Shevchenko, M.M. (2006). Metody otsinky konkurentospromozhnosti haluzey promyslovosti v umovakh internatsionalizatsiyi [Methods of assessing the competitiveness of industries in the conditions of internationalization]: *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
12. Shpykuliak, O., Khodakivska, O., Pugachov, M., & Hryshchenko, O. (2021). Rozvytok aharnoho sektoru ekonomiky Ukrainy v umovakh yevrointehratsii [Development of the agricultural sector of Ukrainian economy in conditions of the impact of the COVID-19 pandemic]. *Ekonomika APK*, 320 (6), 26–41. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106026>.
13. Pardo, Y., Castorena, O., & Milton, A. (2022). Key Factors of Competitiveness and Sustainability in Livestock Systems of The Andean-Amazonian Piedmont. *Mercados Y Negocios*, Vol. 45, 27–48. DOI: 10.32870/myn.vi45.7663.g6735.
14. Brito, A.E.P., de Jesus Espinosa, A., & Gordillo, K.P.Q. (2019). Factors of Competitiveness for the Bovine Livestock in Yucatan, Mexico. In S.S.O., & S.J. Patil (Eds.), *Bovine Science – A Key to Sustainable Development*. Intech Open. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79305>.

УДК 33:631.1.016

Нісходовська О. Ю.*кандидат економічних наук,**доцент кафедри економіки, підприємництва, торгівлі та біржової діяльності,**Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail: olenas1308@gmail.com**ORCID: 0000-0002-5403-878X*

УКРАЇНСЬКЕ ФЕРМЕРСТВО: СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ

Анотація

Фермерство в Україні є важливою складовою частиною національної економіки та гарантує продовольчу безпеку країни. Незважаючи на значний потенціал, галузь стикається з низкою викликів і можливостей. У статті розглядається стан українського фермерства до миті повномасштабного вторгнення та проблеми, що виникли після. Війна досить суттєво вплинула на всі галузі економіки в Україні, вона, без сумніву, спричиняє величезні збитки та втрати для країни. Також це стосується малих господарств. Незважаючи на все, фермерство в Україні залишається важливою складовою частиною національної економіки. Саме фермерство, на наш погляд, має високий ступінь адаптивності до різних ринкових сингалів, гнучко реагує на ринкову кон'юнктуру через зміни виробничих програм, спеціалізацію та диверсифікацію господарської діяльності. Гнучкість і варіативність дозволяють фермерським господарствам мати переваги порівняно із середніми та великими сільськогосподарськими підприємствами, сприяють розвитку конкуренції в сільському господарстві України. Проте різні зовнішні впливи, як-от: нестача обігових коштів, слабка матеріально-технічна база, складність і постійна зміна системи оподаткування, неврегульованість земельних відносин, нестабільність державної підтримки, стримують розвиток фермерських господарств у вітчизняній економіці. Особливо в теперішні важкі для країни часи. Тому актуальним є пошук найбільш ефективних методів господарювання, які б допомогли фермерським господарствам повною мірою виконувати їхню соціально-економічну функцію в розвитку села. Чимало фермерів уже пройшли загартування в умовах воєнного часу, блекаути та навіть руйнування господарств унаслідок російської агресії. Малі сільськогосподарські товаровиробники довели свою стійкість, більшу гнучкість, ефективність порівняно з великими агрокомпаніями. І попри всі негаради, скептичні та песимістичні прогнози, розвиток фермерських господарств в Україні триває та заручається підтримкою держави.

Ключові слова: фермерське господарство, господарська діяльність, аграрний сектор, фермерство, економіка, аграрні відносини, розвиток.

Вступ. Натеper серед різних форм підприємницької діяльності в аграрному секторі сільського господарства з аграрного бізнесу найпоширенішим та інноваційним є фермерство. Ця форма господарювання отримала своє місце у світовій практиці розвинених країн завдяки можливості адаптації до нових викликів глобальної економіки. Хоча, як зазначають науковці та дослідники, фермерство вважається особливо привабливою формою підприємницької діяльності у сфері сільського господарства, ця галузь вимагає від фермерів широкого спектра навичок, знань та інноваційних підходів. Такими можливостями є поєднання в одній особі власника засобів виробництва, працівників і менеджера, що робить цю форму власності найбільш мотивуючою та відповідальною.

Отже, фермерські господарства в Україні являють собою динамічний сектор сільського господарства, що сприяє сталому розвитку та підвищенню важливості аграрного сектору в національній економіці. Ці підприємства відображають глибокий підприємницький дух і самостійність фермерів, роблять важливий внесок у розвиток сільських територій і гарантування продовольчої безпеки країни.

Мета роботи. Основною метою статті є проведення аналізу сучасного стану розвитку фермерських господарств в Україні, виявлення ключових проблем, які впливають на їхню діяльність, визначення пріоритетних напрямів, потенціалу та можливостей фермерських господарств у контексті глобальних викликів, пошук шляхів їх сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фермерські господарства як форма господарювання виникли та сформувалися у процесі аграрної реформи після ухвалення Закону України «Про селянське (фермерське) господарство», уведеного в дію постановою Верховної Ради України № 2010–XII від 20 грудня 1991 р. [2]. Із часом зазначений Закон утратив чинність на підставі Закону України «Про фермерське господарство» № 973–IV від 19 червня 2003 р., яким визначено правові, економічні та соціальні засади створення та роботи фермерських господарств як прогресивної форми підприємницької діяльності громадян у галузі сільського господарства України [3].

Діяльність фермерських господарств України, тобто сам процес, відбувалась поетапно. Ці зміни були зумовлені трансформацією економічних відносин у сільському господарстві.

І етап – масове створення фермерських господарств (1992–1995 рр.).

II етап – утворення фермерського укладу (1996–2000 рр.).

III етап – прискорення процесів зростання та концентрації їх землекористування, придбання основних засобів, залучення додаткового капіталу. Наприкінці періоду фермерські господарства частково трансформувалися в особисті селянські господарства (2001–2008 рр.).

IV етап – зменшення кількості фермерських господарств, зростання площі їх користування, уповільнення темпів кількісного розвитку матеріально-технічної бази та посилення тенденцій якісних перетворень у виробничому потенціалі (2009–2021 рр.).

V етап – війна спровокувала економічні зміни, що завдали значної школи виробництву та спричинили зменшення доходів фермерів. Починаючи із 2023 р. становище дещо покращилось – отримали фінансову допомогу від держави, міжнародні гранти, пільгове кредитування (2022–2023 рр.) [4].

У структурі сільського господарства Україна мала всі можливості для процвітання, приблизно третину найродючіших земель у світі (79% яких у 2020 р. було відведено під орні культури). До 2021 р. сільське господарство становило 41% українського експорту проти 27% у 2013 р. [5]. А вже внаслідок повномасштабної російської агресії Україна втратила мільйони гектарів сільськогосподарських угідь, площі ріллі у 2023 р. порівняно із 2021 р. зменшилися на 21,2% [6]. Середній розмір фермерського господарства у країні у 2020 р. становив 835 га. Ключовими володарями в українському сільському господарстві були 8 600 середніх господарств площею від 200 до 2 тис. га, що виробляли понад 50% зернових і промислових культур. До складу найбільших сільськогосподарських підприємств країни входили 22 агрохолдинги з орендованою землею площею понад 50 тис. га. Середня площа сільськогосподарських угідь із розрахунку на одне фермерське господарство у 2021 р. становила 186,6 га. У динаміці вона зростала, що свідчить про тенденцію до збільшення середніх розмірів фермерських господарств, які здебільшого належали до малих агровиробників.

У таблиці 1 представлена динаміка кількості фермерських господарств України та площ сільськогосподарських угідь у їхньому користуванні.

Таблиця 1. Землекористування та кількість фермерських господарств

Рік	Площа сільськогосподарських угідь, тис. га	Кількість фермерських господарств, од.
2019 р.	4 750	32 452
2020 р.	4 818	27 667
2021 р.	4 818	26 629
2022 р.	4 700	28 544

Джерело: сформовано за даними Державної служби статистики України.

У фермерських господарствах основним видом компенсації найманим працівникам є грошова компенсація, яка може виплачуватися у формі заробітної плати, виплат на відпустку та за роботу понад норму, а також бонусів. За даними Державної служби статистики України, середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників у сільському господарстві в середньому по Україні становила: у 2019 р. – 8 738 грн, у 2020 р. – 9 734 грн, у 2021 р. – 11 733 грн, у воєнному 2022 р. – 12 243 грн.

Розвиток фермерських господарств залежить насамперед від наявності матеріально-технічних засобів, основою яких є матеріальні вкладення – капітальні інвестиції. Середньорічна частка власних джерел фінансування капітальних інвестицій у сільському господарстві (до війни), зокрема і фермерських господарств, становила 89,8%, а банківських кредитів – 9,9%. На бюджетне фінансування й іноземні джерела припало лише 0,3% у середньому за 2019–2021 рр. [7, с. 46].

Однак під час війни у структурі джерел фінансування капітальних інвестицій фермерських господарств сталися значні зміни. Фермери у 2023 р. отримали підтримку як держави, так і міжнародних донорів (пільгове кредитування, гранти на розвиток бізнесу, а також просто безоплатні насіння та добрива). Позитивним явищем є й зростання обсягів виробництва продукції, більшість із якої – продукція рослинництва (табл. 2). Зростала також упродовж останніх років частка поголів'я худоби та птиці у фермерських господарствах у загальному їх поголів'ї у країні. Збільшення кількості господарств, виробництва сільськогосподарської продукції та підвищення рівня врожайності свідчать про зростання важливості такого типу господарських формувань в аграрній економіці країни. Фермери відіграють значну роль не лише в забезпеченні потреб внутрішнього ринку, а й у формуванні експорту.

У 2022 р. виробництво продукції фермерськими господарствами, порівняно з попереднім, зменшилося, що пов'язано з воєнними діями й окупацією частини території країни.

Водночас, якщо говорити про об'єм землі в обороті в Україні, унаслідок воєнних дій було вилучено лише 20% сільськогосподарських земель. Зменшення виробництва продукції сільського господарства має місце в усіх категоріях господарств. Так, частка фермерських господарств у виробництві продукції рослинництва в цінах 2022 р. скоротилася порівняно з попереднім роком на 1,4%, що означає, що саме фермери зазнали більших, ніж інші категорії агровиробників, втрат.

Таблиця 2. Динаміка розвитку фермерських господарств

Показник	Рік				Відношення 2021 р. до 2019 р., %	Відношення 2022 р. до 2021 р., %
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.		
Виробництво продукції сільського господарства у сталих цінах 2016 р. всіма категоріями господарств, млрд грн	681,0	612,1	712,6	534,4	31,6	-178,2
зокрема: господарств населення	231,2	216,4	228,5	186,0	-2,7	-45,2
фермерські господарства	79,1	65,8	90,3	59,8	11,2	-30,5
Частка фермерських господарств у виробництві рослинницької продукції, %	14,1	13,2	14,9	13,5	0,8	-1,4
зокрема:	15,3	14,9	16,5	15,6	1,2	0,3
культури зернові та зернобобові	4,5	4,6	4,8	5,5	0,3	1,0
буряк цукровий фабричний	20,3	18,8	20,2	18,3	0,1	-2,0
соняшник	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1	0
картопля	3,0	3,0	2,4	1,3	-0,6	-1,7
культури овочеві	4,7	4,5	7,2	7,1	2,5	2,4
культури плодові та ягідні	Урожайність сільськогосподарських культур у фермерських господарствах, ц/га					
культури зернові та зернобобові	44,0	37,4	50,4	41,8	6,4	-2,2
буряк цукровий фабричний	502,8	445,1	549,6	587,4	46,8	37,8
соняшник	24,5	18	23,6	19	-0,9	-5,5
картопля	196,9	196,8	215,5	226,7	18,6	29,8
культури овочеві	368,3	373,9	346,7	269,8	-21,6	-98,5
культури плодові та ягідні	83,7	86,8	154,9	154,4	71,2	70,7
Частка поголів'я худоби та птиці у фермерських господарствах, до загального в усіх категоріях господарств, %						
Велика рогата худоба	3,3	3,6	4,2	4,8	0,9	1,5
свині	5,0	5,0	5,0	5,0	0	0
птиця	2,1	2,4	2,6	0,9	0,5	-1,2

Джерело: сформовано за даними Державної служби статистики України.

Досягнення сталою розвитку фермерських господарств потребує подолання чинників, що продукують нестабільність, ужиття комплексу заходів державного значення на основі дієвої аграрної політики.

У 2022 р. Міністерство аграрної політики та продовольства України впровадило важливі програми, спрямовані на підтримку аграріїв і розвиток різних галузей сільського господарства. Ці програми охопили сфери садівництва, ягідництва, виноградарства та тепличних господарств, стали джерелом важливої підтримки для сільськогосподарських підприємств, зокрема й фермерів.

Ще однією з основних цілей цих програм стало створення умов для розвитку аграрного сектору країни. У зв'язку з тим, що через незворотні гранти від аграріїв надавалася фінансова підтримка, було створено більше робочих місць, підвищилась продуктивність у виробництві сільськогосподарської продукції. Ці ініціативи зробили українських сільгоспвиробників більш конкурентоспроможними на ринку, отже, народу України було забезпечено більше якісних продуктів. Зрозуміло, що ці програми допомагали підтримати цей сектор і захистити продовольчу безпеку нашої держави. Держава взяла на себе активну роль у фінансуванні проєктів із розвитку садівництва, сприяла їхньому успішному впровадженню. Шляхом надання грантів на суму до 70% від загальної вартості проєктів (за винятком ПДВ), держава відчутно полегшила фінансове навантаження на аграріїв. І це означало, що на кожен гектар саду від 150 до 400 тисяч гривень були виділені у вигляді державних грантів, іншу частину фінансування передбачалося забезпечувати самостійно сільськими господарствами й аграріями. Тобто ця програма стала важливим кроком у сприянні розвитку садівництва в Україні. Цей крок має посприяти розвитку аграрного сектору, підвищенню продуктивності та забезпеченню якісною продукцією споживачів.

Для підтримки фермерів і стимулу запроваджено:

Фінансову допомогу:

- прямі платежі (виплати фермерам на одиницю площі землі або поголів'я тварин);
- компенсацію відсотків за кредитами (зменшення фінансового навантаження на фермерів);
- гранти (безоплатна фінансова допомога на реалізацію інвестиційних проєктів).

Підтримку інфраструктури:

- будівництво та ремонт доріг (покращення транспортної доступності);
- меліорацію земель (збільшення родючості земель);
- електрифікацію сільських населених пунктів (забезпечення енергоносіями).

Сприяння розвитку кооперації:

- підтримку створення та розвитку сільськогосподарських кооперативів (об'єднання зусиль фермерів для досягнення більшої ефективності);
- компенсацію вартості дизельного палива: для зменшення витрат фермерів на паливо;
- підтримку тваринництва (виплати на голову великої рогатої худоби й інших видів тварин);
- підтримку переробних підприємств: створення нових робочих місць і доданої вартості.
- Інформаційну підтримку:
- надання консультацій (допомога фермерам у вирішенні виробничих питань);
- проведення навчальних заходів (підвищення кваліфікації фермерів).

Держава і надалі розширює програми підтримки для фермерських господарств.

Згідно зі статистикою 2024 р., за перше півріччя відкрилося понад 18 тис. нових компаній. Серед них найбільше – товариств з обмеженою відповідальністю (далі – ТОВ) і громадських організацій, 2,9% від усієї кількості – нові фермерські господарства.

Державні органи України разом із незалежними національними та міжнародними експертами постійно оцінюють шкоду, якої завдано війною сільському господарству та довкіллю. Ця інформація лягла в основу плану післявоєнного відновлення та розвитку України, який був представлений у Лугано (Швейцарія) 4–5 липня 2022 р., а через рік, 21–22 червня 2023 р., обговорювався світовими лідерами на Конференції з відновлення України в Лондоні (Велика Британія). Проте українське громадянське суспільство та наукові кола стурбовані тим, що ці заходи, імовірно, принесуть користь експортноорієнтованому агробізнесу, тоді як сімейні фермерські господарства й особисті селянські господарства залишаться без уваги та підтримки.

Безумовно, сільське господарство в Україні визнано пріоритетною сферою економіки, яке забезпечує їжею значну частину населення країни. У минулому, тобто в довоєнний період, багато державних ресурсів та іноземних інвестицій були витрачені на реформи та програми підтримки розвитку сільського господарства. Усі чинники забезпечували нарощення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції та сприяли її експорту в Азію, Африку та країни Близького Сходу. І в результаті сформувалася складна структурна динаміка українського аграрного сектору, тобто фермерські та дрібнотоварні господарства сімейного типу почали конкурувати з великим аграрним бізнесом.

Висновки. Повномасштабне вторгнення завдало аграрному виробництву та сільським територіям величезних руйнувань і складнощів. Війна не зупинила, а лише посилила боротьбу за ресурси та державну підтримку між великим агробізнесом і селянськими фермерськими господарствами, постійно виносячи на порядок денний питання про майбутнє українського сільського господарства. І поки держава визначає свій шлях до відновлення та подальшого розвитку економіки країни загалом, кожен фермер, господар стикається з низкою викликів.

Список використаних джерел

1. Беженар І., Грищенко О. Фермерські господарства в Україні: стан та перспективи розвитку. *Проблеми сучасних трансформацій*. Серія «Економіка та управління». 2023. № 9. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-9-04-14>.
2. Про селянські (фермерські) господарства : Закон України від 20 грудня 1991 р. № 2009–XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 14. С. 186. URL: zakon.rada.gov.ua/qo/973-15.
3. Про фермерське господарство : Закон України від 19 червня 2003 р. № 973–IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 45. Ст. 363. URL: zakon.rada.gov.ua/qo/973-15.
4. Нечитайло В. Стан розвитку національних фермерських господарств в умовах нестабільності. *Сталий розвиток економіки*. 2023. № 2 (47). С. 158–164. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-47-23>.
5. Європейська комісія. 2023. URL: <https://www.eeas.europa.eu/delegations/ukraine>.
6. Сільське господарство України 2022 : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики України, 2023. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>.
7. Zakharchuk O., Kisil M., Nechytailo V. The state and prospects of investing in the development of agriculture in conditions of instability. *Ekonomika APK*. 2022. № 29 (6). P. 41–56. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202206041>.
8. Ivanyshyn V., Poprozman N., Haibura Yu., Niskhodovska O., Belei S. Development of recommendations for Ukrainian farming crediting based on the experience of other countries. *Scientific Horizons*. 2024. № 27 (8). P. 122–136. DOI: 10.48077/sci-hor8.2024.122.

Niskhodovska O. Yu.

Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor at the Department of Economics, Entrepreneurship,
Trade and Stock Exchange Activities,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: olenas1308@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5403-878X

UKRAINIAN FARMING: STATUS, PROSPECTS AND CHALLENGES

Abstract

Farming in Ukraine is an important component of the national economy and ensures the country's food security. Despite its significant potential, the industry faces a number of challenges and opportunities. This article examines the state of Ukrainian farming since the full-scale invasion, its problems and prospects. The war has had a significant impact on all sectors of the economy in Ukraine, and it undoubtedly brings huge losses and damages to the country. This also applies to small farms. Despite everything, farming in Ukraine remains an important component of the national economy, ensuring the country's food security. And despite its significant potential, the industry faces a number of challenges and opportunities. In our opinion, farming has a high degree of adaptability to various market signals, flexibly reacts to market conditions through changes in production programs, specialization and diversification of economic activity. This flexibility and variability allows farms to have certain advantages compared to medium and large agricultural enterprises and contributes to the development of competition in Ukrainian agriculture. However, various external influences, such as: lack of working capital, weak material and technical base, complexity and constant change of the taxation system, unregulated land relations, instability of state support, restrain the development of farms in the domestic economy. Especially in the current difficult times for the country. Therefore, it is urgent to find the most effective management methods that would allow farms to fully fulfill their socio-economic function in the development of the village. Many farmers have already undergone hardening in wartime conditions, blackouts and even the destruction of farms as a result of Russian aggression. Small agricultural producers have proven their higher stability, flexibility and efficiency compared to large agricultural companies. And despite all the adversities, skeptical and pessimistic forecasts, the development of farms in Ukraine continues and is supported by the state.

Key words: farming, economic activity, agricultural sector, farming, economy, agrarian relations, development, lease, land.

References

1. Bezhenar, I.M., & Hryshchenko, O.Yu. (2023). *Farmerski hospodarstva v Ukraini: stan ta perspektyvy rozvytku* [Farms in Ukraine: status and development prospects]. *Problemy suchasnykh transformatsii. Seriya "Ekonomika ta upravlinnia"* (9). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-9-04-14> [in Ukrainian].
2. Zakon Ukrainy "Pro selianski (fermerski) hospodarstva" vid 20 hrudnia 1991 r. № 2009–XII [Law of Ukraine "On Farming" № 2009–XII of 20.12.1991]. Retrieved from: zakon.rada.gov.ua/qo973-15 [in Ukrainian].
3. Zakon Ukrainy "Pro fermerske hospodarstvo" vid 19.06.2003 r. № 973–IV [Law of Ukraine "On Farming" № 973–IV of 19.06.2003]. Retrieved from: zakon.rada.gov.ua/qo973-15 [in Ukrainian].
4. Nechytailo, B. (2023). Stan rozvytku natsionalnykh fermerskykh hospodarstv v umovakh nestabilnosti [The state of development of national farms in conditions of instability]. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, 2 (47), P. 158–164. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-47-23> [in Ukrainian].
5. Yevropeiska komisiia (2023). [European Commission]. Retrieved from: <https://www.ecas.europa.eu/delegations/ukraine/> [in Ukrainian].
6. Silske hospodarstvo Ukrainy 2022: statystychnyi zbirnyk (2023). [Agriculture of Ukraine 2022: Statistical Collection]. Kyiv: Derzhavnasluzhba statystyky Ukrainy. Retrieved from: <https://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
7. Zakharchuk, O., Kisil, M., & Nechytailo, V. (2022). The state and prospects of investing in the development of agriculture in conditions of instability. *Ekonomika APK*. 29 (6). P. 41–56. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202206041> [in English].
8. Ivanyshyn, V., Poprozman, N., Haibura, Yu., Niskhodovska, O., & Belei, S. (2024). Development of recommendations for Ukrainian farming crediting based on the experience of other countries. *Scientific Horizons*, 27 (8), 122–136. DOI: 10.48077/sci-hor8.2024.122 [in English].

УДК 631:368.914.2

Савіцька С. І.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри обліку, оподаткування та технологій електронного бізнесу,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: ovcharss15@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1739-3536

Сенищ П. М.

доктор економічних наук,
професор кафедри фінансів, банківської справи, страхування та електронних платіжних систем
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: senishchp@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0851-8774

ДЕМОГРАФІЧНА СИТУАЦІЯ У СВІТІ Й УКРАЇНІ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПЕНСІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРОМАДЯН

Анотація

Демографічна ситуація в Україні та світі показує, що протягом останніх десятиліть спостерігається тенденція старіння населення, що значно впливає на фінансову стабільність пенсійних систем. У багатьох країнах традиційні моделі пенсійних систем, засновані на солідарності між поколіннями, стикаються із труднощами через зменшення кількості платників внесків. Це посилює необхідність реформування пенсійних систем і створення нових підходів для забезпечення їхньої ефективності та стабільності. Метою статті є проведення аналізу сучасної демографічної ситуації у світі та її впливу на пенсійні системи різних країн, зокрема з огляду на старіння населення, зміни вікової структури, зниження народжуваності, збільшення тривалості життя, вироблення рекомендацій щодо адаптації пенсійних систем до цих змін, щоб забезпечити соціальну справедливість та фінансову стабільність пенсійного забезпечення громадян на довгострокову перспективу. Дослідження показали, що демографічні зміни, особливо старіння населення, мають суттєвий вплив на пенсійне забезпечення, для ефективного вирішення проблеми необхідно впроваджувати системні реформи та гнучкі механізми підтримки громадян старшого віку. Визначено, що демографічне старіння населення особливо відчутне в європейських країнах, де зростає частка людей пенсійного віку в загальній структурі населення. Ці тенденції продовжуватимуться й у майбутні десятиліття. Досліджено, що демографічна ситуація в Україні погіршилася ще більше з початком війни на території країни. Одним із наслідків воєнних дій стала масова еміграція українців за кордон, а також значна внутрішня міграція, зокрема через переміщення людей із тимчасово окупованих регіонів або зон активних бойових дій. Ці демографічні зміни потребують подальшого реформування пенсійної системи країни, оскільки наявне фінансове забезпечення пенсіонерів не відповідає європейським стандартам і не здатне повною мірою забезпечити їхні основні потреби. Обґрунтовано, що демографічні зміни, особливо старіння населення, мають суттєвий вплив на пенсійне забезпечення, для ефективного вирішення проблеми необхідно впроваджувати системні реформи та гнучкі механізми підтримки громадян старшого віку.

Ключові слова: пенсійне забезпечення, старіння населення, пенсійна реформа, коефіцієнт заміщення, фінансова стійкість, пенсійні системи, вікова структура населення.

Вступ. У багатьох країнах світу спостерігається явище старіння населення, що спричиняється як зменшенням рівня народжуваності, так і збільшенням тривалості життя. Згідно із прогнозами ООН, до 2050 р. кількість осіб віком 60 років і старше у світі подвоїться [12]. Це створює серйозне навантаження на соціальні системи, зокрема на пенсійне забезпечення, оскільки кількість людей, які потребують підтримки, зростає, а чисельність працездатного населення, яке повинно забезпечувати фінансування пенсій, зменшується. Варто зазначити, що більшість країн, у яких пенсійні системи побудовані на солідарності між поколіннями, стикаються із труднощами в забезпеченні належного рівня соціальних виплат через зменшення кількості платників внесків. Це створює необхідність у проведенні реформ та розробленні нових підходів, які зможуть забезпечити стабільність і ефективність пенсійного забезпечення для населення.

Зростання кількості пенсіонерів за скорочення водночас числа осіб, які працюють, призводить до дисбалансу у фінансуванні пенсійних систем. Державні пенсійні фонди стикаються із труднощами в забезпеченні фінансової стабільності, що потребує пошуку нових джерел фінансування, як-от приватні пенсійні накопичення або інвестиції. Це ставить на порядок денний питання ефективного управління пенсійними фондами та необхідність проведення реформ для досягнення довгострокової фінансової стійкості.

Аналізу демографічної ситуації в Україні приділяють значну увагу науковці Інституту демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України [2; 8] та Науково-дослідного центру Разумкова [4]. Колективи цих наукових установ проводять комплексне оцінювання стану демографічної ситуації в Україні та розробляють стратегії її демографічного розвитку.

Впливу демографічних тенденцій на систему пенсійного забезпечення громадян присвятили свої наукові праці вітчизняні науковці та дослідники: В. Рудик [5], В. Зеленко [1], Д. Шалієвська [9], Н. Шишкіна [10] та інші. Значну увагу питанням демографічної ситуації у світі та її впливу на національні пенсійні системи приділяють відповідні міжнародні спеціалізовані фінансові організації [7; 11; 12]. З огляду на зазначені чинники, дослідження демографічної ситуації та її впливу на пенсійне забезпечення є надзвичайно важливим для розроблення рекомендацій щодо реформування пенсійних систем, адаптації соціальних політик до нових демографічних реалій і забезпечення соціальної справедливості для майбутніх поколінь.

Актуальність теми підтверджується глобальними викликами, з якими стикаються країни на всіх континентах, а також необхідністю розроблення ефективних стратегій для забезпечення фінансової стабільності пенсійних систем в умовах демографічних змін.

Мета роботи. Вивчення сучасної демографічної ситуації у світі та проведення аналізу її впливу на ефективність і стійкість пенсійних систем різних країн, зокрема в умовах старіння населення, зміни вікової структури, зниження народжуваності та збільшення тривалості життя, а також розроблення рекомендацій щодо адаптації пенсійних систем до цих змін для забезпечення соціальної справедливості та фінансової стабільності пенсійного забезпечення громадян у довгостроковій перспективі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Демографічна ситуація нині вважається одним з основних чинників, що визначають рівень розвитку держави, адже вона прямо впливає на соціально-економічне становище та національну безпеку. Останніми роками економісти знову звернули увагу на важливість демографічних процесів для економічного прогресу. Зокрема, експерти МВФ вважають, що основним рушієм економічного зростання є не накопичення матеріальних активів, а людський капітал та інновації. Прихильники цієї теорії переконані, що демографічний тиск є чинником, який стимулює зміни в інституціях, технологіях і політиці [11]. Демографічне зростання може здійснювати суттєвий вплив на економіку, навіть якщо країна стикається з такими проблемами, як неправильний політичний курс, корупція чи нестача природних ресурсів.

Демографічний чинник має значний вплив на функціонування національних пенсійних систем більшості країн світу. Це відображається на фінансуванні пенсійних виплат, які зростають у зв'язку зі збільшенням частки літніх громадян, збільшенням бюджетних видатків для солідарної пенсійної системи. Демографічні виклики мають різний вплив на європейські країни, які перебувають на різних етапах демографічного переходу. Країни Європейського Союзу значно відрізняються за віковою структурою населення й інтенсивністю процесу старіння. Виділяють три основні характеристики цього процесу: різний рівень демографічної старості, варіативність темпів змін у віковій структурі населення та демографічну асиметрію за статтю в різних країнах регіону, зокрема різницю в чисельності чоловіків і жінок серед старших вікових груп [5; 6].

На початок 2022 р. найстарішими країнами з погляду демографії, де частка осіб віком 65 і старше, були: Італія (23,5%), Фінляндія (22,7%), Греція (22,5%), Португалія (22,4%) та Німеччина (22%) (табл. 1). У цих країнах процес старіння населення відбувався швидкими темпами, за останні 30 років частка людей старше 65 років зросла майже вдвічі.

Таблиця 1. Питома вага громадян європейських країн віком 65 років і старше у 2022 р., прогноз на 2050 р.

Країни	Частка населення віком 65 років і старше, 2022 р. %	Частка населення віком 65 років і старше – прогноз на 2050 р., %
Італія	23,5	33,1
Фінляндія	22,7	26,5
Греція	22,5	31,2
Португалія	22,4	30,1
Німеччина	22,0	32,3
Болгарія	21,7	31,1
Латвія	20,8	29,8
Франція	20,7	25,9
Чехія	20,2	31,2
Данія	20,1	24,9
Швеція	20,1	25,1
Польща	18,7	31
Україна	17,0	24,7

Джерело: [5; 6].

Згідно з дослідженнями експертів ООН, низька народжуваність та зниження смертності стали причинами прискореного «старіння» населення планети, що почалося з 1980-х рр. Прогнози показують, що в період

із 2015 по 2050 р. кількість людей віком 65 років і старше зросте у 2,6 раза, досягне 1,6 мільярда, а їхня частка в загальній кількості населення збільшиться до 16%. До середини 2030-х рр. кількість людей віком 80 років і старше може перевищити кількість немовлят (віком до 1 року) і досягне 265 мільйонів, а до кінця 2070-х рр. – 2,2 мільярда. Найбільш помітно цей процес проявляється в Європі, де частка літніх людей до 2050 р. досягне 27,6% [10; 11].

У Франції середня тривалість життя є найвищою в Європі і становить 81 рік. Зараз вона досягає 82 років у жінок і 70 років у чоловіків. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, країна має найкраще медичне обслуговування у світі. Однак система пенсійного страхування у Франції одна з найскладніших. Зазвичай французи виходять на пенсію у 62 роки, незалежно від статі.

Населення Німеччини старіє швидше, ніж у більшості країн Європейського Союзу. Натепер люди старші за 65 років сктають п'яту частину всього населення. За прогнозами експертів, через 10–15 років їх частка може зрости до 50%.

У 2000 р. в Італії 24,1% населення становили люди старші за 60 років, згідно із прогнозами соціологів, до 2050 р. ця цифра може збільшитися до 42,3%. Подібне зростання спостерігається серед осіб старше 65 років: у 2000 р. їх частка була 18,1%, а до 2050 р., за прогнозами, вона досягне 35,9%.

Натепер в Україні також спостерігаються кризові явища в демографічній сфері, які тривають уже протягом тривалого часу. Спостерігаються зменшення кількості населення, високий рівень смертності серед чоловіків працездатного віку, старіння населення та суттєві зміни в його віковій структурі. Демографічна ситуація погіршилася через війну, що призвела до масової еміграції та внутрішньої міграції населення.

Згідно з висновками ООН, викладеними в доповіді «Перспективи світового населення 2024 р.» [11], населення України до 2100 р. скорочуватиметься. Так, на початок 2022 р. в Україні проживало приблизно 37 мільйонів людей. Проте до 2100 р. кількість населення країни зменшиться до 15,3 мільйона осіб.

Дані демографічні тенденції суттєво впливають на фінансову стійкість вітчизняної пенсійної системи. Натепер реальні доходи українських пенсіонерів свідчать про те, що поточна пенсійна система не здатна цілком задовольнити потреби осіб похилого віку. Розмір пенсій в Україні значно поступається рівню європейських країн і ще не досягнув міжнародних соціальних стандартів (табл. 2).

У 2023 р. мінімальна пенсія становила 2 093,00 грн, а за останні чотири роки вона зросла тільки на 204 грн, або на 10,8%. Це досить повільний темп зростання, який не покриває підвищення цін на продукти харчування та рівень інфляції за цей період. Протягом 2020–2023 рр. середній розмір пенсії зріс із 3 507,51 до 5 350,33 грн, що становить 52,5% приріст. Якщо перевести цю суму в європейську валюту, то вона дорівнює приблизно 120 євро. Згідно з даними Пенсійного фонду України, понад 60% пенсіонерів отримують виплати, що не досягають середнього рівня по країні [3].

Таблиця 2. Основні показники, що характеризують стан пенсійного забезпечення українських пенсіонерів

Показники	2020 р.	2021р.	2022р.	2023р.	Відношення 2023 р. до 2020 р.,%
Чисельність населення (млн осіб)	41,9	41,0	35,0	33,2	79,2
Кількість пенсіонерів (млн осіб)	11,3	11,1	10,7	10,5	92,9
Частка пенсіонерів у загальній кількості населення, %	27,0	26,7	30,6	31,6	x
Мінімальна пенсія, грн	1 889	1 934	2 093	2 093	110,8
Середня заробітна плата, грн	10 340	12 993	13 387	14 308	138,4
Середня пенсія за віком, грн	3 507,51	3 980	4 539,36	5 350,33	152,5
Співвідношення мінімальної пенсії та середньої пенсії, %	53,6	48,6	46,1	39,1	x
Коефіцієнт заміщення, %	33,9	30,6	33,9	37,4	x

Джерело: [3; 5].

Ці факти свідчать про те, що більшість українських пенсіонерів не можуть повною мірою покривати свої основні життєві потреби та відчувати себе забезпеченими в суспільстві. Якщо аналізувати рівень середньої заробітної плати, то він зростає за досліджуваний період повільнішими темпами, ніж пенсії. Цей показник збільшився на 38,4% і досяг у 2023 р. 14 308 грн.

У процесі проведення аналізу рівня пенсійного забезпечення населення України важливо відзначити, що розмір пенсії для осіб пенсійного віку має велике значення в контексті порівняння його із середньомісячною заробітною платою по країні та за окремими галузями економіки, зокрема, у якому співвідношенні пенсія заміщає попередній заробіток пенсіонера. Коефіцієнт заміщення дає відповідь на це питання, характеризує співвідношення між середньою пенсією та середньою заробітною платою у країні (табл. 2). Його величина показує, що середні пенсійні виплати в Україні становлять лише 37,4% від середньої заробітної плати у 2023 р.

Зважаючи на складну демографічну ситуацію, органи державної влади разом із науково-дослідними установами розробляють довгострокову стратегію розвитку демографії. Її основною метою є подолання кризових

явищ у цій сфері в Україні, з урахуванням наслідків війни. Прогнозні розрахунки, здійснені працівниками Інституту демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи, охоплюють період до 2040 р. [8].

Тенденції старіння населення на тлі зменшення кількості працездатних осіб призведуть до збільшення потреби економіки в залученні людей пенсійного віку до трудової діяльності. Проте питання забезпечення зайнятості старшого покоління все ще залишається актуальним і невирішеним. Серед можливих шляхів розв'язання цієї проблеми можна виокремити такі: упровадження ефективних механізмів для мотивації осіб похилого віку до продовження роботи після виходу на пенсію; розвиток програм професійного навчання та перепідготовки для людей старшого віку; використання досвіду та професійних навичок осіб похилого віку як наставників для молоді на робочих місцях; подолання стереотипів щодо трудової діяльності осіб старшого віку.

Висновки. Результати досліджень показали, що в багатьох країнах світу, в Україні також, спостерігається значне старіння населення. Це зумовлено високою тривалістю життя та зниженням рівня народжуваності. Така демографічна ситуація створює додатковий тиск на пенсійну систему, оскільки кількість осіб, які працюють, зменшується, а кількість пенсіонерів зростає. Це потребує перегляду наявних пенсійних систем, розвитку додаткових механізмів фінансування та реформування пенсійних програм.

У країнах з розвинуеною економікою проводяться реформи пенсійних систем, зокрема перехід до більш гнучких моделей, як-от накопичувальні пенсійні системи. В Україні також необхідно впроваджувати такі зміни, щоб забезпечити стабільність пенсійного фонду в майбутньому. З огляду на збільшення тривалості життя та покращення здоров'я людей похилого віку, важливо створити умови для продовження їхньої трудової діяльності. Це дозволить не лише зменшити фінансове навантаження на пенсійні системи, а й сприятиме кращій соціальній інтеграції старших людей. Для вирішення проблеми пенсійного забезпечення потрібно враховувати демографічні зміни у глобальному контексті та впроваджувати комплексні підходи, що передбачають розвиток ринку праці, систему соціального захисту та стратегії адаптації до нових демографічних реалій.

Список використаних джерел

1. Зеленко В. Реформування пенсійної системи України у світлі європейських стандартів : монографія. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. 202 с.
2. Населення України: нариси про демографічний стан країни у перше тридцятиріччя незалежності / І. Курило та ін. ; Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи. НАН України, 2023. 168 с.
3. Пенсійний фонд України : офіційний вебсайт. URL: <http://www.pfu.gov.ua/>.
4. Піщуліна О. Оцінка ролі демографічного фактору для економічного зростання та повосного відновлення. Центр Разумкова, 2023.
5. Рудик В. Демографічні чинники та їх роль у реформуванні пенсійної системи України. *Економіка та суспільство*. 2024. № 62. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3961>.
6. Свенціцькі М., Ткаченко Л., Чапко І. Демографічні та фінансові передумови пенсійної реформи в Україні: прогноз – 2050. Київ : Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. 72 с.
7. Статистичний офіс ЄС (Євростат). URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
8. Стратегія демографічного розвитку України на період до 2040 р. Проєкт / Ін-т демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи. 2024. URL: <https://www.msp.gov.ua/projects/870/>.
9. Шалієвська Д. Пенсійне забезпечення в системі економічної безпеки держави : монографія. Львів : Растр-7, 2020. 196 с.
10. Шикіна Н. Фінансові та демографічні проблеми пенсійного забезпечення в Україні. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету* : збірник наукових праць. 2024. № № 5–6.
11. Department of Economic and Social Affairs Population Division, 2024. URL: <https://population.un.org/wpp>.
12. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019. World Population Prospects 2019, Volume II : Demographic Profiles. URL: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/978921004643>.

Savitska S. I.

*Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor at the Department of Accounting, Taxation and E-business Technology
Higher educational institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: ovcharss15@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1739-3536*

Senyshch P. M.

*Doctor of Economic Sciences, Professor at the
Department of Finance, Banking, Insurance and Electronic Payment Systems
Higher educational institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: senishchp@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0851-8774*

DEMOGRAPHIC SITUATION IN THE WORLD AND IN UKRAINE AND ITS IMPACT ON PENSION SECURITY OF CITIZENS

Abstract

The demographic situation in Ukraine and worldwide shows that over the last few decades, there has been a trend of population aging, which significantly impacts the financial stability of pension systems. In many countries, traditional pension models based on intergenerational solidarity are facing difficulties due to a decrease in the number of contributors. This heightens the need for pension system reforms and the development of new approaches to ensure their effectiveness and stability. The aim of this paper is to analyze the current demographic situation globally and its impact on pension systems in different countries, particularly in the context of population aging, changes in the age structure, declining birth rates, increasing life expectancy, and to formulate recommendations for adapting pension systems to these changes in order to ensure social justice and financial stability of pension provisions for citizens in the long term. Research has shown that demographic changes, especially population aging, have a significant impact on pension security, and to effectively address these issues, systemic reforms and flexible mechanisms for supporting the elderly population need to be implemented. It has been identified that demographic aging is particularly evident in European countries, where the proportion of pension-aged citizens is growing in the overall age structure of the population. These trends will continue in the coming decades. It has also been explored that the demographic situation in Ukraine has worsened even further due to the onset of the war in the country. One of the consequences of the military actions has been the mass emigration of Ukrainians abroad, as well as significant internal migration, particularly the displacement of people from temporarily occupied regions or areas of active combat. These demographic changes require further reform of the country's pension system, as the current financial support for pensioners does not meet European standards and cannot fully cover their basic needs. It is justified that demographic changes, particularly population aging, have a significant impact on pension provision, and to effectively address these issues, systemic reforms and flexible mechanisms for supporting the elderly must be implemented.

Key words: pension provision, population aging, pension reform, replacement rate, financial sustainability, pension systems, age structure of population.

References

1. Zelenko, V. (2023). *Reformuvannya pensiyinoyi systemy Ukrayiny u svitli yevropeys'kykh standartiv: monohrafiya* [Reforming Ukraine's pension system in light of European standards]. Lviv: LNU Ivan Franko [in Ukrainian].
2. Kurylo, I., et al. (2023). *Naselennya Ukrayiny: narysy pro demohrafichnyy stan krayiny u pershe trydtsyatyrichchya nezalezhnosti* [Population of Ukraine: Essays on the demographic situation of the country during the first thirty years of independence]. Institute of Demography and Social Research named after M.V. Ptukha [in Ukrainian].
3. Pensiyniy fond Ukrainy [Pension Fund of Ukraine] (2025). Official website. Retrieved from: <http://www.pfu.gov.ua/> [in Ukrainian].
4. Pishchulina, O. (2023). *Otsinka roli demohrafichnoho faktoru dlya ekonomichnoho zrostannya ta povoyennogo vidnovlennya* [Assessment of the role of the demographic factor for economic growth and post-war recovery]. Razumkov Centre [in Ukrainian].
5. Rudyk, V. (2024). *Demografichni chynnyky ta yikh rol u reformuvanni pensiyinoyi systemy Ukrayiny* [Demographic factors and their role in the reform of Ukraine's pension system]. *Ekonomika ta suspilstvo*. Retrieved from: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3961> [in Ukrainian].
6. Svienchitsky, M., Tkachenko, L., & Chapko, I. (2010). *Demografichni ta finansovi peredumovy pensyinoi reformy v Ukrayini: prohnos – 2050* [Demographic and financial prerequisites for pension reform in Ukraine: Forecast – 2050]. Kyiv: Analytical and Advisory Centre Blue Ribbon [in Ukrainian].
7. Statystychnyi ofis YeS (Eurostat) [Eurostat]. (n.d.). Official website. URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> [in Ukrainian].
8. *Stratehiia demohrafichnoho rozvytku Ukrainy na period do 2040 roku. Proekt / In-t demohrafii ta sotsialnykh doslidzhen imeni M.V. Ptukhy* (2024) [Strategy for the demographic development of Ukraine until 2040. Project. Institute of Demography and Social Research named after M.V. Ptukha]. Retrieved from: <https://www.msp.gov.ua/projects/870/> [in Ukrainian].
9. Shaliyevska, D. (2020). *Pensiyne zabezpechennya v systemi ekonomichnoyi bezpeky derzhavy: monohrafiya* [Pension provision in the system of economic security of the state]. Lviv: Rastor-7 [in Ukrainian].
10. Shykina, N. (2024). *Finansovi ta demohrafichni problemy pensiyinogo zabezpechennya v Ukrayini* [Financial and demographic problems of pension provision in Ukraine]. *Naukovi visti Odes'kogo natsional'noho ekonomichnoho universytetu*, 5–6 [in Ukrainian].
11. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2024). *World Population Prospects 2024*. United Nations. Retrieved from: <https://population.un.org/wpp> [in English].
12. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Population Prospects 2019, Volume II: Demographic Profiles*. Retrieved from: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/978921004643> [in English].

УДК 314.15.045:341.324

Семенов С. В.

аспірант кафедри історії України,
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: semenpochta@gmail.com
ORCID: 0009-0004-1882-1488

ДЕПОРТАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЕМОГРАФІЧНОЇ ЗМІНИ НА ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Анотація

Мета дослідження – на основі звітів, доповідей правозахисних та міжнародних організацій, а також електронних публікацій дослідити депортацію як інструмент демографічної трансформації окупованих територій України в період 2014–2023 рр., виокремити історичні витоки, механізми реалізації та наслідки для українського населення й регіону в цілому. Методологія дослідження передбачає використання принципів історизму, наукової об'єктивності, системності і комплексності. Застосовано загальнонаукові та спеціально-історичні методи: аналіз документальних і правозахисних джерел, порівняльно-історичний підхід (зіставлення сучасної ситуації з депортаціями радянського періоду), метод системного аналізу (виявлення взаємозв'язку між примусовою паспортизацією, «фільтрацією» та депортацією), а також метод критичного джерелознавчого аналізу для оцінювання звітів міжнародних організацій. Наукова новизна полягає у можливості виявити закономірності розвитку та поширення сучасних депортацій, а також оцінити їхній вплив на окуповані території, визначивши шляхи запобігання та мінімізації довгострокових негативних наслідків. У результаті проведеного дослідження можна констатувати, що депортація сьогодні виступає системним інструментом демографічної трансформації, що включає паспортизацію, «фільтрацію», насильницьку русифікацію та переселення ув'язнених, дітей і жінок. Примусове переміщення чи переселення населення має глибокі радянські корені, однак у новітніх умовах поєднується з механізмами інформаційного та правового тиску (створення підстав для позбавлення українського громадянства, заборони виїзду без російських документів тощо). Руїнується соціальна тканина окупованих регіонів України: зникають родинні та громадські зв'язки, змінюється етнічний склад, активно витісняється національна культура та мова. Порушуються норми міжнародного права, зокрема ст. 49 IV Женевської конвенції та Римський статут МКС, які забороняють депортацію цивільних із окупованих територій. Це формує підстави для кваліфікації дій РФ як воєнних злочинів чи злочинів проти людяності. Далі актуальним залишається вивчення довгострокових наслідків депортацій, зокрема економічних і психологічних, а також розробка механізмів притягнення винних до відповідальності й реінтеграції депортованих.

Ключові слова: депортація, демографічна зміна, примусове переміщення, переселення, повномасштабне вторгнення, міжнародне право.

Вступ. Депортація як інструмент демографічної трансформації окупованих територій України є складним та багатогранним явищем, яке має значний вплив на соціальну, культурну та економічну структуру суспільства. Незважаючи на численні дослідження, присвячені історичним аспектам депортацій у радянський період, сучасні механізми примусового переміщення чи переселення населення, зокрема в контексті окупованих РФ територій України з 2014 року, залишаються недостатньо вивченими. Водночас комплексне розкриття одночасно історичного, соціально-економічного та культурного вимірів депортації залишається недостатнім, що й зумовлює потребу в цьому дослідженні.

Проблема депортацій як форми примусового переселення населення є об'єктом дослідження в історичній, правозахисній і політологічній літературі. В історичному аспекті її висвітлено у працях Енн Еплбаум [13], де авторка аналізує радянську систему масових репресій та депортацій як інструменту державного контролю Тімоті Снайдер [24] окреслює політику масового насильства у Східній Європі в середині XX століття, звертаючи увагу на депортації як систематичний засіб «очищення» територій. У контексті радянських репресивних практик у Західній Україні фокусується праця М.О. Горбатюка [3], де йдеться про операцію «Захід» 1947 року.

Сучасний вимір депортацій у межах збройного конфлікту в Україні розглядається в доповідях Human Rights Watch [19; 20] та Amnesty International [12], які документують випадки насильницького переміщення та переселення цивільних, зокрема через «фільтраційні табори». Окремі дослідження приділяють увагу політиці «паспортизації» та її ролі у зміні демографічного складу окупованих регіонів [15], аналітичні звіти ГО «Східна правозахисна група» та ГО «Інститут стратегічних досліджень та безпеки» [2]. Масштабні порушення міжнародного права в контексті депортацій описано в регулярних звітах Управління Верховного комісара ООН з прав людини [22; 23] та ОБСЄ [5].

Серед новіших праць, не описаних безпосередньо в статті, слід відзначити: Енн Еплбаум [14], де акцентується увага на радянських методах знищення українського населення через штучно створені катастрофи та репресії, що опосередковано сприяють розумінню історичних коренів депортацій; [18], в якій автор розглядає широкі

стратегії ведення війни та геополітичні інтереси, аналізуючи роль насильницького переміщення населення у впливі на політичну мапу регіону. Центр прав людини [5] – узагальнює свідчення людей, які постраждали від насильницької «евакуації», та розкриває механізми депортації дітей і дорослих.

Таким чином, останні дослідження окреслюють низку спільних аспектів: зв'язок депортацій із політикою «паспортизації», виникнення «фільтраційних таборів» і формування керованого гуманітарного простору, а також руйнівні наслідки для демографічного, культурного й економічного ландшафту окупованих регіонів. Водночас комплексний аналіз, що враховує водночас історичні прецеденти, специфіку сучасної війни та масовість процесу депортації цивільного населення, залишається нагальною потребою. Саме це зумовлює актуальність проведеного дослідження та формує підґрунтя для подальшої наукової дискусії щодо протидії депортаціям і притягнення винних до відповідальності.

Мета роботи. Спираючись на наявну джерельну базу, показати депортацію як інструмент демографічної трансформації окупованих територій України в період 2014–2023 років, виокремити її історичні передумови, механізми реалізації та наслідки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Депортація як інструмент демографічної зміни має довгу історію у світовій політиці, особливо в межах тоталітарних режимів. Цей інструмент демографічних змін є не лише воєнним злочином, але й стратегічним елементом окупаційної політики Російської Федерації. Вона включає широкий спектр примусових заходів, спрямованих на зміну етнічного складу територій, руйнування соціальної та культурної структури, а також формування нової політичної реальності на окупованих землях України. Ця практика має глибокі історичні корені, що беруть початок ще з радянських часів, і залишається невід'ємною частиною сучасної політики Кремля.

Після анексії Криму у 2014 році РФ розпочала масову видачу російських паспортів на окупованих територіях Донбасу. Цей процес від самого початку супроводжувався тиском та створенням адміністративних перешкод для тих, хто відмовлявся від отримання паспорта РФ, зокрема у сфері працевлаштування, доступу до соціальних послуг та системи освіти. У 2019 році Росія спростила процедуру надання громадянства жителям ОРДЛО, а відповідні «центри видачі паспортів» почали працювати у прискореному режимі. Ця політика значно активізувалася після початку повномасштабного вторгнення у 2022 році.

27 квітня 2023-го Путін підписав указ, який дозволяє депортацію мешканців тимчасово окупованих регіонів («ДНР», «ЛНР», частин Херсонської та Запорізької областей), які вирішили не вступати до громадянства РФ. Згідно з указом, іноземцями вважатимуться громадяни, які проживали на територіях «нових регіонів» на день їхнього «прийняття» до складу Росії і заявили про бажання зберегти попереднє громадянство, а також ті, хто раніше проживав та виїхав до РФ, і які також заявили про бажання зберегти попереднє громадянство [8].

За даними українських органів влади, лише у 2023 році сотні тисяч жителів тимчасово окупованих територій отримали паспорти РФ за спрощеною процедурою, причому нерідко така паспортизація супроводжувалася примусом або залякуваннями. Примусова паспортизація стала однією з ключових складових стратегії Російської Федерації, спрямованої на інтеграцію окупованих територій до свого політичного, соціального та економічного простору, а також інструментом для депортації. Ця практика охопила широкий спектр заходів: від створення «виїзних обмежень» для осіб, які не оформили російські документи, до запуску інтенсивних інформаційних кампаній, що просувають ідею «руського мира» та підкреслюють «вигоди» від російського громадянства. Паспортизація також супроводжувалась введенням обов'язкової реєстрації за місцем проживання, примусовою участю в «місцевих виборах» під егідою окупаційної влади і, в деяких випадках, включенням мешканців до лав «територіальної оборони» чи інших збройних формувань. Услід за отриманням паспорта на людей часто чинився психологічний тиск з метою «переїзду» до віддалених регіонів Росії за програмами «переселення» або «працевлаштування».

Аналітики та дослідники ГО «Східна правозахисна група» та ГО «Інститут стратегічних досліджень та безпеки» проаналізували дії країни-окупанта у запровадженні паспортизації для громадян України у період з 2000 по 2024 роки.

Ними виявлено, що за три роки до початку у 2022 році військового вторгнення РФ в Україну, окупаційні адміністрації РФ у Луганській та Донецькій областях почали масштабну роздачу паспортів РФ для місцевих мешканців. Перед початком військового вторгнення політики РФ заявляли, що Кремлю потрібно захистити громадян РФ, які мешкають у Луганській та Донецькій областях.

Дослідники вважають, що примусова паспортизація РФ – була одним з елементів гібридної війни РФ, та невід'ємною частиною підготовчих дій перед військовим вторгненням РФ в Україну [2].

У своїй статті «Russia's «Passportisation» of the Donbas» досліджуючи період до повномасштабного вторгнення Фабіан Буркгардт зазначив, що масова натуралізація українців це більше, ніж інструмент зовнішньої політики. Депортація спрямована на зміну демографічного складу окупованих територій. Замість депортованих українців на території розміщуються російські громадяни, яким створюються сприятливі умови для проживання. Це супроводжується активною русифікацією: введенням російських навчальних програм у школах, примусовим отриманням російських паспортів та інтеграцією депортованих до російського суспільства. Таким чином, депортація стає інструментом етнічного та культурного знищення, а також підготовкою до довгострокової анексії територій [15].

Після початку широкомасштабного вторгнення у 2022 році РФ значно активізувала практику примусового переселення населення з окупованих територій України. За даними ООН, понад 2,8 мільйона українських громадян були вивезені на територію Росії, включаючи тисячі дітей, яких розлучали із сім'ями та направляли у прийомні родини [23]. Такі дії систематично супроводжувались насильством, тиском і порушенням міжнародного права, яке взагалі забороняє депортацію цивільних з окупованих територій [4; 6; 20].

Як зазначено експертами коаліції «Україна. П'ята ранку» в їх аналітичному звіті, фільтраційні табори стали одним із ключових інструментів репресивної політики країни-окупанта на окупованих територіях України. Вони служать механізмом контролю за місцевим населенням, його ідентифікацією, а також способом насильницького вилучення нелояльних громадян. Фільтраційні табори виконують кілька функцій, які відображають цілеспрямовану стратегію окупаційної влади – це збір інформації про населення, виявлення нелояльних осіб і на кінець переміщення та контроль. Особи, які пройшли фільтрацію, підлягають обмеженням пересування або примусовому переміщенню до віддалених регіонів РФ, що ускладнює їхній зв'язок із рідними.

Свідчення постраждалих вказують на нелюдські умови утримання у таборах. Відсутність належного харчування, антисанітарія, постійний психологічний тиск і фізичне насильство – усе це створює умови, які порівнюються із концтаборами.

У вказаному Аналітичному Звіті зазначається, що на території Донецької та Луганської областей функціонувало щонайменше 21 фільтраційний пункт, зафіксовано також створення нових таборів у Херсонській і Запорізькій областях після початку повномасштабного вторгнення. Через ці табори пройшли сотні тисяч українців, багато з яких були депортовані або ув'язнені [7].

За даними правозахисників, тисячі українців, які пройшли через фільтраційні табори, зазнали катувань: від побиття до примусової праці. Особливе занепокоєння викликають свідчення про випадки сексуального насильства щодо жінок, які опинилися під вартою в цих таборах. Зокрема, у доповідях Human Rights Watch та Amnesty International задокументовані свідчення потерпілих, які змушені були працювати в нелюдських умовах або ставали жертвами зґвалтувань і принижень [12; 19; 21]. Вказані факти також неодноразово ставали предметом аналізу в Звітах ОБСЄ про порушення та недотримання міжнародного гуманітарного права та права прав людини, воєнні злочини та злочини проти людяності, пов'язані з примусовим переміщенням та/або депортацією українських дітей до російської федерації та у періодичних доповідях Управління Верховного комісара ООН з прав людини [5; 22].

Водночас механізм «фільтрації» не лише виконує функцію жорсткого контролю та ідентифікації «нелояльних» до окупаційної влади осіб, а й відіграє стратегічну роль у подальшій демографічній зміні регіону: людей, визнаних «небажаними», часто депортують до віддалених районів Російської Федерації, а на їхнє місце переселяють громадян РФ або пропагують «добровільний» переїзд інших груп населення. Це призводить до поступового витіснення українців, руйнування місцевих громад та розмивання національної ідентичності на окупованих територіях.

За даними Центру стратегічних комунікацій та інформаційної безпеки депортація здійснюється під прикриттям нібито «евакуації», але її реальна мета – демографічна трансформація регіонів. Наприклад, на Херсонщині населення масово переселяли на лівий берег Дніпра, звідки людей далі переміщували до віддалених регіонів РФ. Такі заходи супроводжувалися позбавленням громадян майна, знищенням соціальної інфраструктури та відсутністю можливості повернення на рідні землі. Евакуаційні коридори, які могли б забезпечити захист цивільного населення, не створювалися, а кілька колон були навіть розстріляні окупантами [11].

Deutsche Welle, німецька державна радіостанція та телеканал, яка мовить на закордоння, на своєму інтернет ресурсі опублікувала свідчення 16-ти річного Влада Руденка, якого військові РФ після окупації Херсона примусово депортували до Криму під приводом евакуації. Хлопцю заборонили дзвонити рідним, з мамою він зміг вийти на зв'язок лише через місяць. У російській депортації підліток провів 8 місяців, з яких 5 днів знаходився в ізоляторі без забезпечення належного харчування [16].

Загалом, подібні свідчення наголошують на тому, що під виглядом «евакуації» окупаційна влада охоплює дедалі ширше коло жертв, включно з неповнолітніми, які опиняються в ізоляції та позбавляються елементарних умов життя. При цьому метою залишається не стільки захист чи допомога, скільки насильницьке переміщення населення та реалізація репресивної політики.

Примусова депортація ув'язнених з окупованих територій України є ще одним проявом репресивної політики Російської Федерації. Після початку повномасштабного вторгнення в Україну Росія здійснила масове переміщення ув'язнених із зон бойових дій. У своєму огляді ситуації з УВП під час війни Харківська правозахисна група наголошувала, що близько 3000 в'язнів могли опинитися на окупованих територіях.

Зокрема, із Запорізької, Херсонської та Донецької областей було депортовано ув'язнених до колоній у Краснодарському краї, Ростовській області та інших віддалених регіонах РФ. Ці дії здійснювалися без інформування української сторони, що унеможливило забезпечення захисту прав ув'язнених [9].

Переміщення ув'язнених відбувається також під виглядом «евакуації», хоча насправді цей процес є примусовим і не враховує волі осіб, яких депортують. Ув'язнених переміщують під охороною, часто в умовах, які не відповідають нормам гуманного поводження. Переміщення здійснюється без будь-яких юридичних підстав

чи судових рішень. Багато ув'язнених позбавляються українських документів і примусово отримують російські ідентифікаційні номери або паспорти. Зафіксовано численні випадки використання важкої праці, фізичне та психологічне насильство, а також відсутність до правової допомоги [1].

Справедливо зазначити, що практика депортацій, яку проводить Росія, має глибоке коріння в радянському минулому та відображає репресивні підходи, сформовані ще на початку існування СРСР. Депортація кримських татар у 1944 році, операція «Захід» 1947 року та інші масштабні примусові переселення народів були безпосередньо спрямовані на «очищення» територій від потенційно нелояльних груп і систематичне знищення національної ідентичності корінного населення. Подібні операції не обмежувалися лише Кримом чи Західною Україною: жертвами ставали й інші етнічні спільноти, яких радянська влада вважала «небезпечними» або «ворогами» режиму [3].

Важливу роль у цьому відігравала ідеологічна складова: під приводом зміцнення державної безпеки та боротьби з «буржуазним націоналізмом» радянські лідери прагнули уніфікувати багатонаціональне населення під єдиною радянською ідентичністю. У практичному вимірі це означало не лише фізичне переселення, а й цілеспрямовану політику культурної та мовної асиміляції. Репресивні механізми включали конфіскацію майна, примусове виселення у віддалені регіони, штучне роз'єднання родин та створення умов, за яких переселені особи втрачали зв'язок із власною історичною батьківщиною й культурою [10].

Сучасні депортації з окупованих територій України, хоч і мають інші масштаби та контекст, повторюють чимало з цих підходів. Так само, як у радянські часи, населення виокремлюється за критерієм «лояльності» чи «нелояльності» до окупаційного режиму, після чого починає діяти механізм примусового виселення. Паралельно застосовуються практики «перевиховання» або «інтеграції» людей до нових соціальних та культурних реалій – через нав'язування освіти, культурних норм, мови країни-окупанта. Усе це спрямоване на послаблення національної самоідентифікації та штучну зміну демографічного та етнічного складу регіону, що ускладнює повернення депортованих та відновлення їхніх прав навіть після можливої деокупації.

Довгострокові економічні наслідки примусової депортації для України є вкрай негативними. Втрата працездатного населення та кваліфікованих фахівців послаблює економічний потенціал країни, спричиняючи дефіцит робочої сили. За оцінками економістів, близько 2,8 мільйона українців були насильно депортовані до Росії, що суттєво зменшило економічно активне населення, особливо у промисловості, сфері обслуговування та аграрному секторі.

Руйнування економічних зв'язків та занепад підприємств є ще одним наслідком депортацій. Втрата кваліфікованих працівників, знищення логістичних ланцюгів та зупинка виробничих потужностей призвели до значного падіння виробництва. Наприклад, на тимчасово окупованій частині Донбасу у 2023 році видобуток вугілля скоротився більш ніж на 60%, а металургійні комбінати Маріуполя зазнали майже повного знищення. Втрата ринків збуту також загострила кризу: підприємства окупованих територій втратили можливість експортувати продукцію, що змушує їх працювати на російський ринок на невигідних умовах.

Додатково, депортація населення призводить до зменшення податкових надходжень, що негативно позначається на фінансуванні державного та регіональних бюджетів. Зростають витрати на гуманітарну допомогу, соціальну підтримку переміщених осіб та реабілітацію депортованих, створюючи додатковий тиск на економіку.

Окремо виділимо наслідки для аграрного сектору. Депортація жителів сільських територій спричинила нестачу робочої сили, ускладнила проведення посівних і збиральних кампаній, що призвело до зниження врожайності та скорочення експорту. Цілеспрямоване знищення ферм і сільськогосподарських підприємств на окупованих територіях ще більше ускладнює їхнє відновлення після деокупації.

Таким чином, примусова депортація не лише завдає величезних людських втрат, а й послаблює економіку України, ускладнюючи її відновлення та розвиток.

Висновки. Масові депортації, здійснювані Російською Федерацією, мають катастрофічні наслідки для демографічного та культурного ландшафту України. Ці дії не лише змінюють етнічний склад окупованих територій, а й спричиняють довгострокові наслідки для економічної, соціальної та культурної структури країни. Втрата демографічного потенціалу має довгострокові наслідки для відновлення економіки. Примусове переміщення часто супроводжується розлученням сімей. Дітей вилучають із сімейного середовища та передають у російські прийомні родини, що ускладнює їхнє повернення додому та відновлення родинних зв'язків. На окупованих територіях запроваджуються російські навчальні програми, що включають фальсифікацію історії, заперечення української культури та насадження проросійських наративів. Це спрямовано на формування нового покоління, позбавленого української національної ідентичності.

Зміна демографічного складу використовується Росією для виправдання своєї окупаційної політики. Примусова паспортизація та створення проросійського електорату на окупованих територіях сприяють збереженню контролю РФ над регіонами. Депортація сприяє встановленню жорсткого контролю над територіями, що ускладнює опір місцевого населення та створює умови для довгострокової інтеграції цих земель до складу РФ.

Загалом, примусова депортація населення має комплексний негативний вплив на економіку України. Вона сприяє депопуляції регіонів, знищенню підприємств, скороченню податкових надходжень та загальному економічному виснаженню країни. Відновлення цих територій після деокупації потребуватиме значних інвестицій та тривалого періоду економічного відновлення.

Список використаних джерел

1. ГО «Захист в'язнів України». Захист прав депортованих ув'язнених з окупованих територій України: виклики та шляхи вирішення. Липень 2024. URL: <https://surl.li/xtmqke> (дата звернення: 21.12.2024).
2. ГО «Східна правозахисна група» та ГО «Інститут стратегічних досліджень та безпеки». Примусова паспортизація РФ в Україні 2000–2024 роки. URL: <https://surl.li/yuuzbj> (дата звернення: 17.12.2024).
3. Горбатюк М.О. Масові депортації населення Західної України в післявоєнний період. *Український історичний журнал*. 2018. № 1. С. 23–37.
4. Женевська конвенція про захист цивільного населення під час війни. 1949. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_154#Text (дата звернення: 12.12.2024).
5. Організація з безпеки і співробітництва в Європі (ОБСЄ). Звіт про порушення та недотримання міжнародного гуманітарного права та права прав людини. Квітень 2023. URL: <https://www.osce.org/files/f/documents/0/1/546560.pdf> (дата звернення: 15.12.2024).
6. Римський статут міжнародного кримінального суду. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_588#Text (дата звернення: 12.12.2024).
7. Синюк О., Луньова А., Рашевська К., Мартиновський Р., Павлюк А., Свиридова Д., et al. Аналітичний звіт коаліції «Україна. П'ята ранку». Депортація громадян України з території ведення активних бойових дій чи з тимчасово окупованої території України. 2023. URL: https://zmina.ua/wp-content/uploads/sites/2/2023/01/deportation_ukr.pdf (дата звернення: 18.12.2024).
8. Указ президента росії від 27.04.2023 № 307. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202304270013> (дата звернення: 13.12.2024).
9. Харківська правозахисна група. Установи виконання покарань під час війни. Огляд ситуації. Серпень 2022. URL: <https://khpg.org/1608811011> (дата звернення: 21.12.2024).
10. Центр досліджень визвольного руху й Історичної правди. Як відбувалася найбільша депортація із Західної України. Жовтень 2017. URL: <https://cdvr.org.ua/23566/2017/10/20/> (дата звернення: 16.12.2024).
11. Центр стратегічних комунікацій та інформаційної безпеки. Депортація, а не евакуація. Навіщо Кремлю примусове переміщення населення Херсонщини. Листопад 2022. URL: <https://surl.li/wdxfoa> (дата звернення: 15.12.2024).
12. Amnesty International. Like a Prison Convoy: Russia's Unlawful Transfer and Abuse of Civilians in Ukraine During 'Filtration'. 2022. URL: <https://www.amnesty.org/en/documents/eur50/6136/2022/en/> (дата звернення: 11.12.2024).
13. Applebaum A. *Gulag: A History*. Knopf Doubleday Publishing Group, 2007. 736 p.
14. Applebaum A. *Red Famine: Stalin's War on Ukraine*. London: Penguin Books Ltd, 2017. 496 p.
15. Burkhardt F. Russia's «Passportisation» of the Donbas. 2020. URL: <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2020C41/> (дата звернення: 12.12.2024).
16. DW українською. (Свідчення примусового переміщення). 2025. URL: https://x.com/dw_ukrainian/status/1874840574932680831 (дата звернення: 02.01.2025).
17. Elinder M., Erixson O., Hammar O. Where Would Ukrainian Refugees Go if They Could Go Anywhere? *International Migration Review*, 2023. 57(2), 587–602. <https://doi.org/10.1177/01979183221131559>
18. Freedman L. *Ukraine and the Art of Strategy*. Oxford University Press. 2019.
19. Human Rights Watch. «Filtration» and the Crime of Forcibly Transferring Ukrainian Civilians to Russia. September 2022. URL: <https://surl.li/yoesqv> (дата звернення: 11.12.2024).
20. Human Rights Watch. Україна: Примусова русифікація освіти на окупованих територіях. 2024. URL: <https://surl.li/tsfgzl> (дата звернення: 14.12.2024).
21. Leheza Y., Korniienko M., Bereznia V., Mariienko A., Radchuk A. Legal Regulation of Liability for Illegal Deportation of Children: Administrative, Criminal Aspects, Experience of Ukraine and International Standards. *Revista Juridica Portucalense*, 2024. 257–274. [https://doi.org/10.34625/issn.2183-2705\(36\)2024.ic-11](https://doi.org/10.34625/issn.2183-2705(36)2024.ic-11)
22. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. 40-th Report on the human rights situation in Ukraine. October 2024. URL: <https://surl.li/ujzsfz> (дата звернення: 17.12.2024).
23. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. Report on the human rights situation in Ukraine, August 2023. URL: <https://surl.li/isamwz> (дата звернення: 11.12.2024).
24. Snyder, T. *Bloodlands: Europe between Hitler and Stalin*. Laurus, 2010. 524 p.
25. United Nations General Assembly. Resolution ES–11/1: Aggression against Ukraine (2022). URL: <https://surl.li/isldus> (дата звернення: 16.12.2024).
26. Wylegała A. Child migrants and deportees from Poland and Ukraine after the Second World War: experience and memory. *European Review of History: Revue Européenne d'histoire*, 22(2), 2015. 292–309. <https://doi.org/10.1080/13507486.2015.1008411>

Semenov S. V.

Postgraduate Student at the Department of Ukrainian History,
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: cemenpochta@gmail.com

ORCID: 0009-0004-1882-1488

DEPORTATION AS A TOOL OF DEMOGRAPHIC CHANGE IN THE OCCUPIED TERRITORIES

Abstract

The purpose of the study is to investigate deportation as a tool of demographic transformation of the occupied territories of Ukraine in the period 2014–2023, based on reports, reports of human rights and international organizations, as well as electronic publications, to identify historical origins, implementation mechanisms and consequences for the Ukrainian population and the region as a whole. The research methodology involves the use of the principles of historicism, scientific objectivity, systematicity and comprehensiveness. General scientific and special historical methods were applied: analysis of documentary and human rights sources, comparative historical approach (comparison of the current situation with deportations of the Soviet period), the method of systems analysis (identification of the relationship between forced passportization, “filtration” and deportation), as well as the method of critical source analysis for evaluating reports of international organizations. The scientific novelty lies in the ability to identify the patterns of development and spread of modern deportations, as well as assess their impact on the occupied territories, identifying ways to prevent and minimize long-term negative consequences. Conclusions. We must state that deportation today acts as a systemic tool of demographic transformation, including passportization, “filtration”, forced Russification and resettlement of prisoners, children and women. Forced displacement or resettlement of the population has deep Soviet roots, but in modern conditions it is combined with mechanisms of informational and legal pressure (creating grounds for deprivation of Ukrainian citizenship, banning travel without Russian documents, etc.). The social fabric of the occupied regions of Ukraine is being destroyed: family and community ties are disappearing, the ethnic composition is changing, and national culture and language are being actively displaced. The norms of international law are being violated, in particular Article 49 of the IV Geneva Convention and the Rome Statute of the ICC, which prohibit the deportation of civilians from occupied territories. This forms the basis for qualifying the actions of the Russian Federation as war crimes or crimes against humanity. Further, it remains relevant to study the long-term consequences of deportations, in particular economic and psychological, as well as to develop mechanisms for holding perpetrators accountable and reintegration of deportees.

Key words: deportation, demographic change, forced displacement, resettlement, full-scale invasion, international law.

References

1. HO «Zakhyst v'iazniv Ukrainy». Zakhyst prav deportovanykh uv'iaznennykh z okupovanykh terytorii Ukrainy: vyklyky ta shliakhy vyrishennia [NGO “Protection of Prisoners of Ukraine”. Protection of the rights of deported prisoners from the occupied territories of Ukraine: challenges and solutions]. Retrieved from <https://surl.li/xmqke> [in Ukrainian].
2. HO «Skhidna pravozakhysna hrupa» ta HO «Instytut stratehichnykh doslidzhen ta bezpeky». Prymusova pasportyzatsiia RF v Ukraini 2000–2024 roky [NGO “Eastern Human Rights Group” and NGO “Institute for Strategic Studies and Security”. Forced passportization of the Russian Federation in Ukraine 2000–2024]. Retrieved from <https://surl.li/yyzbj> [in Ukrainian].
3. Horbatiuk, M.O. (2018). Masovi deportatsii naselennia Zakhidnoi Ukrainy v pislivoiennyi period [Mass deportations of the population of Western Ukraine in the post-war period]. *Ukrainskyi istorychnyi zhurnal [Ukrainian Historical Journal]*, 1, 23–37 [in Ukrainian].
4. Zhenevska konventsiiia pro zakhyst tsyvilnoho naselennia pid chas viiny [Geneva Convention relative to the Protection of Civilian Persons in Time of War]. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_154#Text [in Ukrainian].
5. Orhanizatsiia z bezpeky i spivrobitnytstva v Yevropi (OSSE). Zvit pro porushennia ta nedotrymannia mizhnarodnoho humanitarnoho prava ta prava prav liudyny [Organization for Security and Cooperation in Europe (OSCE). Report on violations and non-compliance with international humanitarian law and human rights]. Retrieved from <https://www.osce.org/files/f/documents/0/1/546560.pdf> [in Ukrainian].
6. Rymskyi statut mizhnarodnoho kryminalnoho sudu. [Rome Statute of the International Criminal Court] (n.d.). Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_588#Text [in Ukrainian].
7. Siniuk, O., Luniova, A., Rashevska, K., Martynovskyi, R., Pavliuk, A., Svyrydova, D., et al. (2023). Analitichnyi zvit koalitsii «Ukraina. Piata ranku»: Deportatsiia hromadian Ukrainy z terytorii vedennia aktyvnykh boiovykh dii chy z tymchasovo okupovanoi terytorii Ukrainy [Analytical report of the coalition “Ukraine. Five in the Morning” on the deportation of Ukrainian citizens]. Retrieved from https://zmina.ua/wp-content/uploads/sites/2/2023/01/deportation_ukr.pdf [in Ukrainian].
8. Ukaz prezidenta Rosii [Decree of the President of Russia] 27.04.2023 № 307. Retrieved from <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202304270013> [in Russian].
9. Kharkivska pravozakhysna hrupa. Ustanovy vykonannia pokaran pid chas viiny: Ohliad sytuatsii [Kharkiv Human Rights Group. Penitentiary institutions during the war: Situation overview]. Retrieved from <https://khp.org/1608811011> [in Ukrainian].
10. Tsentr doslidzhen vyzvolnoho rukhu i Istorychnoi pravdy. Yak vidbuvalasia naibilsha deportatsiia iz Zakhidnoi Ukrainy [Center for Studies of the Liberation Movement and Historical Truth. How the largest deportation from Western Ukraine took place]. Retrieved from <https://cdvr.org.ua/23566/2017/10/20/> [in Ukrainian].
11. Tsentr stratehichnykh komunikatsii ta informatsiinoi bezpeky. Deportatsiia, a ne evakuatsiia. Navishcho Kremluii pry-musove peremishchennia naselennia Khersonshchyny [Center for Strategic Communications and Information Security. Deportation, not evacuation. Why the Kremlin forcibly relocates the population of Kherson]. Retrieved from <https://surl.li/wdxfoa> [in Ukrainian].

-
12. Amnesty International. Like a Prison Convoy: Russia's Unlawful Transfer and Abuse of Civilians in Ukraine During 'Filtration' Retrieved from <https://www.amnesty.org/en/documents/eur50/6136/2022/en/> [in English].
 13. Applebaum, A. (2003). *Gulag: A History*. Knopf Doubleday Publishing Group, 736 p. [in English].
 14. Applebaum, A. (2017). *Red Famine: Stalin's War on Ukraine*. London: Penguin Books Ltd, 496 p. [in English].
 15. Burkhardt, F. (2020). Russia's «Passportisation» of the Donbas. Retrieved from <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2020C41/> [in English].
 16. DW ukrainiskoіu. Svidchennia prymusovoho peremishchennia [Evidence of forced relocation]. Retrieved from https://x.com/dw_ukrainian/status/1874840574932680831 [in Ukrainian].
 17. Elinder, M., Erixson, O., & Hammar, O. (2023). Where Would Ukrainian Refugees Go if They Could Go Anywhere? *International Migration Review*, 57(2), 587-602. <https://doi.org/10.1177/01979183221131559> [in English].
 18. Freedman, L. (2019). *Ukraine and the Art of Strategy*. Oxford University Press [in English].
 19. Human Rights Watch. "Filtration" and the Crime of Forcibly Transferring Ukrainian Civilians to Russia. Retrieved from <https://surl.li/yoecqv> [in English].
 20. Human Rights Watch. *Ukraina: Prymusova rusyfikatsiia osvity na okupovanykh terytoriakh* [Ukraine: Forced Russification of Education in Occupied Territories]. Retrieved from <https://surl.li/tsfgzl> [in Ukrainian].
 21. Leheza, Y., Korniienko, M., Berezniak, V., Mariienko, A., & Radchuk, A. (2024). Legal Regulation of Liability for Illegal Deportation of Children: Administrative, Criminal Aspects, Experience of Ukraine and International Standards. *Revista Juridica Portucalense*, 257–274. [https://doi.org/10.34625/issn.2183-2705\(36\)2024.ic-11](https://doi.org/10.34625/issn.2183-2705(36)2024.ic-11) [in English].
 22. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. 40-th Report on the human rights situation in Ukraine. Retrieved from <https://surl.li/ujzsfz> [in English].
 23. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. Report on the human rights situation in Ukraine, August 2023. Retrieved from <https://surl.li/isamwz> [in English].
 24. Snyder, T. (2010). *Bloodlands: Europe between Hitler and Stalin*. Laurus, 524 p. [in English].
 25. United Nations General Assembly. Resolution ES–11/1: Aggression against Ukraine. Retrieved from <https://surl.li/isldus>. [in English].
 26. Wylegała, A. (2015). Child migrants and deportees from Poland and Ukraine after the Second World War: experience and memory. *European Review of History: Revue Européenne d'histoire*, 22(2), 292–309. <https://doi.org/10.1080/13507486.2015.1008411> [in English].

УДК 369.1 (477)

Стангрет Ю. О.

здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
кафедри фінансів, банківської справи,
страхування та електронних платіжних систем,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: urastangret@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152

Грушецький С. М.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри агроінженерії і системотехніки
імені Михайла Самокиша,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: g.sergiy.1969@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ

Анотація

Організаційна структура системи соціального захисту населення є ключовим елементом у забезпеченні соціальної стабільності та благополуччя громадян. Вона охоплює різноманітні органи й установи, які відповідають за надання соціальних послуг, допомоги та забезпечення мінімальних соціальних стандартів для різних категорій населення, як-от пенсіонери, інваліди, малозабезпечені родини й інші вразливі групи. Система соціального захисту має багато рівнів організації, починаючи від місцевих органів влади та закінчуючи національними інститутами. Така структура є важливим механізмом для забезпечення соціальних прав громадян і підтримки їх у складних життєвих ситуаціях.

На рівні держави основними органами, що здійснюють соціальний захист, є Міністерство соціальної політики України, яке координує і визначає загальну політику в галузі соціального захисту. Воно відповідає за розроблення та реалізацію державних програм допомоги, а також за координацію роботи місцевих органів влади. Важливим елементом є також система органів місцевого самоврядування, які реалізують на місцях рішення держави, надають конкретну допомогу громадянам, що потребують соціальної підтримки.

На рівні регіонів і місцевих громад соціальний захист організовується через відділи соціального захисту, які є частиною органів місцевого самоврядування. Вони здійснюють розподіл державної допомоги, організовують роботу центрів надання соціальних послуг, забезпечують підтримку соціально незахищених категорій населення. Важливою складовою частиною системи є надання соціальних послуг, як-от тимчасове розміщення осіб, які опинилися у складних життєвих обставинах, допомога безробітним, компенсації для сімей із дітьми, а також підтримка інвалідів.

Система соціального захисту також охоплює численні благодійні організації, неурядові організації (НУО), які надають допомогу тим, хто її потребує. Ці організації часто опікуються реалізацією програм, що доповнюють державні заходи, як-от допомога переселенцям, підтримка дітей-сиріт, надання гуманітарної допомоги у кризових ситуаціях. У багатьох випадках саме ці структури є першими, хто реагує на соціальні проблеми, що виникають унаслідок природних катастроф або соціальних конфліктів.

Система фінансування соціального захисту населення забезпечується через державний бюджет, а також через внески на соціальне страхування, які здійснюються підприємствами та громадянами. Одним із важливих елементів є система пенсійного забезпечення, яка функціонує на основі солідарного і накопичувального принципів. Пенсії, допомога людям з інвалідністю, надання лікарняних листків – усе це становить комплекс заходів соціального страхування, що є основою для матеріальної підтримки громадян у різних життєвих ситуаціях.

Окрім того, у системі соціального захисту важливим є питання правової підтримки. На допомогу людям, які стикаються із труднощами в отриманні соціальних послуг або з юридичними проблемами в цій сфері, надаються безкоштовні юридичні консультації та підтримка.

Одним із важливих напрямів розвитку системи соціального захисту є вдосконалення механізмів надання допомоги, зокрема через цифровізацію процесів. Сучасні технології дозволяють автоматизувати багато аспектів, полегшують доступ до соціальних послуг для громадян, скорочують бюрократичні бар'єри та підвищують ефективність роботи соціальних служб.

Ключові слова: соціальний захист, організаційна структура, міністерство соціальної політики, місцеві органи влади, центри надання соціальних послуг, державна допомога, соціальні послуги, безробіття, інваліди, пенсійне забезпечення, соціальне страхування, благодійні організації.

Вступ. Організаційна структура системи соціального захисту населення є важливою складовою частиною соціальної політики держави, яка спрямована на гарантування рівних прав і можливостей для громадян у забезпеченні їхнього благополуччя, а також на підтримку вразливих груп населення. Система соціального захисту охоплює широкий спектр заходів, що надаються державними та місцевими органами, а також благодійними організаціями, з метою забезпечення мінімальних життєвих стандартів, захисту від соціальних ризиків і сприяння інтеграції осіб у суспільство [1–4].

Одним з основних завдань цієї системи є підтримка тих громадян, які з різних причин не можуть забезпечити себе самостійно, зокрема, пенсіонерів, осіб з інвалідністю, багатодітних родин, безробітних, осіб, що постраждали від соціальних чи економічних криз. Система соціального захисту передбачає не лише надання матеріальної допомоги, а й послуги, які сприяють реабілітації та соціалізації осіб, що потребують підтримки [5; 7; 9; 10].

Організація соціального захисту населення є багаторівневою і складається із численних державних органів, установ і організацій, кожна з яких має свої функції й обов'язки. Вона ґрунтується на принципах солідарності та справедливості, а також передбачає тісну взаємодію між різними учасниками соціального процесу – органами влади, місцевими громадами, соціальними працівниками та громадськими організаціями. Структура цієї системи сприяє ефективному вирішенню проблем у сфері соціального забезпечення, забезпечує доступ громадян до необхідних послуг і підтримки, а також реагує на зміни в соціально-економічній ситуації у країні [6; 8; 11].

Мета роботи. Метою дослідження організаційної структури системи соціального захисту населення є аналіз основних складових частин цієї системи, визначення її функцій і механізмів взаємодії між різними рівнями органів влади, державними та недержавними установами. Зокрема, дослідження спрямоване на:

- 1) **оцінювання ефективності організації соціального захисту.** Вивчення того, як різні інституції, що забезпечують соціальний захист, виконують свої функції, а також аналіз сильних і слабких сторін системи, що існує;
- 2) **визначення основних елементів організаційної структури.** Аналіз ролі державних органів, місцевого самоврядування, благодійних і неурядових організацій у реалізації політики соціального захисту;
- 3) **розкриття взаємодії між різними рівнями управління.** Дослідження механізмів співпраці центральних і місцевих органів влади, а також участі громадських організацій у процесах соціальної підтримки;
- 4) **виявлення проблем і викликів у сфері соціального захисту.** Аналіз проблем, які виникають у процесі надання соціальних послуг, та визначення шляхів їх вирішення для підвищення ефективності та доступності соціального захисту;
- 5) **розроблення рекомендацій щодо вдосконалення системи соціального захисту.** Формулювання пропозицій, спрямованих на покращення організації та функціонування соціального захисту, зокрема через цифровізацію процесів, спрощення бюрократичних процедур і забезпечення більшої прозорості.

Отже, мета дослідження полягає у проведенні комплексного аналізу організаційної структури системи соціального захисту з метою оцінювання її ефективності та розроблення рекомендацій для її вдосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Організаційна структура системи соціального захисту населення являє собою складну мережу інституцій і органів, які на різних рівнях відповідають за забезпечення соціальної підтримки для громадян. Основні компоненти цієї структури можна розглядати крізь призму функціональних і адміністративних рівнів, що забезпечують ефективність соціального захисту [12–18].

Основні рівні організації соціального захисту:

1) **центральний рівень.** На центральному рівні основним органом, який відповідає за політику соціального захисту в Україні, є Міністерство соціальної політики України. Це міністерство опікується розробленням і реалізацією державної політики у сфері соціального захисту, координує роботу інших органів, що відповідальні за надання допомоги громадянам, та здійснює загальний контроль за ефективністю виконання державних програм. Міністерство також відповідає за впровадження законодавчих ініціатив, пов'язаних із соціальним забезпеченням.

До основних функцій Міністерства соціальної політики належать: розроблення нормативно-правової бази для надання соціальних послуг і допомоги, координація роботи місцевих органів влади й інших державних установ, реалізація національних програм соціальної підтримки;

2) **регіональний та місцевий рівні.** На рівні регіонів і місцевих громад соціальний захист здійснюється через органи місцевого самоврядування та відповідні відділи соціального захисту. Вони забезпечують реалізацію державних соціальних програм на місцях, координують роботу центрів надання соціальних послуг і опікуються безпосереднім наданням допомоги громадянам.

Основні функції місцевих органів соціального захисту: розподіл державної допомоги серед нужденних громадян, організація соціальних послуг на місцях, як-от тимчасове житло для бездомних, підтримка інвалідів, організація допомоги сім'ям з дітьми, співпраця із благодійними організаціями та неурядовими організаціями (далі – НУО), які надають додаткову підтримку на рівні громади;

3) **соціальні установи й організації.** До цієї категорії належать організації, які здійснюють практичну реалізацію заходів соціального захисту. Серед них: пенсійні фонди, органи соціального страхування, медичні

установи, а також благодійні організації. Вони надають такі послуги, як: пенсійне забезпечення, допомога з безробіття, матеріальна допомога для малозабезпечених, соціальні послуги для інвалідів і літніх людей, гуманітарна підтримка у кризових ситуаціях.

Фінансування системи соціального захисту

Система фінансування соціального захисту населення складається з кількох основних джерел, як-от:

- 1) державний бюджет – основне джерело фінансування соціальних програм, зокрема й виплат пенсій, допомоги малозабезпеченим родинам, інвалідам тощо;
- 2) соціальне страхування – фінансування через внески роботодавців і працівників, що спрямовуються на соціальні виплати (лікарняні, безробіття, пенсії);
- 3) місцеві бюджети – частина фінансування, що надходить на соціальні програми та послуги, спрямовані на потреби місцевого населення;
- 4) благодійні організації – додаткові кошти, які надходять від приватних і корпоративних донорів, а також міжнародних інституцій для фінансування спеціальних програм.

Соціальні послуги та підтримка

Соціальний захист передбачає надання різноманітних послуг, серед яких:

- 1) соціальні виплати: пенсії, допомоги з безробіття, допомоги на дітей, соціальні компенсації для осіб з інвалідністю, допомога малозабезпеченим родинам;
- 2) соціальні послуги: допомога у вигляді тимчасового житла, реабілітаційні послуги для осіб з інвалідністю, психосоціальна підтримка, юридичні консультації для малозабезпечених;
- 3) інформаційна підтримка: надання консультацій щодо прав і можливостей отримання соціальної допомоги, освітні програми для вразливих категорій населення.

Взаємодія між державними, місцевими органами та НУО

Однією із ключових особливостей організаційної структури соціального захисту є тісна співпраця між державними органами, місцевими самоврядними органами та неурядовими організаціями. НУО часто відіграють важливу роль у наданні допомоги у кризових ситуаціях, організації підтримки для найбільш вразливих груп населення, а також у розробленні та впровадженні додаткових програм, що не фінансуються державою.

Програмні та законодавчі ініціативи

Законодавчі акти та державні програми соціального захисту є основою для функціонування системи. Законодавство, зокрема закони України «Про соціальне забезпечення», «Про пенсійне забезпечення», а також численні постанови й урядові програми, визначають механізми та критерії для надання соціальних послуг і допомоги.

Цифровізація соціального захисту

Один із важливих напрямів удосконалення організаційної структури – це цифровізація процесів. Упровадження сучасних інформаційних технологій дозволяє автоматизувати багато аспектів роботи системи соціального захисту, зокрема й реєстрацію заявок на допомогу, автоматичний розподіл коштів, моніторинг ефективності програм і послуг. Це значно скорочує бюрократичні бар'єри, підвищує прозорість процесів і забезпечує доступність послуг для громадян.

Організаційна структура системи соціального захисту населення є багаторівневою, динамічною і включає безліч інституцій та установ, що працюють на забезпечення соціального благополуччя громадян. Важливими елементами цієї системи є взаємодія між державними органами, місцевими самоврядними структурами та громадськими організаціями, а також ефективне фінансування соціальних програм.

Висновки:

1. Багатовекторність організаційної структури. Система соціального захисту населення є складною і багаторівневою. Вона об'єднує державні органи, органи місцевого самоврядування, соціальні установи та громадські організації, що взаємодіють для забезпечення соціальної підтримки громадян. Кожен рівень має свою роль у наданні допомоги, від визначення політики на державному рівні до безпосереднього надання послуг на місцях.

2. Роль державних і місцевих органів. Центральні органи влади, зокрема Міністерство соціальної політики, відіграють ключову роль у розробленні та впровадженні державної політики. Місцеві органи влади та соціальні служби відповідають за реалізацію цих політик на місцях, забезпечують доступ до послуг для всіх громадян, зокрема й найбільш вразливих категорій населення.

3. Фінансування та ресурсне забезпечення. Основним джерелом фінансування системи є державний бюджет, а також соціальне страхування та місцеві бюджети. Залучення благодійних організацій і НУО сприяє доповненню державних ресурсів, однак для ефективного функціонування соціального захисту необхідне стабільне та достатнє фінансування.

4. Ефективність надання соціальних послуг. Натепер система соціального захисту в Україні стикається з низкою проблем, зокрема з неналежною автоматизацією процесів, що створює бюрократичні бар'єри, а також з обмеженими можливостями для надання допомоги в умовах швидких соціальних і економічних змін.

5. Цифровізація й інновації. Використання сучасних інформаційних технологій є важливим кроком до вдосконалення системи соціального захисту. Автоматизація процесів, забезпечення прозорості, а також полегшення доступу до послуг для громадян можуть значно підвищити ефективність роботи системи загалом.

Перспективи подальших досліджень:

1. **Аналіз цифрових технологій у соціальному захисті.** Необхідно досліджувати роль і ефективність цифровізації в системі соціального захисту. Це передбачає розроблення та впровадження електронних платформ для подачі заяв на соціальні виплати, а також моніторинг ефективності автоматизованих процесів.

2. **Оцінювання впливу соціальних реформ.** Оскільки система соціального захисту постійно розвивається, важливо досліджувати вплив останніх реформ у цій сфері на ефективність надання допомоги, а також на рівень задоволення громадян від отримуваних послуг.

3. **Міжнародний досвід.** Дослідження досвіду інших країн у сфері соціального захисту може допомогти виявити ефективні моделі та стратегії, які можуть бути адаптовані до вітчизняної реальності. Особливо важливими є аналіз міжнародних практик у сфері інклюзивного соціального забезпечення, надання послуг через цифрові канали та боротьба з бідністю.

4. **Підвищення ефективності міжсекторальної співпраці.** Перспективним напрямом дослідження є розроблення рекомендацій щодо покращення взаємодії між державними органами, місцевими органами влади та НУО для більш ефективної реалізації соціальних програм і надання послуг.

5. **Покращення механізмів фінансування соціальних програм.** Необхідно дослідити шляхи оптимізації фінансування соціальних програм, зокрема через удосконалення системи соціальних внесків, а також залучення додаткових джерел фінансування, як-от інвестиції в соціальні підприємства чи співпраця з міжнародними організаціями.

Отже, перспективи подальших досліджень у сфері організаційної структури соціального захисту населення включають глибокий аналіз інноваційних технологій, удосконалення фінансування, а також дослідження міжнародного досвіду та міжсекторальної співпраці для підвищення ефективності системи.

Список використаних джерел

1. Гречанюк І. Формування організаційної структури системи соціального захисту. *Вісник соціальних наук*. 2019. № 12 (3). С. 45–61.
2. Грушецький С., Стангрет Ю. Комбінована модель функціонування системи накопичувального пенсійного забезпечення. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2024. № 3(2). С. 33–45. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20240302.04>.
3. Державна служба статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 23.12.2024).
4. За даними Пенсійного фонду України. URL: <https://www.pfu.gov.ua/2149410-platnyky-yedynogo-sotsialnogo-vne-sku-ta-zastrahovani-osoby-2/> (дата звернення: 23.12.2024).
5. Про соціальний захист населення : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-12> (дата звернення: 23.12.2024).
6. Про пенсійне забезпечення : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1788-12> (дата звернення: 23.12.2024).
7. Звіт про роботу та виконання бюджету Пенсійного фонду України у 2022 р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2022/ZVIT%20PFU%202022.pdf> (дата звернення: 23.12.2024).
8. Козак Т. Реформування системи пенсійного забезпечення в умовах демографічної кризи в Україні. Київ, 2021. 225 с.
9. Міністерство соціальної політики України. URL: <https://www.msp.gov.ua/> (дата звернення: 23.12.2024).
10. Національна соціальна сервісна служба України. URL: <https://nssu.gov.ua/> (дата звернення: 23.12.2024).
11. Пенсійна система України URL: https://knpf.bank.gov.ua/uchasnykam/baza_znan/pensiina_systema_ukrainy.html (дата звернення: 23.12.2024).
12. Пенсійний фонд України (дані про середній розмір пенсії). URL: <https://www.pfu.gov.ua/pro-pfu/> (дата звернення: 23.12.2024).
13. Пенсійного калькулятора Пенсійного фонду України. URL: <https://portal.pfu.gov.ua/> (дата звернення: 23.12.2024).
14. Про загальнообов'язкове державне пенсійне страхування : Закон України № 1058-IV від 09.07.2003 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1058-15> (дата звернення: 23.12.2024).
15. Про накопичувальне пенсійне забезпечення : проєкт закону України № 9212. 17.04.2023 URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/41768> (дата звернення: 21.12.2024).
16. Рудик В. Виклики для пенсійних систем країн ЄС і України на сучасному етапі розвитку суспільства. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. ЗВО «ПДУ». Кам'янець-Подільський, 2024. № 1 (42). С. 95–100. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.14>.
17. Рудик В., Грушецький С., Стангрет Ю. Моделі життя на пенсії в Україні. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. ЗВО «ПДУ». Кам'янець-Подільський, 2024. № 43. С. 154–160. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.23>.
18. Рудик В. Розвиток недержавного пенсійного забезпечення в умовах реформування пенсійної системи України. *Бізнес Інформ*. 2021. № 11. С. 235–240.

Stangret Yu. O.

*Recipient of higher education with the degree of Doctor of Philosophy,
Department of Finance, Banking, Insurance and Electronic Payment Systems,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: urastangret@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152*

Hrushetskyi S. M.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Agricultural Engineering
and System Engineering named after Mykhailo Samokysh,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: g.sergiy.1969@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152*

ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF THE SOCIAL PROTECTION SYSTEM OF THE POPULATION

Abstract

The organizational structure of the social protection system is a key element in ensuring social stability and well-being of citizens. It includes various bodies and institutions responsible for providing social services, assistance and ensuring minimum social standards for various categories of the population, such as pensioners, disabled people, low-income families and other vulnerable groups. The social protection system has many levels of organization, starting from local authorities and ending with national institutions. Such a structure is an important mechanism for ensuring the social rights of citizens and supporting them in difficult life situations.

At the state level, the main bodies implementing social protection are the Ministry of Social Policy of Ukraine, which coordinates and determines the general policy in the field of social protection. It is responsible for the development and implementation of state assistance programs, as well as for coordinating the work of local authorities. An important element is also the system of local self-government bodies, which implement state decisions on the ground, providing specific assistance to citizens in need of social support.

At the level of regions and local communities, social protection is organized through social protection departments, which are part of local governments. They distribute state aid, organize the work of social service centers, and provide support to socially vulnerable categories of the population. An important component of the system is the provision of social services, such as temporary accommodation for people in difficult life circumstances, assistance to the unemployed, compensation for families with children, and support for the disabled.

The social protection system also includes numerous charitable organizations and non-governmental organizations (NGOs) that provide assistance to those in need. These organizations are often involved in implementing programs that complement state measures, including assistance to displaced persons, support for orphans, and provision of humanitarian assistance in crisis situations. In many cases, these structures are the first to respond to social problems arising from natural disasters or social conflicts.

The system of financing social protection of the population is provided through the state budget, as well as through social insurance contributions made by enterprises and citizens. One of the important elements is the pension system, which operates on the basis of solidarity and accumulation principles. Pensions, disability benefits, the provision of sick leave – all this makes up a complex of social insurance measures, which is the basis for material support for citizens in various life situations.

In addition, the issue of legal support is important in the social protection system. To help people who encounter difficulties in obtaining social services or face legal problems in this area, free legal advice and support are provided.

One of the important areas of development of the social protection system is the improvement of assistance mechanisms, in particular through the digitalization of processes. Modern technologies allow automating many aspects, facilitating access to social services for citizens, reducing bureaucratic barriers and increasing the efficiency of social services.

Key words: social protection, organizational structure, Ministry of Social Policy, local authorities, social service centers, state assistance, social services, unemployment, disabled people, pensions, social insurance, charitable organizations.

References

1. Hrechaniuk, I. (2019). Formuvannia orhanizatsiinoi struktury systemy sotsialnoho zakhystu [Formation of the organizational structure of the social protection system]. *Visnyk sotsialnykh nauk*, 12 (3), 45–61 [in Ukrainian].
2. Hrushetskyi, S., & Stanhret, Yu. (2024). Kombinovana model' funktsionuvannia systemy nakopychuval'noho pensijnoho zabezpechennia [Combined model of functioning of the accumulative pension system]. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 3 (2), 33–45. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20240302.04> [in Ukrainian].
3. Derzhavna sluzhba statystyky [State Statistics Service]. Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
4. Za danymy Pensijnoho fondu Ukrainy (2021) [According to the Pension Fund of Ukraine (2021)]. Retrieved from <https://www.pfu.gov.ua/2149410-platnyky-yedynogo-sotsialnogo-vnesku-ta-zastrahovani-osoby-2/> [in Ukrainian].
5. Zakon Ukrainy "Pro sotsialnyi zakhyst naselennia" [Law of Ukraine "On Social Protection of the Population"]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-12> [in Ukrainian].

6. Закон України “Про пенсійне забезпечення” [Law of Ukraine “On Pension Provision”]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1788-12> [in Ukrainian].
7. Zvit pro robotu ta vykonannia biudzhetu Pensijnoho fondu Ukrainy u 2022 r. (2022) [Report on the work and implementation of the budget of the Pension Fund of Ukraine in 2022 (2022)]. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2022/ZVIT%20PFU%202022.pdf> [in Ukrainian].
8. Kozak, T. (2021). *Reformuvannia systemy pensijnoho zabezpechennia v umovakh demografichnoi kryzy v Ukraini* [Reforming the pension system in the conditions of the demographic crisis in Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
9. Ministerstvo sotsialnoi polityky Ukrainy [Ministry of Social Policy of Ukraine]. Retrieved from <https://www.msp.gov.ua/> [in Ukrainian].
10. Natsionalna sotsialna servisna sluzhba Ukrainy [National Social Service of Ukraine]. Retrieved from <https://nssu.gov.ua/> [in Ukrainian].
11. Pensijna systema Ukrainy [Pension system of Ukraine] Retrieved from https://knpf.bank.gov.ua/uchasnykam/baza_znan/pensiina_systema_ukrainy.html [in Ukrainian].
12. Pensijnyj fond Ukrainy (dani pro serednij rozmir pensii) [Pension fund of Ukraine (data on the average pension)]. Retrieved from <https://www.pfu.gov.ua/pro-pfu/> [in Ukrainian].
13. Pensijnoho kal’kuliatora Pensijnoho fondu Ukrainy [Pension calculator of the Pension Fund of Ukraine]. Retrieved from <https://portal.pfu.gov.ua/> [in Ukrainian].
14. Закон України “Про загальнообов’язкове державне пенсійне страхування” від 9 лип. 2003 р. № 1058–IV [Law of Ukraine on compulsory state pension insurance from July 9 2003, № 1058–IV] (2003, July 9). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1058-15> [in Ukrainian].
15. Pro nakopychuval’ne pensijne zabezpechennia (2023). Proekt zakonu Ukrainy № 9212 від 17.04.2023 р. [About accumulative pension provision (2023). Draft Law of Ukraine № 9212. 04/17/2023]. Retrieved from <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/41768> [in Ukrainian].
16. Rudyk, V. (2024). Vyklyky dlia pensijnykh system krain YeS i Ukrainy na suchasnomu etapi rozvytku suspilstva [Challenges for the pension systems of EU countries and Ukraine at the current stage of social development]. *Podilskyj visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. ZVO “PDU”. Kamianets-Podilskyj*, 1 (42), 95–100. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.14> [in Ukrainian].
17. Rudyk, V., Hrushetskyi, S., Stanhret Yu. (2024). Modeli zhyttia na pensii v Ukraini [Retirement life models in Ukraine]. *Podilskyj visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. ZVO “PDU”. Kamianets-Podilskyj*, 43, 154–160 <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.23> [in Ukrainian].
18. Rudyk, V. (2011). Rozvytok nederzhavnogo pensijnogo zabezpichenia v umovakh reformuvania pensiinoi systemy Ukrainy [The development of non-state pension provision in the context of the reform of the pension system in Ukraine]. *Business Inform*, 11, 235–240 [in Ukrainian].

УДК 330.3

Харченко О. С.

*аспірант кафедри економіки, підприємництва, торгівлі та біржової діяльності,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: o.kharchenko@outlook.com

ORCID: 0009-0007-9560-493X

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ПІД ЧАС ДІЇ ВОЄННОГО СТАНУ

Анотація

У статті розглянуто основні аспекти, що пов'язані з поняттям резильєнтності стосовно економіки держави та окремої галузі економіки на прикладі агропромислового комплексу. В роботі розглянуто основні аспекти методології визначення резильєнтності на рівні держави та на рівні підприємств під час дії воєнного стану. Порівняння індексу резильєнтності для України виконано з показниками для Польщі. Оцінка здійснювалася згідно з прийнятою методикою оцінки провідної страхової компанії світового рівня за основними ознаками. Кількісні значення показників свідчать не тільки про вразливість їх до негативного впливу з боку російської військової агресії, але й про певну стійкість і здатність до відновлення, тому що порівняння відбувалося з показниками для держави Європейського Союзу, що перебуває в більш-менш стабільному економічному стані для такої геополітичної ситуації.

Автором також розглянуто динаміку змін виробництва підприємств агропромислового комплексу на прикладі цукрової промисловості за певний період часу, що включав у себе роки з проявами різноманітного геополітичного впливу та кризових явищ. Завдяки зменшенню квот з боку Євросоюзу та дії міжнародних санкцій на підприємства агрокомплексу російської федерації вітчизняним підприємствам вдалося навіть трохи збільшити не тільки обсяги виробництва цукру, а й збільшити обсяги експорту. Розглянуто дані про обсяги площ землі агропідприємств під цукровий буряк за різні роки та проаналізовано динаміку їх змін залежно від геополітичних обставин. Зроблено висновок, що аналіз факторів впливу та формування методичних засад щодо створення економічної резильєнтності підприємств стосовно агропромислового комплексу потребує врахування не тільки зовнішніх факторів впливу, а й внутрішніх факторів, що безпосередньо характеризують певне підприємство.

У роботі акцентовано увагу на актуальності та важливості створення методологічних засад щодо резильєнтності підприємств агропромислового комплексу задля їх збереження на внутрішньому та зовнішньому ринках і можливого подальшого розвитку навіть під час дії воєнного стану в країні.

Ключові слова: економіка, агропромисловий комплекс, резильєнтність, підприємство.

Вступ. Функціонування економіки держави, яка перебуває під значним впливом військової агресії з боку іншої держави, безперечно, суттєво відрізняється від звичайного режиму, особливо коли йдеться про трирічне протистояння з другою армією світу та ядерною наддержавою. З лютого 2022 року життя нашої країни перейшло в інший вимір – вимір між існуванням та можливістю зникнення цілої країни. Народний супротив на рівні всієї нації, що об'єднав усе населення України у смертельному протистоянні з армією наддержави, все ж таки дозволив частині громадян продовжувати виконувати свої обов'язки на трудовому фронті. Завдяки самовідданій праці громадян нашої держави на підприємствах у всіх без винятку галузях національної економіки вдалося не тільки зупинити ворога, а й на певних напрямках звільнити територію від загарбників. Забезпечення потреб фронту, захист цивільного населення, наповнення державного бюджету та підтримка життєздатності економіки – це лише основні напрями функціонування економіки воєнного стану. Безумовно, кожен громадянин та кожне підприємство на собі відчуває весь тягар війни, що вирує в країні, але навіть у таких умовах економічне життя намагається адаптуватися та проявляти стійкість до негативного впливу, завданого війною. Особливо цей негативний вплив торкнувся підприємств аграрної промисловості як найбільш вразливої до основних факторів та наслідків бойових дій. Тому являє вельми актуальну науково-прикладну проблему напрям досліджень, що пов'язаний з визначенням методичних засад створення резильєнтності підприємств агропромислового комплексу під час дії воєнного стану.

Мета роботи. Метою статті є дослідження методології визначення основних ознак резильєнтності вітчизняних підприємств агропромислового комплексу під час дії воєнного стану.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із драйверів національної економіки України, як відомо, є агропромисловий комплекс, частка якого за результатами 2023 року становила більше 60% у загальному обсязі експорту, або 21,8 млрд доларів США [15]. Але військова агресія з боку російської армії та інші виклики суттєво вплинули та продовжують чинити негативний вплив на розвиток вітчизняних підприємств агропромислового комплексу [5; 6; 10; 13; 15; 18; 27]. На червень 2023 р. сума прямих збитків, завданих агропромислового комплексу України, становила 8,7 млрд дол. США (втрати, що пов'язані зі знищенням та пошкодженням

сільськогосподарської техніки, становили понад 4,7 млрд дол. США; втрати через знищення та крадіжки виробленої продукції оцінювалися в 1,9 млрд дол. США). Непрямі втрати агропромислового комплексу оцінювалися в 40,3 млрд дол. США [6].

За даними [6; 27] через війну сільські домогосподарства в Україні зазнали близько 2,25 млрд дол. США збитків. З них близько 1,26 млрд дол. США збитків завдано в галузі рослинництва та 0,98 млрд дол. США – тваринництва. В Україні 25% сільськогосподарських домогосподарств зупинили або зменшили обсяги виробництва продукції через війну, у прифронтових областях – 38%. Станом на зараз збитки набагато збільшилися, що також негативно вплинуло на агросектор нашої держави.

Саме тому актуальними є дослідження, що ставлять на меті формування резильєнтності підприємств агропромислового комплексу, тобто здатності відновлювати свій стан після негативного впливу. Розглянемо більш ретельно основні аспекти, що пов'язані з резильєнтністю підприємств агропромислового комплексу України.

Спочатку зупинимося на сутності самого поняття «резильєнтність» стосовно агропідприємств під час дії військового стану. Відомі наукові праці вітчизняних, наприклад [3; 4; 7; 8; 9; 11; 12; 13; 14; 18; 19; 20; 21; 23], та іноземних авторів [25; 26], що трактують терміни «резильєнтність» та «економічна стійкість» у загальному застосуванні до об'єктів мікро- та макроекономіки, а саме як здатність протистояти труднощам або швидко відновлюватися після них чи міцність щодо негативних факторів.

До основних чинників, що негативно впливають на їхню діяльність, а точніше на економічну ефективність їхньої діяльності, належать, на думку автора, такі [18; 19; 20]. Насамперед це зменшення обсягів виробництва через перешкоди з боку збройних сил російської федерації, а саме: пошкодження та знищення сільськогосподарської техніки та господарської інфраструктури, зменшення площ земель, які окуповано або заміновано, порушення логістики поставок та збуту готової продукції знов-таки через окупацію територій та перешкоджання нормальній діяльності морських та річкових портів, блокування прикордонних переходів та закриття кордонів на певних напрямках. Також воєнний стан та бойові дії суттєво впливають на внутрішню та зовнішню міграцію працівників агросектору, значна частина з яких виїхала за кордон або перебуває у статусі внутрішньо переміщеної особи. До негативних чинників слід віднести також значні коливання цін на ринку сільгосппродукції та обмеженість доступу до кредитних ресурсів через дефіцит грошових коштів у фінансовому секторі держави. Ще можна додати й інші негативні чинники, що пов'язані з військовою агресією, але основні чинники вже вказано вище. Безумовно, всі вони мають як технічні, технологічні, соціальні та економічні аспекти. Але економічні аспекти і є наслідком впливу та врахуванням всіх чинників. Тому що саме економічні показники діяльності агропідприємств визначають кінцевий результат, що дозволить засвідчити, в якому стані перебуває певне підприємство та в якому прогнозованому стані воно буде перебувати, якщо зменшити або припинити вплив того чи іншого негативного фактора або групи факторів.

Особливо зацікавлені в аналізі поточного стану та прогнозуванні розвитку певних держав, галузей та окремих бізнес-структур світові та національні страхові компанії, які безпосередньо залежать від зміни економічного стану своїх наявних або потенційних клієнтів. Так, за результатами досліджень та аналізу можливих ризиків провідна страхова компанія Factory Mutual Insurance Company (FM) у своєму звіті за минулий рік FM2024 [1] визначила 18 рівнозважених факторів стійкості в Індексі стійкості (індексів резильєнтності) майже для всіх держав світу. В топ-10 найбільш стійких країн Данія зберегла перше місце і титул найбільш стійкого бізнес-середовища у світі згідно з новим індексом стійкості FM 2024. Далі (по порядку) йдуть Люксембург, Сінгапур, Швейцарія, Німеччина, Швеція, Фінляндія, Норвегія, Бельгія та центральні штати США. Данія на першому місці має 100 балів за оцінкою рейтингу, а на останньому 130-му місці знаходиться Республіка Чад. Бали країн першої трійки такі: Люксембург – 99,9 бала, Сінгапур – 97,8 бала.

Щорічний індекс FM розглядає такі гострі проблеми бізнесу, що наведено, з моменту його оприлюднення в 2014 році. Минулорічний індекс включає власне моделювання ризиків за допомогою штучного інтелекту (ШІ). Рейтинг розроблено на основі 18 факторів стійкості, які зараз застосовуються до 130 країн і територій світу, що проходять постійний моніторинг з боку міжнародної страхової компанії. При цьому шість факторів є новими для минулого року, тобто відбувається постійне удосконалення критеріїв оцінки, яке ще більше підвищує цінність індексів для численних глобальних організацій, які майже щодня звертаються до нього, та для локальних (місцевих) організацій і бізнес-структур, які мають можливість спрогнозувати перебіг негативних подій та заходів щодо їхньої протидії. Головне, що локації у країнах, які входять до 50 найкращих з точки зору стійкості, відновлюють майнові втрати на понад 30% швидше, ніж розташовані в інших країнах, що знаходяться в нижній частині рейтингу.

Для прикладу автором наведено в таблиці індекси резильєнтності (стійкості) у порівнянні для України, яка посідає за рейтингом 84-е місце з 49,5 бала, та Польщі, яка посідає 25-е місце з 82,55 бала:

Як видно з даних таблиці 1, за деякими показниками позиції України та Польщі майже схожі, наприклад, інфляція та швидкість урбанізації, а за деякими, такими як якість кліматичного ризику, освіта, контроль корупції, викиди ПГ, дуже сильно різняться на користь одної чи іншої держави. Безумовно, бойові дії, що відбуваються на території України, суттєво впливають на загальні показники держави за індексом резильєнтності і можуть бути змінені на більш кращі вже після припинення або завершення гарячої фази війни.

Таблиця 1. Порівняння індексів резильєнтності між Україною та Польщею

Найменування індексу – Index name	Україна	Польща
Композиційний – Composite	84	25
Фізичні фактори – Physical Factors		
Кліматичний ризик – Climate Risk Exposure	60	35
Вплив зміни клімату – Climate Change Exposure	66	42
Якість кліматичного ризику – Seismic Risk Exposure	47	7
Якість ризику пожежі – Fire Risk Quality	59	9
Кібербезпека – Cybersecurity	91	43
Макрофактори – Macro Factors		
Продуктивність – Productivity	86	41
Витрати на охорону здоров'я – Health Expenditure	74	47
Освіта – Education	54	27
Інфляція – Inflation	115	109
Політичний ризик – Political Risk	129	
Контроль корупції – Control of Corruption	98	44
Логістика – Logistics	89	32
Використання Інтернету – Internet Usage	69	52
Швидкість урбанізації – Urbanization Rate	34	22
Водний стрес – Water Stress	62	86
Викиди ПГ – GHG Emissions	104	58
Енергоємність – Energy Intensity	119	57

Як свідчать результати досліджень [1], світ перебуває у все більш мінливому стані, тому індекс стійкості FM не тільки допомагає орієнтуватися в бурхливій динаміці змін ризиків, а й дозволяє прогнозувати з високою вірогідністю зміни рівня ризиків за певними напрямками на тих чи інших територіях. Надходить індекс стійкості FM 2024 досить вчасно, що дає змогу компаніям протистояти низці зростаючих загроз, у тому числі геополітичних нестабільностей, зміни клімату та дефіциту ресурсів. Війни, що спустошують Україну, Сектор Газа та інші місця міжнародної напруги, вже завдали значної шкоди спільнотам, власності та глобальним логістичним ланцюгам та будуть продовжувати завдавати й далі, якщо не створювати запобіжні заходи. Наприклад, інфляція хоч і падає, але залишається «велика хмара» над економікою майже у всьому світі. Ще інша небезпека – зміна клімату, зростає ризик як повеней, так і лісових пожеж під час посухи, робить воду дефіцитною в багатьох частинах світу. Зміна світових лідерів, наприклад, вибори президента Сполучених Штатів Америки також мають значний геополітичний та економічний вплив на стан майже всього світу, тому що це впливає на міждержавні відносини і на розвиток окремих держав. І від того, чи під санкціями від США, Євросоюзу та інших держав певна країна чи окреме підприємство або особистість, залежить поточний економічний стан та перспективи розвитку і певної галузі економіки, і окремого підприємства. Також під санкції можуть потрапити й контрагенти певного підприємства. Тому щоб запобігти потраплянню під міжнародні санкції, підприємства мають вчасно змінювати вектор співпраці та розвитку, що ланцюговою реакцією торкається багатьох суб'єктів національних та іноземних економік. Так, наприклад, від нового, 47-го президента США Дональда Трампа світ очікує дій, які можуть кардинально змінити геополітику, в тому числі і стосовно завершення війни в Україні та досягнення справедливого миру, що теж стоїть на порядку денному нової адміністрації президента Сполучених Штатів Америки. Тому такі вагомі фактори, що названі вище, мають бути враховані під час прогнозування перебігу подій на світовій арені.

Аналіз та врахування того чи іншого фактора, що впливає на стабільність та стійкість до відновлення, є вельми актуальним у сучасних умовах. Серед такої нестабільності формування стійкості проти підливних подій ніколи не було важливіше для успішного ведення бізнесу ніж на поточний момент часу. І ця важливість надалі перетворюється на нагальну необхідність, що ще раз підкреслює актуальність наукових досліджень, пов'язаних з резильєнтністю підприємств.

Стосовно створення засад щодо резильєнтності вітчизняних підприємств агрокомплексу під час та після військової агресії з боку російської федерації як найбільш негативного фактора на поточний момент, то це і релокація бізнесу, де це можливо, і альтернативна логістика поставок та збуту сільськогосподарської продукції, використання мультимодальних перевезень, застосування «сухих» портів на прикордонних переходах з державами Євросоюзу, розвиток перевалочних потужностей річкових портів, а також розвиток виробництва з первинної та поглибленої переробки сільгосппродукції з метою збільшення доданої вартості. Всі ці заходи дозволять не тільки зменшити вплив негативних наслідків військової агресії, а й навіть дадуть можливість збільшити обсяги виробництва та підвищити його економічну ефективність завдяки диверсифікації виробництва, створення додаткових робочих місць та збільшення рентабельності.

Далі розглянемо динаміку виробництва продукції в агропромисловому секторі на прикладі цукрової промисловості. На рис. 1 представлено діаграму обсягів виробництва (ряд 1) та експорту (ряд 2) цукру в Україні за так звані «передковідні» роки. Пандемія хвороби COVID-19, яку також можна віднести до значного геополітичного

впливу на розвиток національної економіки та підприємств агросектору, завдала суттєвих змін не тільки у секторі виробництва (ряд 1), а й в обсягах експорту цукру (ряд 2).

При цьому частка експорту змінилася з 29,5% та 33,6% відповідно у 2017 та 2018 роках до 15,9% та 15,4% у 2019 та 2020 роках відповідно, тобто зменшення відбулося майже в 2 рази, що пов'язано не тільки з кон'юктурою попиту на зовнішньому ринку, а й деяким порушенням ланцюгів доставки цукру через геополітичні зміни. В ці роки вже також відчувався вплив військового конфлікту на Донбасі, що триває з 2014 року в Україні, на виробництво, на внутрішній та зовнішній попит цукру. Надалі вже після початку повномасштабної війни проти України з боку росії у лютому 2022 року обсяг виробництва та обсяги експорту також змінилися. До основних чинників, безумовно, слід віднести вплив бойових дій на прифронтових територіях та анексія російськими військами частини територій України, що спричинило шкоду агрокомплексу у вигляді суттєвих втрат сільгосптехніки та значних перешкод можливостям щодо збору та транспортування врожаю через бойові дії, мінування тощо. Обсяги виробництва цукру у довоєнному 2021 році становили 1,5 млн тонн. При цьому динаміка зміни посівних площ цукрових буряків становила у 2022 році 178 тис. га, що на 48 тис. га менше ніж у 2021 році (226 тис. га), та 220 тис. га у 2023 році, що майже наближається до довоєнних обсягів.

На рис. 2 представлено діаграму зміни площ збирання цукрового буряку в Україні з 2017 до 2024 року, що підготовлено за даними інтернет-ресурсу агрономів для 2017–2022 років [2], дані за 2023 та 2024 роки отримано автором аналітичним шляхом.



Рис. 1. Обсяг виробництва та експорту цукру в Україні (2016–2024 рр.)
(виробництво – ряд 1, експорт – ряд 2)

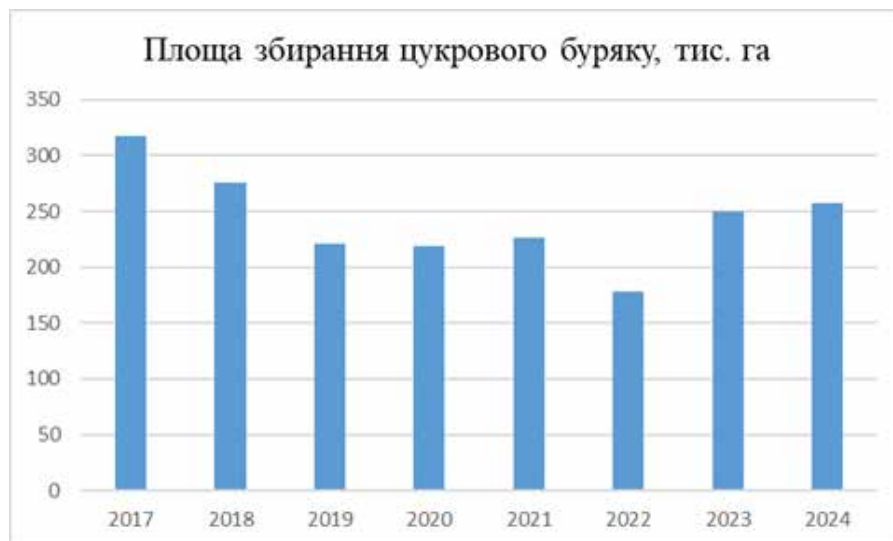


Рис. 2. Діаграма зміни площ збирання цукрового буряку в агросекторі України
в період з 2017 до 2024 року

Як можна побачити з діаграми, що зображено на рис. 2, то значне зменшення площ збирання цукрового буряку припадає на ковідні роки та на перший рік військової агресії з боку російської федерації, а середній рівень площ за розглянутий період перебуває на рівні 243 тис. га, що повністю корелюється з обсягами виробництва цукру (рис. 1).

За даними Національної асоціації цукровиків України («Укрцукор») [17], минулий 2024 рік став рекордним для вітчизняної цукрової галузі, а саме: вітчизняні цукровики встановили історичний рекорд за обсягами експорту цукру, відправлено на зовнішній ринок 746,3 тис. тонн цукру на загальну суму 419 млн дол. США. Це найвищий показник експорту цукру в межах одного календарного року у відповідності до статистики, яка бере свій початок у 1997 році, коли було створено Національну Асоціацію «Укрцукор». При цьому розподіл експорту відбувався таким чином, що 40% експорту у 2024 році було спрямовано у країни Європейського Союзу, а 60% становив обсяг експорту на Світовий ринок, в основному це країни Близького Сходу та Північної Африки, а також Північна Македонія. Часткове зростання експорту цукру, можливо, було викликане тим, що за рахунок санкцій дещо обмежено експорт цукру з російської федерації, тому цю нішу зовнішнього ринку заповнено цукром з України та інших країн. Також на деякий штучний дефіцит цукру на зовнішніх ринках вплинуло порушення звичних ланцюгів постачання товарів світовими транспортними маршрутами.

За попередніми експертними оцінками фахівців агросектору, у 2024/25 маркетинговому році (МР) планувалося виробити 1,7 млн т цукру, що на 5% менше показника 2023/24 МР, але на 35% більше показника 2022/23 МР. Два останні маркетингові роки українські аграрії істотно збільшили посівні площі під цукровим буряком та обсяги виробництва цукру, оскільки була можливість експортувати цукор до країн Євросоюзу без квот. Нині діє квотування у разі постачання цукру в держави ЄС, що значно обмежує експорт цукру з України до Європи [16]. Але фактично підприємства цукрової промисловості України завершили сезон виробництва з невеликим перевищенням від експертного прогнозу з показником 1,8 млн тонн цукру, що складається з обсягів виробництва 28 заводів-членів Національної асоціації цукровиків України («Укрцукор»), які виробили 1,72 млн тонн цукру, та обсягів виробництва окремого заводу, що не входить в Асоціацію «Укрцукор». Таким чином, обсяг виробництва 2024 року фактично дорівнює показникам виробництва цукру у 2023 році, коли в Україні було вироблено 1,826 млн тонн цукру.

За результатами аналізу діяльності підприємств цукрової промисловості виробничого сезону 2024 року [22] до п'ятірки найбільших виробників цукру в нашій країні увійшли такі виробники:

- «Радехівський цукор» – 31%,
- «Астарта» – 21%,
- «Укрпромінвест-Агро» – 14%,
- Теофіпольський цукровий завод – 6%,
- «Аспік Груп» – 6%.

Як бачимо, на частку цих 5 лідерів припадає 78% від загального обсягу виробництва цукру. Це досить потужний результат навіть з урахуванням дії воєнного стану в державі, який продовжено черговий раз. Такий результат свідчить, що певна кількість підприємств цукрової промисловості не тільки адаптувалася до умов роботи під час дії воєнного стану, а й трохи додала обсягів виробництва. Водночас підприємства, що розташовані поблизу зони бойових дій, безумовно, суттєво скоротили виробництво або зовсім зупинили діяльність через реальну небезпеку. Тому геолокація певних господарств суттєво впливає на діяльність агропідприємств, і власниками мають бути вжиті дієві заходи з релокації обладнання та персоналу задля збереження своєї частки виробництва на ринку, тим самим досягти необхідного ступеня резильєнтності.

Аналіз факторів впливу та формування методичних засад щодо створення економічної резильєнтності підприємств стосовно агропромислового комплексу потребують врахування не тільки зовнішніх факторів впливу, а й внутрішніх факторів, що характеризують безпосередньо певне підприємство. Наприклад, це стосується такого важливого складника, як персонал підприємства [18; 24]. І це не стільки його наявність та укомплектованість, хоча це дуже важливо, скільки компетентність персоналу та ступінь його професіоналізму, від чого залежать не тільки виробничі показники, а й рівень економічної безпеки підприємства [24], що також має велике значення для забезпечення необхідного ступеня резильєнтності підприємства, тим паче під час дії воєнного стану.

Тому у формуванні методологічних засад щодо забезпечення необхідного рівня резильєнтності підприємств під час дії воєнного стану слід враховувати як зовнішні, так і внутрішні фактори, особливо це стосується підприємств агропромислового комплексу, які значно чутливі до впливу різноманітних геополітичних проявів, ніж підприємства інших галузей економіки.

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, у роботі розглянуто основні аспекти методології визначення резильєнтності на рівні держави та на рівні підприємств під час дії воєнного стану. Порівняння індексу резильєнтності для України виконано з показниками для Польщі. Оцінка здійснювалася згідно з прийнятою методикою оцінки провідної страхової компанії світового рівня за основними ознаками. Кількісні значення показників свідчать не тільки про вразливість їх до негативного впливу з боку російської військової агресії, але й про певну стійкість і здатність до відновлення, тому що порівняння відбувалося з показниками для держави Європейського Союзу, що перебуває в більш-менш стабільному економічному стані для такої геополітичної ситуації.

Динаміка змін виробництва підприємств агропромислового комплексу на прикладі цукрової промисловості свідчить про варіативність показників, зокрема їх зменшення за роки пандемії коронавірусу та початку війни. Завдяки зменшенню квот з боку Євросоюзу та дії міжнародних санкцій на підприємства агрокомплексу російської федерації вітчизняним підприємствам вдалося навіть трохи збільшити не тільки обсяги виробництва цукру, а й збільшити обсяги експорту.

Подальші наукові дослідження акцентуватимуть увагу на важливості створення методичних засад щодо резильєнтності підприємств агропромислового комплексу задля їх збереження на внутрішньому та зовнішньому ринку і можливого подальшого розвитку навіть під час дії воєнного стану в країні.

Список використаних джерел

1. Аналітичний звіт Компанії Factory Mutual Insurance Company за 2024 рік. *Factory Mutual Insurance Company*. URL: <https://www.fm.com/resources/resilience-index/explore-the-data/?&cp=UKR,POL> (дата звернення: 21.01.2025).
2. В Україні збільшиться виробництво цукру в 2023 році. *SuperAgronom.com*. 16 березня 2023. URL: <https://superagronom.com/news/16871-v-ukrayini-zbilshitsya-virobnitstvo-tsukrovih-buryakiv-v-2023-rotsi--prognoz> (дата звернення: 27.01.2025).
3. Верховод Л. Війна та економіка: легальні та нелегальні практики отримання доходів. *Науково-теоретичний альманах «Грані»*. 2020. Т. 23. № 8. С. 14–25. <https://doi.org/10.15421/172071>.
4. Висоцька І. Поняття та сутність категорії «соціально-економічна стійкість національної економіки». *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ. Серія економічна*. 2013. Вип. 1. С. 13–20.
5. Загроза продовольчій безпеці світу. / Міністерство закордонних справ України. 23 листопада 2023. URL: <https://mfa.gov.ua/zagroza-prodovolchij-bezpeci-svitu>.
6. Звіт про прямі збитки інфраструктури та непрямі втрати економіки від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на червень 2023 року. *Kyiv School of Economics*, 2023. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/09/June_Damages_UKR_-Report.pdf.
7. Корольчук О.Л. Управління змінами як фактор розбудови національної резильєнтності в сучасних умовах глобалізаційних викликів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія «Державне управління»*. 2020. Т. 31. № 5. С. 88–92. <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-6468/2020.5/15>.
8. Лігоненко Л.О., Андрійчук В.А. Резильєнтність в економічному контексті: аналіз світових трендів та перспективи наукових досліджень. *Стратегія економічного розвитку України*. 2023. Вип. 52. С. 16–37. <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.52.016.037>.
9. Мельник М., Лещух І. Диверсифіковані підходи до політики посилення резильєнтності регіонів України в умовах глобальних шоків. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2023. Вип. 4. С. 3–11. <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2023-4-1>.
10. На розмінованих землях України вже можна виростити 1 млн т зерна. / Верховна Рада України. 17 січня 2024. URL: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/245689.html.
11. Новікова О., Остафійчук Я. Забезпечення збалансованого соціально-трудового розвитку України: виклики та можливості. *Економіка промисловості*. 2023. № 2 (102). С. 62–77. <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.02.062>.
12. Пирожков С., Божок Є., Хамітов Н. Національна стійкість (резильєнтність) країни: стратегія і тактика випередження гібридних загроз. *Вісник Національної академії наук України*. 2021. № 8. С. 74–82. <https://doi.org/10.15407/visn2021.08.074>.
13. Русан В.М., Жураковська Л.А. Аграрний сектор України у 2023 році: складові стійкості, проблеми та перспективні завдання. / Національний інститут стратегічних досліджень. 14 лютого 2024. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/ahramnyy-sektor-ukrayiny-u-2023-rotsi-skladovi-stiykosti-problemy-ta> (дата звернення: 28.01.2025).
14. Савченко М. Розвиток категоріального базису «економічна стійкість». *Галицький економічний вісник*. 2019. Том 57. № 2. С. 5–17. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2019.02.005.
15. Самойлюк М., Левченко Є. Економіка під час війни. *Центр економічної стратегії*. 17 січня 2024. URL: <https://ces.org.ua/ukrainian-economy-in-2023-tracker-overview/> (дата звернення: 28.01.2025).
16. У 2025 році посівні площі під цукровим буряком скоротяться на 5% – прогноз. *SuperAgronom.com*. 3 січня 2025. URL: <https://superagronom.com/news/20193-u-2025-rotsi-posivni-ploschi-pid-tsukrovim-buryakom-skorotyatsya-na-5--prognoz> (дата звернення: 27.01.2025).
17. Україна встановила історичний рекорд з експорту цукру. / Національна асоціація цукровиків України. 3 січня 2025. URL: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/ukraina-vstanovila-istoricnij-rekord-po-eksportu-cukru?sec=novini-ukraini> (дата звернення: 27.01.2025).
18. Харченко О.С. Економічні аспекти резильєнтності підприємств агропромислового комплексу. *Економічні проблеми модернізації та інвестиційно-інноваційного розвитку аграрних підприємств* : тези Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. науковців та здобувачів вищої освіти, 29–30 квітня 2024 р. Дніпро : Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2024. С. 129–132.
19. Харченко О.С. Методичні підходи до формування резильєнтності підприємств під час дії воєнного стану. *Організаційно-економічні та соціальні складові розвитку підприємництва* : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф., 22 травня 2024 р. Львів : ЛНУП, 2024. С. 174–175.
20. Харченко О.С. Формування резильєнтності вітчизняних підприємств в сучасних умовах. *Сучасні виклики та перспективи розвитку економіки, підприємництва, торгівлі та біржової діяльності* : зб. наук. пр. II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. науковців та здобувачів вищої освіти, м. Кам'янець-Подільський, 17 квітня 2024 р. Кам'янець-Подільський : Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2024. С. 101–104.
21. Хаустова В., Решетняк О. Резильєнтність економіки: сутність і виклики для України. *Бізнес-Інформ*. 2023. № 7. С. 30–41. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-30-41>.

22. Цукровики України завершили сезон виробництва 2024 року. / Національна асоціація цукровиків України. 27 січня 2025. URL: <http://ukrsugar.com/uk/post/cukroviki-ukraini-zaversili-sezon-virobnictva-2024?sec=novini-ukraini> (дата звернення: 28.01.2025).

23. Череватський Д.Ю. Резильсентність економіки та економіка резильсентності. *Економіка промисловості*. 2023. № 1 (101). С. 31–39. <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.01.031>.

24. Andriushchenko K., Buriachenko A., Liezina A., Lavruk O., Korzhenivska N., Slavina N. The impact of labor resources on the economic security of an enterprise in the sustainable development concept. *Technology Audit and Production Reserves*. 2024. № 6 (4 (80)). P. 21–31. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.318702> (Scopus).

25. Hollnagel E. Systemic Potentials for Resilient Performance. *Resilience in a Digital Age: Global Challenges in Organisations and Society*. Springer International Publishing, 2022. P. 7–17. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85954-1_2.

26. Perrings Ch. Resilience and Sustainability Development. *Environment and Development Economics*. 2006. Vol. 11. Iss. 4. P. 417–427. <https://doi.org/10.1017/S1355770X06003020>.

27. Ukraine: Impact of the war on agriculture and rural livelihoods in Ukraine. Findings of a nation-wide rural household survey, December 2022. Rome, Italy : FAO, 2022. <https://doi.org/10.4060/cc3311en>.

Kharchenko O. S.

Postgraduate Student at the Department of Economy, Entrepreneurship,

Trade and Exchange Activities,

Higher educational institution “Podillia State University”

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: o.kharchenko@outlook.com

ORCID: 0009-0007-9560-493X

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF CREATING ECONOMIC RESILIENCE OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES DURING MARTIAL LAW

Abstract

The article presents the results of the study of the concept of resilience in relation to agricultural enterprises, taking into account the negative impact of the state of war in Ukraine. The author considers the term “resilience” itself, and also analyzes the resilience index in relation to the national economy by main features in comparison with similar indicators for Poland. This analysis provides an idea of the adaptability of the economies of the countries under consideration to external negative factors, including the state of war. Of course, this significantly affects the overall assessments and indicates the ability to recover in individual areas. This analysis makes it possible to further predict trends in increasing resilience indices and creating preventive measures. In developing the study of the concept of resilience, the author of the article considers agricultural enterprises using the example of sugar production in Ukraine. The dynamics of sugar production and export in recent years are analyzed. The main factors that influenced changes in sugar production and export volumes in certain years are identified. The dynamics of changes in sugar beet acreage were also analyzed, taking into account influential factors. The results of the research show that a certain number of sugar industry enterprises not only adapted to the working conditions during martial law, but also slightly increased production volumes. At the same time, enterprises located near the combat zone certainly significantly reduced production or completely stopped their activities due to real danger. Therefore, the geolocation of certain farms significantly affects the activities of agricultural enterprises and the owners must take effective measures to relocate equipment and personnel in order to preserve their share of production in the market, thereby achieving the necessary degree of resilience.

Certain measures are proposed to increase resilience in relation to agricultural enterprises. The article is of interest to researchers dealing with issues of resilience in the economy and in relation to agricultural enterprises.

Key words: economy, agro-industrial complex, resilience, enterprise.

References

1. Factory Mutual Insurance Company (2024). *Analitichnyi zvit Kompanii Factory Mutual Insurance Company za 2024 rik* [Factory Mutual Insurance Company's 2024 analytical report]. FM. Retrieved from: <https://www.fm.com/resources/resilience-index/explore-the-data/?&cp=UKR,POL> [in Ukrainian].
2. SuperAgronom.com (March 16, 2023). *V Ukraini zbilshytisia vyrobnytstvo tsukru v 2023 rotsi* [Sugar production in Ukraine will increase in 2023]. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/16871-v-ukrayini-zbilshytisia-virobnitstvo-tsukrovih-buryakiv-v-2023-rotsi--prognoz> [in Ukrainian].
3. Verkhovod, L. (2020). *Viyina ta ekonomika: legalni ta nelegalni praktyky otrimannya dokhodiv* [War and economy: legal and illegal practices of income generation]. *Naukovo-teoretychnyi almanakh “Grani” – Scientific and Theoretical Almanac Grani*, 23(8), 14–25. <https://doi.org/10.15421/172071> [in Ukrainian].
4. Vysotska, I.B. (2013). *Ponyattya ta sutnist kategori “socialno-ekonomichna stiykist natsionalnoyi ekonomiky”* [The concept and essence of the category of “socio-economic stability of national economy”]. *Naukovyi visnyk Lvivskogo derzhavnogo universytetu vnutrishnikh sprav. Seriya ekonomichna – Scientific Journal of Lviv State University of Internal Affairs. Economics*, 1, 13–20 [in Ukrainian].
5. Ministry of Foreign Affairs of Ukraine (November 23, 2023). *Zahroza prodovolchii bezpetsi svitu* [Threat to world food security]. Retrieved from: <https://mfa.gov.ua/zagroza-prodovolchij-bezpechi-svitu> [in Ukrainian].
6. Kyiv School of Economics (2023). *Zvit pro priami zbytky infrastruktury ta nepriami vtraty ekonomiky vid ruinyvan vnaslidok viiskovoi ahresii Rosii proty Ukrainy stanom na cherven 2023 roku* [Report on direct infrastructure damage and indirect

economic losses from destruction as a result of russia's military aggression against Ukraine as of June 2023]. Kyiv: KSE. Retrieved from: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/09/June_Damages_UKR_Report.pdf [in Ukrainian].

7. Korolchuk, O.L. (2020). Upravlinnya zminamy yak faktor rozbudovy natsionalnoyi rezilientnosti v suchasnykh umovakh globalizatsiynykh vyklykiv [Change management as a factor in the development of the national resilience in the contemporary conditions of globalization challenges]. *Vcheni zapysky Tavriyskogo natsionalnogo universitetu imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: "Dergavne upravlinnya"* – *Scientific notes of V.I. Vernadsky Taurida National University. Series: Public administration*, 31 (5), 88–92. <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-6468/2020.5/15> [in Ukrainian].

8. Ligonenko, L.O., & Andriichuk, V.A. (2023). Rezylientsiia v ekonomichnomu konteksti: analiz svitovykh trendiv ta perspektyvy naukovykh doslidzen [Resilience in the economic aspect: analysis of global trends and prospects for research]. *Strategiya ekonomichnogo rozvytku Ukrainy – Strategy of economic development of Ukraine*, 52, 16–37. <https://doi.org/10.33111/sedu.2023.52.016.037> [in Ukrainian].

9. Melnyk, M.I., & Leshchukh, I.V. (2023). Dyversyfikovani pidkhody do polityky posylennia rezylientsiinykh rehioniv Ukrainy v umovakh hlobalnykh shokiv [Diversified approaches to the policy of strengthening the resilience of Ukrainian regions in the face of global shocks]. *Sotsialno-ekonomichni problemy suchasnogo periodu Ukrainy – Socio-Economic Problems of the Modern Period of Ukraine*, 162 (4), 3–11. <https://doi.org/10.36818/2071-4653-2023-4-1> [in Ukrainian].

10. Supreme Council of Ukraine (January 17, 2024). *Na rozminovanykh zemliakh Ukrainy vzhe mozhna vyrostyty 1 mln t zerna [1 million tons of grain can already be grown on demined lands in Ukraine]*. Retrieved from: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/245689.html [in Ukrainian].

11. Novikova, O.F., & Ostafychuk, Y.V. (2023). Zabezpechennya zbalansovanogo sotsialno-trudovogo rozvytku Ukrainy: vyklyky ta mozhlyvosti [Ensuring balanced social and labor development of Ukraine: challenges and opportunities]. *Ekonomika promyslovosti – Economy of Industry*, 2 (102), 62–77. <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.02.062> [in Ukrainian].

12. Pyrozhkov, C.I., Bozhok, E.V., & Khamitov, H.B. (2021). Natsionalna stiikist (rezylientsiia) krainy: strategiya i taktyka vyperedgennya gibrydnykh zagroz [National resilience of the country: strategy and tactics of anticipation of hybrid threats]. *Visnyk Natsionalnoyi akademii nauk Ukrainy – Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 8, 74–82. <https://doi.org/10.15407/visn2021.08.074> [in Ukrainian].

13. Rusan, V.M., & Zhurakovska, L.A. (February 14, 2024). Ahrarnyi sektor Ukrainy u 2023 rotsi: skladovi stiikosti, problemy ta perspektyvni zavdannia [Ukraine's agricultural sector in 2023: components of sustainability, problems and future challenges]. *Natsionalnyi instytut strategichnykh doslidzen – National Institute for Strategic Studies*. Retrieved from: <https://niss.gov.ua/doslidzhen-nya/ekonomika/ahraryi-sektor-ukrainy-u-2023-rotsi-skladovi-stiikosti-problemy-ta> [in Ukrainian].

14. Savchenko, M. (2019). Rozvytok katehoriialnoho bazysu "ekonomichna stiikist" [Development of categorical basis "economic sustainability"]. *Galitskyi ekonomichnyi visnyk – Galician economic bulletin*, 57 (2), 5–17. https://doi.org/10.33108/galician-visnyk_tntu2019.02.005 [in Ukrainian].

15. Samoiluk, M., & Levchenko, Ye. (January 17, 2024). Ekonomika pid chas viiny [Economy during war]. *Centr ekonomichnoyi strategii – Center for Economic Strategy*. Retrieved from: <https://ces.org.ua/ukrainian-economy-in-2023-tracker-overview/> [in Ukrainian].

16. SuperAgronom.com (January 3, 2025). *U 2025 rotsi posivni ploshchi pid tsukrovym buriakom skorotiatsia na 5% – prohoz [In 2025, the area sown with sugar beet will decrease by 5% – forecast]*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/20193-u-2025-rotsi-posivni-ploshchi-pid-tsukrovim-buriakom-skorotyatsia-na-5--prohoz> [in Ukrainian].

17. National Association of Sugar Producers of Ukraine (January 3, 2025). *Ukraina vstanovyla istorychnyi rekord z eksportu tsukru [Ukraine has set a historic record for sugar exports]*. Retrieved from: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/ukraina-vstanovila-istorienij-rekord-po-eksportu-cukru?sec=novini-ukraini> [in Ukrainian].

18. Kharchenko, O.S. (2024). Ekonomichni aspekty rezylientsiinykh pidpriemstv ahropromyslovoho kompleksu [Economic aspects of the resilience of agro-industrial enterprises]. *Tezy Vseukrainskoyi naukovykh praktichnoyi internet-konferentsiyi «Ekonomichni problemy modernizatsiyi ta investytsiyno-innovatsiynogo rozvytku ahrarykh pidpriemstv»* – *Proceedings from All-Ukrainian scientific-practical online conference "Economic problems of modernization and investment and innovative development of agricultural enterprises"*, April 29–30, 2024, Dnipro (pp. 129–132). Dnipro: Dnipro State Agrarian and Economic University [in Ukrainian].

19. Kharchenko, O.S. (2024). Metodichni pidkhody do formuvannia rezylientsiinykh pidpriemstv pid chas dii voiennoho stanu [Methodological approaches to building enterprise resilience during martial law]. *Materialy III Vseukrainskoyi naukovykh praktichnoyi konferentsiyi «Organizatsiyno-ekonomichni ta sotsialni skladovi rozvytku pidpriemnytstva»* – *Proceedings from III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Organizational, economic and social components of entrepreneurship development"*, May 22, 2024 (pp. 174–175). Lviv: Lviv National Environmental University. Retrieved from: <http://repository.lnau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/1590> [in Ukrainian].

20. Kharchenko, O.S. (2024). Formuvannia rezylientsiinykh vitchyznianskykh pidpriemstv v suchasnykh umovakh [Formation of resilience of domestic enterprises in modern conditions]. *Zbirnyk naukovykh prats II Vseukrainskoyi naukovykh praktichnoyi internet-konferentsiyi naukovykh ta zdobuvachiv vyshcheyi osvity "Suchasni vyklyky ta perspektyvy rozvytku ekonomiky, pidpriemnytstva, torgivli ta birzhovoyi diyalnosti"* – *Proceedings from II All-Ukrainian scientific-practical online conference "Modern challenges and prospects for the development of the economy, entrepreneurship, trade and exchange activities"*, Kamianets-Podilskyi, April 17, 2024 (pp. 101–104). Kamianets-Podilskyi: Higher education institution «Podilskyi State University» [in Ukrainian].

21. Khaustova, V.Ye., & Reshetnyak, O.I. (2023). Rezylientsiia ekonomiky: sutnist i vyklyky dlya Ukrainy [Resilience of economy: its essence and challenges for Ukraine]. *Biznes-Inform. – Business-Info*, 7, 30–41. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-30-41> [in Ukrainian].

22. National Association of Sugar Producers of Ukraine (January 27, 2025). *Tsukrovyky Ukrainy zavershyly sezon vyrobnytstva 2024 roku [Ukrainian confectioners have completed the 2024 production season]*. Retrieved from: <http://ukrsugar.com/uk/post/cukro-viki-ukraini-zaversili-sezon-virobnictva-2024?sec=novini-ukraini> [in Ukrainian].

-
23. Cherevatskyi, D. Yu. (2023). Rezylientnist ekonomiky ta ekonomika rezilientnosti [The resilience of Economics and the Economics of resilience]. *Ekonomika promyslovosti – Economy of Industry*, 1 (101), 31–39. <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.01.031> [in Ukrainian].
24. Andriushchenko, K., Buriachenko, A., Liezina, A., Lavruk, O., Korzhenivska, N., & Slavina, N. (2024). The impact of labor resources on the economic security of an enterprise in the sustainable development concept. *Technology Audit and Production Reserve*, 6 (4 (80)), 21–31. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.318702> [in English].
25. Hollnagel, E. (2022). Systemic Potentials for Resilient Performance. *Resilience in a Digital Age: Global Challenges in Organisations and Society* (pp. 7–17). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85954-1_2 [in English].
26. Perrings, Ch. (2006). Resilience and Sustainability Development. *Environment and Development Economics*, 11 (4), 417–427. <https://doi.org/10.1017/S1355770X06003020> [in English].
27. FAO (2022). *Ukraine: Impact of the war on agriculture and rural livelihoods in Ukraine. Findings of a nation-wide rural household survey*, December 2022. Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cc3311en> [in English].

УДК 338.33:005.21:338.43

Чорнобай Л. М.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри менеджменту, публічного управління та адміністрування,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: chornobay431@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5122-1485

Мушеник І. М.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри інформаційних технологій, фізико-математичних та безпекових дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: mushenik77@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4379-7358

ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Анотація

Диверсифікація є важливим інструментом забезпечення сталого комплексного розвитку сільських територій, оскільки дозволяє зменшити залежність від однієї галузі чи виду діяльності та створити нові можливості для економічного зростання, раціонального використання природних ресурсів, поліпшення соціальних умов та покращення екології.

Диверсифікація дозволяє знизити ризики, пов'язані з коливаннями цін на сільськогосподарську продукцію або змінами кліматичних умов. Це створює більш стабільну економічну ситуацію для місцевих громад.

Розвиток нових галузей, бізнесів та видів діяльності створює додаткові робочі місця, підвищує рівень доходів сільського населення та зменшує міграцію. Це сприяє зміцненню соціальної структури та збереженню традиційного способу життя.

Застосування екологічно чистих технологій та сталих практик землеробства знижує негативний вплив на навколишнє середовище, допомагає зберегти природні ресурси та забезпечити довготривале ефективне використання земельних ресурсів.

Диверсифікація економіки може створити умови для залучення інвестицій у сільське господарство та інші галузі, що забезпечить додаткові фінансові надходження для розвитку місцевої інфраструктури та ринку соціальних послуг. Збільшення економічної активності на сільських територіях сприяє розвитку транспортної, комунікаційної та соціальної інфраструктури, що поліпшує доступ до послуг та сприяє підвищенню якості життя місцевого сільського населення.

Диверсифікація є важливим фактором для забезпечення сталого розвитку сільських територій, оскільки вона дозволяє створювати багатогранну, стійку економіку, покращувати соціальні умови та екологічну ситуацію. Вона вимагає комплексного підходу, який включає як економічні, так і соціальні та екологічні аспекти розвитку.

Ключові слова: сільські території, сталий розвиток, диверсифікація, сільський зелений туризм, інфраструктура, економічний розвиток, якість життя.

Вступ. Сільські території становлять близько 70% території України, де проживає 30% населення. Вони відіграють важливу роль у формуванні економіки та культурному розвитку країни. Проте на сьогодні багато сільських територіальних громад стикаються з численними викликами: від зниження чисельності населення до економічної залежності від сільського господарства, яке часто є вразливим до стрімких кліматичних змін і коливань цін на світових ринках. Війна додала викликів і загроз, що стримує розвиток усіх галузей і територій. Важливим фактором комплексного розвитку сільських територій є диверсифікація економічної діяльності на селі.

Мета дослідження полягає у визначенні сутності та значення диверсифікації для забезпечення комплексного сталого розвитку сільських територій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вирішення проблем розвитку сільських територій важливими є організація комплексного розвитку сільської території на основі ретельно опрацьованої стратегії диверсифікації, що є основою формування нових робочих місць із подальшим зменшенням безробіття, зростанням доходів сільського населення; забезпечення ефективного функціонування аграрних підприємств відповідно до природно-кліматичних умов, власного ресурсного потенціалу та освітньо-кваліфікаційного рівня населення та підтримання екологічної надійності сільських територій [1].

Диверсифікація може бути застосована до будь-якого суб'єкта підприємницької діяльності, оскільки передбачає найбільш оптимальний метод усунення будь-яких економічних диспропорцій або проблем з розподілом

усього спектра ресурсного потенціалу. У зв'язку з цим наслідком процесів переорієнтації або розширення галузевого спрямування значно ефективніше відбувається реструктуризація і підприємства, і національної економіки загалом [3].

Основна причина диверсифікації – прагнення господарств зменшити залежність від вузької товарної номенклатури [7].

Диверсифікація сільської економіки – це стратегія, спрямована на розширення економічних можливостей, створення нових секторів зайнятості, видів діяльності для зростання доданої вартості суб'єктів підприємницької діяльності, поліпшення якості життя населення та економічної стійкості територіальної громади.

Окремі науковці розглядають диверсифікацію здебільшого в маркетинговому аспекті. Так, А. Міщенко підкреслює, що диверсифікація – вид стратегії маркетингу, спрямованої на розширення сфер діяльності фірми на ринках нових продуктів, виробництво яких не пов'язано з основним виробництвом фірми [8]. В. Коноплицький характеризує диверсифікацію як одну з головних стратегій маркетингу, спрямовану на нові види діяльності фірми поза межами основного бізнесу [5].

Диверсифікація відбувається шляхом стимулювання розвитку сільського туризму, ремесл, малого бізнесу, новітніх аграрних технологій, переробки сільськогосподарської продукції та місцевих ресурсів, що дозволяє не лише зменшити залежність від аграрного сектору, але і створити стійку економіку на селі. В економічному контексті диверсифікація означає розширення кількості видів діяльності або продукції на певній території задля зменшення ризиків і забезпечення сталого розвитку. Диверсифікація дозволяє сільським громадам упевненіше та стабільніше долати виклики і економічні кризи та швидше адаптуватися до нових умов (рис. 1).

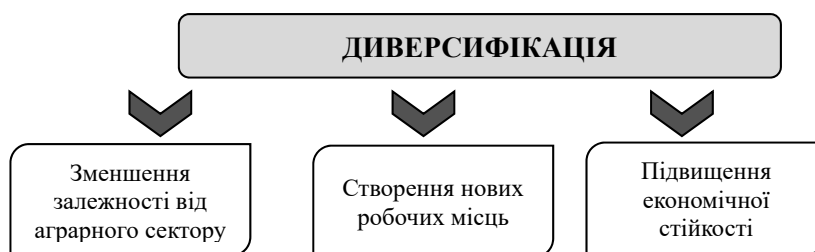


Рис. 1. Переваги диверсифікації для сільських громад

Загальновідомо, що основна ціль будь-якого суб'єкта господарювання – це отримання прибутку. На підставі того, що в основі диверсифікації лежать економічні вигоди для підприємства, а завданням диверсифікації є забезпечення розширення масштабів діяльності і зміцнення його стабільності, необхідно виокремити внутрішні мотиви та цілі, які стимулюють розширення видів виробничої діяльності підприємств [10]. До таких цілей можна віднести: забезпечення ринкової стійкості підприємства; зниження ризику, мінімізацію витрат; збільшення частки ринку; створення конкурентних переваг, підвищення рентабельності.

Хоча сільське господарство залишається основою економіки багатьох сільських територій, його можливості обмежені, і це змушує шукати нові шляхи розвитку. Одним із важливих аспектів диверсифікації є модернізація і перехід до більш ефективних і стійких аграрних практик.

Напрями диверсифікації сільського господарства:

Введення нових культур і технологій. Наприклад, в умовах зміни клімату зростає попит на посухостійкі культури. Сільським господарствам варто впроваджувати нові сорти рослин, які адаптовані до нових кліматичних умов або використовувати агрономічні методи, що знижують витрати на воду.

Органічне землеробство. Органічне виробництво є перспективним напрямом сільськогосподарської діяльності, який може забезпечити високу додану вартість і вийти на нові ринки збуту, включаючи іноземні. Крім того, це дозволяє зберігати родючість ґрунтів і зменшувати негативний вплив на екологію.

Переробка сільськогосподарської продукції. Від створення малих переробних підприємств (млину, круподерні, сироварні, цехів з переробки овочів та фруктів) до виробництва більш складних продуктів переробки, що допомагає створювати нові робочі місця, знижує логістичні витрати і стимулює зростання доданої вартості.

Основними напрямками диверсифікації діяльності для аграрних підприємств може бути перехід на виробництво екологічно чистої продукції або рідкісної продукції сільського господарства: квітникарство, декоративне та репродуктивне садівництво, розведення декоративних видів тварин та птахів, вирощування лікарських трав, виготовлення спецій, агротуризм та інше. Таким чином, господарства, забезпечуючи товарне виробництво, мають змогу підкорити нові або неосвоєні ніші ринку [6].

Аграрні підприємства з диверсифікованим виробництвом відзначаються вищою стійкістю до мінливих соціально-економічних умов і викликів, особливо в умовах мінливого зовнішнього середовища та прояву кризових явищ: інфляції, неплатежів, низької платоспроможності населення та ін.

Сучасний етап розвитку диверсифікації діяльності підприємств характеризується глобалізацією економічних відносин, конкурентною боротьбою на нових ринках сировини та збуту, переміщенням виробничих

потужностей в інші галузі та навіть країни. В умовах стрімкої глобалізації, коли зміни технології, структури потреб, географії ринків змінюються з небувалою швидкістю, з метою уникнення загрози банкрутства більшість підприємств у розвинутих країнах зрозуміли значення стратегічного менеджменту та успішно його застосовують, широко використовуючи і диверсифікацію як засіб стабілізації виробництва. При цьому диверсифікація залишається одним з основних чинників мінімізації підприємницьких ризиків, стабілізації фінансового стану та ефективним інструментом конкурентної боротьби підприємства за нові цільові ринки збуту [2].

Одним з напрямів диверсифікації сільської економіки є сільський зелений туризм. Туризм може стати рушійною силою активізації економічного розвитку сільських територій. Агротуризм, екотуризм, культурний туризм можуть приносити значні доходи і організаторам, і місцевим бюджетам, покращувати інфраструктуру та залучати інвестиції.

Можливості сільських територій для розвитку туризму:

Агротуризм. Сільські громади можуть запропонувати туристам можливість відпочити на природі, взяти участь у сільськогосподарських роботах, вивчати традиції місцевих ремесел та оцінити особливості місцевої гастрономії. Це дає додаткові доходи фермерам і підтримує розвиток місцевої економіки.

Екотуризм. В умовах зростаючого попиту на екологічний туризм сільські території можуть організовувати екологічні маршрути, сприяти збереженню біорізноманіття і пропонувати туристам досвід перебування та проведення дозвілля в природних умовах.

Культурний туризм. Розвиток культурних маршрутів, фестивалів, ярмарків, відтворення історичних подій та реставрація історичних об'єктів створюють можливості для залучення туристів і розвитку місцевого підприємства.

Серед проблем сучасного функціонування економіки важливе місце посідають питання розвитку інфраструктури. З багатьох напрямів формування інфраструктури розвиток сільської інфраструктури є одним з найважливіших. Кінцеві результати діяльності як сільського господарства, так і інших галузей сільської економіки безпосередньо залежать від стану розвитку обслуговуючих галузей. Інфраструктура, таким чином, виступає як фактор інтенсифікації економіки сільських громад. Управління розвитком інфраструктури постає важливим інструментом управління ефективністю діяльності всіх галузей і видів діяльності сільської економіки.

Сучасна інфраструктура є основою диверсифікації сільських територій. Вона забезпечує доступ до ринків, можливості для навчання, роботи і розвитку нових видів та напрямів економічної діяльності.

Розвиток інфраструктури та інформаційних технологій:

Транспорт. Забезпечення якісних доріг і транспортного сполучення між сільськими та міськими територіями дає можливість місцевим виробникам доставляти продукцію до ринків і знижує витрати, створює можливість для нарощування туристичних потоків.

Енергетична інфраструктура. Використання відновлюваних джерел енергії (сонячних панелей, вітрогенераторів) може знизити витрати на енергію, забезпечити енергетичну незалежність і сприяти екологічно чистому розвитку сільської територіальної громади.

Цифровізація сільських громад. Створення онлайн-платформ для продажу місцевої продукції дозволяє фермерам і малим підприємцям виходити на нові ринки. Це також створює можливості для віддаленого навчання і роботи.

ІТ у сільському господарстві. Використання технологій для моніторингу та управління агрономічними процесами дозволяє підвищити ефективність аграрного виробництва.

Крім економічного значення, диверсифікація має значний соціальний ефект, оскільки допомагає знизити рівень безробіття, скоротити міграцію сільської молоді у міста та за кордон і підвищити якість життя місцевих жителів:

Створення робочих місць. Нові галузі (сільський зелений туризм, малий бізнес, ремісництво, переробка, технологічні стартапи) дають можливість розширення зайнятості, знизити безробіття на території сільської територіальної громади.

Поліпшення якості життя. Підвищення рівня доходів та створення нових можливостей для розвитку громади веде до зростання рівня життя сільських жителів, зменшення соціальної напруги та міграційних процесів.

Залучення молоді. Диверсифікація створює умови для залучення молоді до місцевого розвитку, оскільки відкриває нові можливості для навчання, підприємницької діяльності та кар'єрного зростання.

З метою забезпечення результативності процесів диверсифікації діяльності виникає нагальна потреба у формуванні ресурсного потенціалу з урахуванням сукупності інноваційно-інформаційних факторів, що впливають на нього і водночас визначають його ефективність. Основними дієвими аспектами економічної системи використання факторів є такі як: екологічний, соціальний, економічний, виробничий та фінансовий, які своєю чергою формують єдину сукупність невід'ємних елементів системи підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу [4].

Висновки. Диверсифікація є важливим інструментом забезпечення комплексного розвитку сільських територій. Вона сприяє економічній стабільності, поліпшенню соціальних умов і створенню нових можливостей для сільських громад. Для успішного впровадження диверсифікації необхідно розробити стратегію диверсифікації,

забезпечити комплексний підхід, що включає розширення секторів економіки, модернізацію інфраструктури та залучення нових технологій. Це дозволить забезпечити стійкий і збалансований соціально-економічний розвиток сільських територій.

Список використаних джерел

1. Бахчиванжи Л.А., Павлова О.Ю. Диверсифікація діяльності аграрних підприємств як стратегія управління соціально-економічним розвитком. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. 2013. № 6. С. 84–91.
2. Богуславський Є.І., Шибалкіна Ю.С. Стратегія диверсифікації: вибір моменту старту. *Журнал «Соціальна економіка»*. 2009. № 21. С. 182–189.
3. Борисова В.А. Диверсифікація сільськогосподарського виробництва фермерських господарств. Суми : Довкілля, 2002. 202 с.
4. Вишневецька О.М. Формування та оцінювання ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств. *Вісник ХНАУ*. 2007. № 3. С. 27–32.
5. Коноплицький В., Філіна А. Тлумачний словник економічних термінів. Київ : Альтерпрес, 1996. 448 с.
6. Макаренко М.В. Технологія управління міжнародною конкурентоспроможністю підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2010. № 4. С. 114–119.
7. Мармуль Л.О., Радєва М.М. Механізм формування диверсифікаційної політики підприємства в умовах трансформаційної економіки : монографія. Київ : ННЦ ІАЕ, 2006. 198 с.
8. Міщенко А.П. Стратегічне управління : навчальний посібник. Дніпропетровськ, 2003. 250 с.
9. Ткачук В.І. Диверсифікація аграрного підприємства : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2011. 268 с.
10. Ціни, витрати, прибутки агровиробництва та інфраструктура продовольчих ринків України / Шпичак О.М., Саблук П.Т., Ситник В.П. Київ : ІАЕ, 2000. 585 с.

Chornobai L. M.

Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor at the Department of Management and Public Administration,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: chornobay431@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5122-1485

Mushenyk I. M.

Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor at the Department of Information Technologies, Physics, Mathematics and Security Disciplines
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: mushenik77@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4379-7358

DIVERSIFICATION AS A TOOL FOR ENSURING THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF RURAL AREAS

Abstract

Diversification is an important tool for ensuring the sustainable integrated development of rural areas, as it allows you to reduce dependence on one industry or type of activity and create new opportunities for economic growth, rational use of natural resources, improvement of social conditions and improvement of the environment.

Diversification allows you to reduce the risks associated with fluctuations in prices for agricultural products or changes in climatic conditions. This creates a more stable economic situation for local communities.

The development of new industries, businesses and types of activities creates additional jobs, increases the income level of the rural population and reduces migration. This contributes to strengthening the social structure and preserving the traditional way of life.

The use of environmentally friendly technologies and sustainable agricultural practices reduces the negative impact on the environment, helps to preserve natural resources and ensure long-term effective use of land resources.

Diversification of the economy can create conditions for attracting investments in agriculture and other sectors, which will provide additional financial revenues for the development of local infrastructure and the market for social services. Increased economic activity in rural areas contributes to the development of transport, communication and social infrastructure, which improves access to services and contributes to improving the quality of life of the local rural population.

Diversification is an important factor in ensuring the sustainable development of rural areas, as it allows creating a multifaceted, resilient economy, improving social conditions and the environmental situation. It requires an integrated approach that includes both economic and social and environmental aspects of development.

Key words: rural areas, sustainable development, diversification, rural green tourism, infrastructure, economic development, quality of life.

References

1. Bakhchyvanzhy, L.A., & Pavlova, O.Y. (2013). Dyversyfikatsiya diyalnosti ahrarnykh pidpryyemstv yak stratehiya upravlinnya sotsialno-ekonomichnym rozvytkom [Diversification of agricultural enterprises as a strategy for managing socio-economic development]. *Naukovyy visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu – Scientific Bulletin of the International Humanitarian University*, 6, 84–91 [in Ukrainian].
2. Bohuslavskyy, Y.I., & Shybalkina, Y.S. (2009). Stratehiya dyversyfikatsiyi: vybir momentu startu [Diversification strategy: choosing the starting point]. *Zhurnal «Sotsial'na ekonomika» – Journal “Social Economy”*, 21, 182–189 [in Ukrainian].
3. Borysova, V.A. (2002). *Dyversyfikatsiya silskohospodarskoho vyrobnytstva fermerskykh gospodarstv [Diversification of agricultural production of farms]*. Sumy: Dovkillya [in Ukrainian].
4. Vyshnevskaya, O.M. (2007). Formuvannya ta otsynuvannya resursnoho potentsialu silskohospodarskykh pidpryyemstv [Formation and assessment of resource potential of agricultural enterprises]. *Visnyk KHNAU – Bulletin of the KhNAU*, 3, 27–32 [in Ukrainian].
5. Konoplytskyy, V., & Filina, A. (1996). *Tlumachnyy slovnyk ekonomichnykh terminiv [Explanatory Dictionary of Economic Terms]*. Kyiv: Alterpres [in Ukrainian].
6. Makarenko, M.V. (2010). Tekhnolohiya upravlinnya mizhnarodnoyu konkurentospromozhnistyu pidpryyemstva [Technology of management of international competitiveness of the enterprise]. *Aktual'ni problemy ekonomiky – Current problems of economy*, 4, 114–119 [in Ukrainian].
7. Marmul, L.O., & Radyeva, M.M. (2006). *Mekhanizm formuvannya dyversyfikatsiyanoi polityky pidpryyemstva v umovakh transformatsiyanoi ekonomiky [Mechanism for forming diversification policy of an enterprise in the context of transformational economy]*. Kyiv: NNTS IAE [in Ukrainian].
8. Mishchenko, A.P. (2003). *Stratehichne upravlinnya [Strategic management]*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
9. Tkachuk, V.I. (2011). *Dyversyfikatsiya ahrarnoho pidpryyemstva [Diversification of agricultural enterprise]*. Zhytomyr: ZHNAEU [in Ukrainian].
10. Shpychak, O.M., Sabluk, P.T., & Sytnyk, V.P. (2000) *Tsiny, vytraty, prybutky ahrovyrobnytstva ta infrastruktura prodovol'chyykh rynkiv Ukrayiny [Prices, costs, profits of agricultural production and infrastructure of food markets of Ukraine]*. Kyiv: IAE [in Ukrainian].

УДК 657:658

Юрченко О. В.

кандидат економічних наук, доцент,
асистент кафедри аудиту, обліку та оподаткування,
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кропивницький, Україна
E-mail: yov2910@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4397-6698

ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА МЕТОДИКИ ФІНАНСОВОГО ОБЛІКУ ФІЗИЧНИХ ОСІБ-ПІДПРИЄМЦІВ У СВІТЛІ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ ЗМІН ЗАКОНОДАВСТВА

Анотація

Фінансовий облік фізичних осіб-підприємців (далі – ФОП) є ключовим аспектом ведення успішного малого бізнесу в Україні. Він є невід’ємною складовою частиною їхньої управлінської діяльності, яка включає у себе облік доходів, витрат, а також формування та подання фінансової та податкової звітності. Тема дослідження є актуальною через появу численних нових викликів, з якими стикається система фінансового обліку фізичних осіб-підприємців, а також через тривалі нерозв’язані проблеми, які залишаються.

У статті встановлено, що зміни законодавства напряму впливають на організацію та методику обліку у ФОП. Підприємцям постійно необхідно адаптувати свої облікові процеси відповідно до нових вимог, щоб уникнути ризиків, штрафів та помилок.

Визначено, що надмірна бюрократизація та часті зміни у законодавстві створюють додаткове навантаження на ФОП, що може негативно впливати на їхню фінансову стабільність і конкурентоспроможність.

Доведено необхідність автоматизації облікових процесів, що дозволить знизити витрати часу, покращити точність обліку та зменшити кількість помилок, пов’язаних з людським фактором. Зростаючий попит на прозорість і точність облікових операцій стає не лише бажаним, а й життєво необхідним для ефективного управління малим бізнесом.

Доведено, що затвердження Наказу про облікову політику ФОП сприятиме уникненню помилок в обліку, забезпечить відповідність вимогам податкового законодавства та знизить ризики під час перевірок.

Обґрунтовано, що розробка робочого плану рахунків – це основа організації якісного бухгалтерського обліку, який дозволяє вести фінансовий облік із мінімальними помилками, спрощує аналіз фінансових даних і забезпечує відповідність облікових процесів законодавству. У статті розроблено робочий план рахунків для ФОП із врахуванням специфіки діяльності ресторанної галузі.

Ключові слова: фінансовий облік, нормативно-аналітичне забезпечення, фізичні особи-підприємці, спрощена система, загальна система.

Вступ. Організація та ведення фінансового обліку у фізичних осіб-підприємців є важливим аспектом забезпечення їхньої ефективної діяльності, виконання податкових зобов’язань та дотримання законодавчих вимог. Зважаючи на перманентні зміни у нормативно-правовому регулюванні, підприємці стикаються з великою низкою викликів, таких як складність адаптації до нових правил, недостатній рівень автоматизації процесів обліку та потреба у додаткових знаннях з фінансового менеджменту. Наукові дослідження та публікації, присвячені фінансовому обліку у фізичних осіб-підприємців, зосереджуються на різних аспектах цієї тематики. Зокрема, увага приділяється нормативно-правовому регулюванню, методикам обліку доходів і витрат, а також проблемам звітності. Серед найбільш вагомих робіт слід відзначити праці, що аналізують вплив змін податкового законодавства на діяльність ФОП [7–10; 12]. Окремі дослідження висвітлюють питання автоматизації фінансового обліку, акцентуючи увагу на використанні сучасних програмних рішень, таких як ERP-системи або хмарні платформи для обліку. Водночас не досить розробленими залишаються питання практичного впровадження цих інструментів у повсякденну діяльність ФОП.

Особливої актуальності тема набуває в умовах сучасних реформ, спрямованих на спрощення процедур звітності та обліку, а також підвищення прозорості діяльності малих суб’єктів господарювання. Невідповідність між швидкістю змін законодавства і можливістю підприємців адаптуватися до цих змін створює ризики порушення нормативних вимог і виникнення фінансових санкцій.

Дослідження вищезазначених проблем дозволить не лише виявити ключові труднощі, але й запропонувати практичні рішення для їх подолання. Оптимізація організації та методики фінансового обліку ФОП має вагомe значення як для підприємців, так і для формування ефективної економічної політики на державному рівні.

Мета роботи. Метою цієї розвідки є дослідження проблем організації та методики фінансового обліку у фізичних осіб-підприємців в умовах частих нормативно-правових змін та розробка практичних рекомендацій для підвищення ефективності облікових процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нормативно-правова база, що регулює фінансовий облік у фізичних осіб-підприємців, включає основні законодавчі акти, які визначають права та обов'язки підприємців щодо ведення обліку і звітності [2–4; 6]. Часті зміни у нормативно-правовій базі створюють необхідність для підприємців постійно слідкувати за оновленнями, що є додатковим викликом. Зокрема, впровадження РРО або програмних РРО, нові ставки податків та зміни у податковій звітності часто викликають плутанину серед ФОП, особливо тих, хто не має відповідного досвіду.

Дослідження практики показує, що насамперед організація та методика ведення фінансового обліку у ФОП залежить від вибраної системи оподаткування. Відповідно до вимог ПКУ фізична особа-підприємець в Україні може вибрати загальну або спрощену систему оподаткування. Загальна система підходить для ФОП, які мають великий оборот або працюють з юридичними особами, не обмеженими в доходах. Найбільш поширеною серед ФОП є спрощена система, яка дає змогу зменшити податкові зобов'язання і спростити облік. Вона має кілька груп залежно від доходів та виду діяльності.

З 1 січня 2025 року в Україні набрала чинність низка законодавчих змін, які суттєво вплинуть на вибір системи оподаткування, а відповідно і методику обліку фізичних осіб-підприємців [5; 11]. Серед основних з них виділимо:

- введення військового збору для ФОП;
- підвищення ставок єдиного податку та граничних доходів;
- обов'язкове забезпечення безготівкових розрахунків;
- підвищення мінімального розміру ЄСВ.

Ці зміни суттєво вплинуть на фінансове навантаження ФОП та вимоги до ведення бізнесу, особливо в частині організації та ведення доходів і витрат, а також своєчасного подання звітності до податкових органів.

Відповідно до Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» підприємствам надається право самостійно визначати форми організації та методи ведення бухгалтерського обліку. Така законодавча норма дає можливість вибирати з кількох допустимих альтернативних методів ведення обліку. Завдяки цьому кожен суб'єкт господарювання може розробити найбільш ефективну облікову політику, що відповідає його специфічним умовам роботи та господарської діяльності. Дослідження діяльності ФОП виявило, що на практиці більшість ФОП використовують аутсорсинг – модель обліку, у якій його веде особа, яка не входить до спискового складу та відображає господарські операції і складає звітність на підставі документів, що надаються їй на обробку. Ми вважаємо, що обрання такої моделі має низку суттєвих недоліків, серед яких можемо виділити:

- менший контроль над господарськими процесами;
- залежність від сторонніх постачальників;
- ризики конфіденційності;
- потенційні юридичні складнощі;
- потенційну втрату унікальності;
- застосування системи реєстрів, яка не враховує особливості методології обліку з урахуванням специфіки різних галузей діяльності.

Щоб уникнути вищенаведених проблем пропонуємо фізичним особам-підприємцям розробляти альтернативні моделі аутсорсингу, такі як внутрішнє ведення обліку із залученням кваліфікованих спеціалістів – бухгалтерів, або з використанням автоматизованих систем, що враховують специфіку їхнього бізнесу. Для уникнення помилок в обліку та відповідно до вимог законодавства рекомендуємо затверджувати внутрішньогосподарський регламент з організації та ведення бухгалтерського обліку із зазначенням усіх його складників, таких як робочий план рахунків, графіки документообороту, система облікових реєстрів з урахуванням специфіки своєї діяльності.

Внутрішньогосподарським регламентом, у якому зазначаються складники облікової політики, є наказ (розпорядження) про облікову політику, який затверджується керівником. У наказі необхідно визначати основні аспекти, що висвітлюють прийняті організаційні рішення та можуть використовуватися у разі здійснення облікових процедур. Економічна доцільність затвердження такого регламенту проявляється у зменшенні витрат часу на пошук та обробку документів штрафу, мінімізації ризиків санкцій через неправильне ведення обліку, а також можливості оперативного надання необхідної інформації контролюючим органам. З управлінської перспективи наявність чітких процедур значно полегшує процес прийняття рішень бухгалтера та навчання нових працівників, забезпечує послідовність у веденні обліку навіть у разі змін. Основні елементи, які мають бути зазначені в наказі, наведені в таблиці 1.

Основним інструментом систематизації фінансово-господарських операцій у суб'єктів господарювання, у тому числі і ФОП, є робочий план рахунків. Його розробка та впровадження забезпечують ефективне ведення бухгалтерського обліку, контроль за ресурсами та складання звітності. Робочий план рахунків дозволяє чітко визначити, на яких рахунках обліковуються ті чи інші операції. Це спрощує ведення обліку, адже всі рахунки мають логічну послідовність і взаємозв'язок, забезпечує відповідність обліку нормам національних положень (стандартів) бухгалтерського обліку або міжнародних стандартів, забезпечує стандартизацію облікових процесів, отримує можливість контролювати та аналізувати фінансово-господарську діяльність у розрізі витрат, доходів, активів і пасивів або окремих видів операцій, або напрямів діяльності. Робочий план рахунків значно полегшує

Таблиця 1. Основні елементи, які мають бути зазначені в Наказі «Про облікову політику» ФОП

Елементи облікової політики	Складники облікової політики
Загальні положення	Мета наказу – обґрунтувати правила ведення обліку доходів і витрат, складання звітності тощо. Правова основа: зазначити норми законодавства (наприклад, Податковий кодекс України, Національні положення (стандарти) бухгалтерського обліку).
Методологічні аспекти обліку	Облік доходів і витрат: як визначаються доходи. Які витрати враховуються і як вони документуються. Спосіб ведення обліку: вказати, чи облік ведеться в паперовій формі, чи в електронному вигляді (наприклад, у програмному забезпеченні). Уточнити, хто відповідає за ведення обліку (самостійно чи через бухгалтера).
Первинні документи	Перелік документів , які використовуються для підтвердження доходів та витрат (чеки, акти, договори, рахунки-фактури тощо). Вимоги до зберігання документів (наприклад, відповідно до законодавства – не менше 3 років).
Амортизація основних засобів (якщо застосовується)	Перелік основних засобів , які використовуються в діяльності. Метод амортизації. Термін корисного використання.
Оподаткування	Зазначити, чи застосовується загальна система чи спрощена . Порядок обліку та подання податкової звітності. Особливості врахування ПДВ (якщо платник ПДВ).
Відповідальні особи	Призначення особи, відповідальної за ведення обліку (це може бути сам ФОП або найманий бухгалтер). Контактні дані відповідальної особи (за потреби).
Порядок складання і подання звітності	Терміни складання та подання податкових декларацій. Форма звітності (електронна чи паперова).
Затвердження та внесення змін	Порядок внесення змін до облікової політики (за необхідності). Дата набрання чинності наказу.
Додатки (за потреби)	Шаблони первинних документів, форми облікових реєстрів, або інші додаткові матеріали.

Джерело: сформовано автором на основі [6–9]

формування фінансової, податкової та управлінської звітності. Завдяки правильній структурі рахунків дані легко агрегуються й аналізуються.

Робочий план рахунків повинен бути розроблений з урахуванням специфіки діяльності ФОП, що дозволяє адаптувати облік під конкретні потреби діяльності. У таблиці 2 наведемо приклад робочого плану рахунків ФОП, який здійснює діяльність у сфері ресторанного господарства та перебуває на загальній системі оподаткування.

Таким чином, розробка робочого плану рахунків для ФОП – це основа забезпечення якісного фінансового обліку. Він дозволить вести облік із мінімальними помилками, спростить аналіз фінансових даних і забезпечить відповідність облікових процесів законодавству.

Останнім часом з розвитком технологій та збільшенням доступності інформаційних систем усе більше ФОП починають впроваджувати автоматизацію процесів обліку. Це дозволяє знизити витрати часу, покращити точність обліку та зменшити кількість помилок, пов'язаних з людським фактором. Серед найпоширеніших інструментів для автоматизації обліку у ФОП є програмні продукти, які дозволяють підприємцям вести облік доходів і витрат, складати податкові декларації, автоматично генерувати звітність та здійснювати інші облікові операції.

Рівень автоматизації фінансового обліку серед фізичних осіб-підприємців в Україні варіюється залежно від розміру бізнесу та фінансових можливостей підприємця. Для малих ФОП, які працюють на спрощеній системі оподаткування та мають обмежені ресурси, автоматизація, як правило, є мінімальною або взагалі відсутня. Ці підприємці часто використовують прості програми для ведення обліку доходів і витрат або виконують ці операції вручну, що може бути трудомістким і схильним до помилок.

З іншого боку, середні та великі ФОП, які працюють на загальній системі оподаткування або мають більший обсяг операцій, активно впроваджують більш складні рішення для автоматизації. Це включає у себе не лише використання спеціалізованих програм для бухгалтерії, а й інтеграцію із системами управління підприємством (ERP-системи), автоматизацію взаємодії з контрагентами та державними органами, а також використання аналітичних інструментів для оптимізації фінансових потоків. Серед найпоширеніших облікових програм є «BAS» (конфігурація «BAS Малий бізнес ПРОФ»), «Торгсофт», «Taxer», «Діловод», «iFin», «Бухгалтерія онлайн у «Приват24».

Згідно з дослідженням Української асоціації інформаційних технологій [1], близько 40% ФОП уже активно використовують автоматизовані системи для подання податкових декларацій та взаємодії з податковими органами, а ще 30% планують впровадити такі системи в найближчі два роки. Це свідчить про значне збільшення темпів автоматизації у секторі.

Вважаємо, що одним з важливих напрямів автоматизації фінансового обліку є інтеграція програмного забезпечення з державними онлайн-сервісами. В Україні для цього широко використовується платформа Дія, яка дозволяє здійснювати подання податкових декларацій, реєстрацію ФОП, а також інші адміністративні функції

Таблиця 2. Розроблений та запропонований робочий план рахунків для ФОП відповідно до специфіки діяльності ресторанної галузі

Номер синтетичного рахунку	Номер субрахунку	Назва
1	2	3
1 клас. Необоротні активи		
10		Основні засоби
	103	Будинки та споруди (приміщення, зали)
	104	Машини та обладнання (обладнання для кухні, холодильники плити, витяжки тощо)
	105	Транспортні засоби
	106	Меблі та інтер'єр (столи, стільці, декор)
11		Інші необоротні матеріальні активи (посуд та кухонне приладдя)
13		Знос
15		Капітальні інвестиції
2 клас. Запаси		
20		Виробничі запаси
22		Малоцінні та швидкозношувані предмети
23		Виробництво
		Товари
	281	Закуплена продовольча сировина
	281.1	Продукти харчування
	281.2	Напої
	281.3	Спеції та допоміжні матеріали
	281.4	Алкогольні напої
	281.5	Супутні товари (сувеніри)
	282	Торговий зал
	284	Картонна тара
	285	Торгова націнка
3 клас. Кошти, розрахунки та ін. активи		
30		Готівка
30	301	Готівка в національній валюті
		Рахунки в банках
31	311	Поточні рахунки в національній валюті
37		Розрахунки з різними дебіторами
4 клас. Власний капітал та забезпечення зобов'язань		
40		Зареєстрований капітал
44		Фінансовий результат (нерозподілений прибуток, непокриті збитки)
5 клас. Довгострокові зобов'язання		
50		Довгострокові кредити банків у нац. валюті
6 клас. Поточні зобов'язання		
63		Розрахунки з постачальниками та підрядниками
	63.1	Постачальники продуктів та напоїв
	63.2	Постачальники обладнання
64		Розрахунки за податками і платежами
	641	ПДФО
	642	Військовий збір
	643	Податкові зобов'язання
	644	Податковий кредит
65		Розрахунки за страхуванням
66		Розрахунки за заробітною платою
7 клас. Доходи і результати діяльності		
702		Дохід від реалізації товарів
	702.1	Дохід від реалізації страв
	702.2	Дохід від реалізації напоїв
71		Інший операційний дохід (кейтеринг, оренда)
79		Фінансові результати

Продовження таблиці 2

1	2	3
9 Клас. Витрати діяльності		
902		Собівартість реалізованих товарів
92		Адміністративні витрати
93		Витрати на збут
94		Інші витрати операційної діяльності
97		Інші витрати
98		Податок на прибуток

Джерело: розроблено автором.

в електронному вигляді. Інтеграція із системами державних органів спрощує процес подання звітності, знижує ризик помилок, а також забезпечує своєчасність виконання зобов'язань перед державою.

Останніми роками в Україні спостерігається тенденція до покращення законодавчої бази, спрямованої на сприяння розвитку електронного документообігу та зниження адміністративного навантаження на підприємств. Оскільки державні органи продовжують удосконалювати платформи для взаємодії з платниками податків, можна очікувати, що все більше ФОП перейде на автоматизовані системи для ведення обліку.

Висновки. У роботі досліджено основні проблеми організації та методики фінансового обліку ФОП та надано рекомендації щодо шляхів їх вирішення, а саме впровадження автоматизованих облікових систем, постійне навчання підприємств та використання аналітичних інструментів для управління податками і грошовими потоками. Доведено, що вдосконалення методики обліку у фізичних осіб-підприємців є необхідним кроком для покращення ефективності управління їхньою діяльністю та зниження податкових ризиків. Усе це дозволить створити стійку і прозору систему фінансового обліку у ФОП, що відповідатиме сучасним викликам і реаліям сьогодення в умовах постійних змін законодавства України.

Список використаних джерел

1. Дослідження Do IT Like Ukraine: IT-індустрія зростає попри все – Асоціація «IT Ukraine». *Асоціація «IT Ukraine»*. URL: <http://surl.li/hcfwor>.
2. Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій : Інстр. М-ва фінансів України від 30.11.1999 № 291, станом на 13 грудня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99#Text>.
3. Міністерство Фінансів України. URL: <https://mof.gov.ua/uk/nacionalni-polozhennja1>.
4. Податковий кодекс України : Кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI, станом на 1 січня 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.
5. Податки 2025: військовий збір, єдиний податок та ЄСВ для ФОП – повний огляд змін. *Новини про технології та бізнес. UASPECTR*. URL: <https://uaspectr.com/2025/01/06/podatky-2025-zminy/>.
6. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні : Закон України від 16.07.1999 № 996-XIV, станом на 3 вересня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text>.
7. Скрипник С., Лавров Р., Шепель І. Облік і оподаткування суб'єктів малого підприємництва. *Економіка та суспільство*, 2023. № 52. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-61>.
8. Токаренко В.В. Облік і оподаткування діяльності суб'єктів малого підприємництва. *Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ*. 2023. Вип. 4 (30). URL: <http://www.vtei.com.ua/doc/2023/konf2203/4/30.pdf>.
9. Топоркова О.А. Облікова система малих підприємств в Україні в контексті законодавчих змін. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія «Економічні науки». Облік і оподаткування*. 2020. № 11 (43). 3 т. С. 55–61. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2020-11-6565>.
10. Ярмолук О.Ф. Розвиток малого підприємництва в Україні: облік і оподаткування. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Економіка, фінанси, облік та право: аналіз тенденцій та перспектив розвитку». 2020. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/12003>.
11. LIGA ZAKON. Зміни-2025 для ФОПів: ставки податків, ліміти, звітність. *БУХГАЛТЕР.UA* – сайт для бухгалтерів. *Новини бухгалтерського та податкового обліку*. URL: <http://surl.li/ubpivy>.
12. Kononenko L., Atamas O., Nazarova H., Selishcheva E., Kononenko S. Optimization of small agricultural producer's taxation by creating innovative-integrated structures. *Scientific Horizons*, 2022. Vol. 25(6), pp. 100–110. DOI: 10.48077/sci-hor.25(6).2022.100-110.

Yurchenko O. V.

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Assistant at the Department of Audit, Accounting and Taxation,
Central Ukrainian National Technical University
Kropyvnytskyi, Ukraine
E-mail: yov2910@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4397-6698*

PROBLEMS OF ORGANIZATION AND METHODOLOGY OF FINANCIAL ACCOUNTING OF INDIVIDUALS – ENTREPRENEURS IN THE LIGHT OF REGULATORY AND LEGAL CHANGES IN LEGISLATION

Abstract

Financial accounting of individual entrepreneurs is a key aspect of running a successful small business in Ukraine. It is an integral part of their management activities, which includes accounting for income, expenses, as well as the formation and submission of financial and tax reporting. The relevance of the research topic is associated with the emergence of a number of new challenges for the accounting system of individual entrepreneurs along with unresolved problems that have existed for a long time.

The article establishes that changes in legislation directly affect the organization and methodology of accounting in individual entrepreneurs. Entrepreneurs constantly need to adapt their accounting processes in accordance with new requirements in order to avoid risks, fines and errors.

It is determined that excessive bureaucracy and frequent changes in legislation create an additional burden on individual entrepreneurs, which can negatively affect their financial stability and competitiveness.

It is proven that the approval of the Order on the Accounting Policy of Individual Entrepreneurs will help avoid errors in accounting, ensure compliance with the requirements of tax legislation and reduce risks during inspections.

It is substantiated that the development of a working chart of accounts is the basis for organizing high-quality accounting, which allows for financial accounting with minimal errors, simplifies the analysis of financial data and ensures compliance of accounting processes with legislation. The article develops a working chart of accounts for individual entrepreneurs taking into account the specifics of the restaurant industry.

Key words: *financial accounting, regulatory and analytical support, individual entrepreneurs, simplified system, general system.*

References

1. Doslidzhennia Do IT Like Ukraine: IT-industriia zrostaie popry vse – Asotsiatsiia «IT Ukraine». Retrieved from: <http://surl.li/hcfwor> [in Ukrainian].
2. Instruktsiia pro zastosuvannia Planu rakhunkiv bukhhalterskoho obliku aktyviv, kapitalu, zoboviazan i hospodarskykh operatsii pidpriemstv i orhanizatsii [Instructions on the application of the Chart of Accounts for accounting of assets, capital, liabilities and business operations of enterprises and organizations]: Instr. M-va finansiv Ukrainy vid 30.11.1999 № 291, stanom na 13 hrud. 2024 r. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99#Text> [in Ukrainian].
3. Ministerstvo Finansiv Ukrainy [Ministry of Finance of Ukraine]. Retrieved from: <https://mof.gov.ua/uk/nacionalni-polozhennja> [in Ukrainian].
4. Podatkovi kodeks Ukrainy [Tax Code of Ukraine] vid 02.12.2010 № 2755-VI, stanom na 1 sich. 2025 r. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> [in Ukrainian].
5. Podatky 2025: viiskovy zbir, yedyni podatki ta YeSV dlia FOP – povnyi ohliad zmin. Novyny pro tekhnologii ta biznes. *UAspectr*. Retrieved from: <https://uaspectr.com/2025/01/06/podatky-2025-zminy/> [in Ukrainian].
6. Pro bukhhalterskyi oblik ta finansovu zvitnist v Ukraini: Zakon Ukrainy [On accounting and financial reporting in Ukraine: Law of Ukraine] vid 16.07.1999 № 996-XIV, stanom na 3 veres. 2024 r. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text> [in Ukrainian].
7. Skrypnyk, S., Lavrov, R., Shepel, I. (2023). Oblik i opodatkuvannia subiektiv maloho pidpriemnytstva [Accounting and taxation of small businesses]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society*, (52). Retrieved from: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-61> [in Ukrainian].
8. Tokarenko, V.V. (2023). Oblik i opodatkuvannia diyal'nosti sub'yektiv malogo pidpriemnytstva [Accounting and taxation of the activities of small business entities]. *Vinnitskyi torhovelno-ekonomichnyi instytut DTEU*, vol. 4 (30). Retrieved from: <http://www.vtei.com.ua/doc/2023/konf2203/4/30.pdf> [in Ukrainian].
9. Toporkova, O.A. (2020). Oblikova sistema malih pidpriemstv v Ukraini v konteksti zakonodavchykh zmin [Accounting system of small enterprises in Ukraine in the context of legislative changes]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Internauka". Seriya "Ekonomichni nauky". Oblik i opodatkuvannia*. 11. (43), pp. 55–61. Retrieved from: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2020-11-6565> [in Ukrainian].
10. Yarmoliuk, O.F. (2020). Rozvytok maloho pidpriemnytstva v Ukraini: oblik i opodatkuvannia [Development of small business in Ukraine: forms and taxation]. *Zbirnyk tez dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ekonomika, finansy, oblik ta pravo: analiz tendentsii ta perspektyv rozvytku»* – Collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference “Economics, Finance, Accounting and Law: Analysis of Trends and Development Prospects”. Retrieved from: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/12003> [in Ukrainian].

11. LIGA ZAKON. Zminy-2025 dla FOPiv: stavky podatkov, limity, zvitnist. *BUKhHALTER.UA* – sait dla bukhhalteriv. Novyny bukhhalterskoho ta podatkovoho obliku. Retrieved from: <http://surl.li/ubpivy>.

12. Kononenko, L., Atamas, O., Nazarova, H., Selishcheva, E., & Kononenko, S. (2022). Optimization of small agricultural producer's taxation by creating innovative-integrated structures. *Scientific Horizons*, vol. 25(6), pp. 100–110. DOI: 10.48077/sci-hor.25(6).2022.100-110.



ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК. 631.53.01: 631.81(477.7)

Бодак М. В.*аспірант кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса,
Луцький національний технічний університет
Луцьк, Україна***E-mail:** maksim.bodak@gmail.com**ORCID:** 0009-0004-4541-7448**Дідух В. Ф.***доктор технічних наук, професор,
професор кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса,
Луцький національний технічний університет
Луцьк, Україна***E-mail:** Didukh_V@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-7358-7709

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДБИРАННЯ ВАЛКІВ ЗІ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ

Анотація

Дослідження присвячено проблемі реалізації роздільної технології збирання льону з низьким зрізанням стеблостою, вирощеного в умовах Західного Полісся. Отримані результати ґрунтуються на власних польових дослідженнях вирощування сортів льону олійного Лірина і Антант та льону-довгунця Міандр і Оберіг на чорноземних і дерново-підзолистих ґрунтах. Описано особливості формування врожаю органічного льону під впливом природо-кліматичних умов, доведено потребу у застосуванні роздільної технології збирання з низьким зрізом стеблостою обох видів льону в умовах глобального потепління. Приведено схеми розробленого устаткування для проведення експериментальних досліджень моделювання поведінки стебел під дією робочих органів під час підбирання валків, вкладених шляхом зрізання стеблостою роторною косаркою. Указано на особливості проведення досліджень із визначення параметрів валків у процесі визрівання коробочок і перетворення стебел на тресту з урахуванням розміщення їх у валках під дією різального апарату роторної косарки. Представлено результати досліджень із визначення прогину і згину стебел у валку, встановлення руйнівного зусилля, яке може призводити до втрати цілісності валків, з урахуванням їхніх розмірів, умісту бур'янів, стану коробочок і умов захоплення стебел. Отримані результати необхідні як для вдосконалення роторної косарки, так і розроблення підбирача валків льону зі стеблами, розміщеними у подовжній площині для застосування роздільної технології збирання льону з низьким зрізанням стеблостою, вирощеного у сприятливих умовах формування високого врожаю насіння і волокнисто-стеблової маси. Продовження даного дослідження дасть змогу запропонувати вдосконалення високопродуктивного технічного забезпечення з урахуванням технології збирання льону та сформованого врожаю насіння або волокна під впливом кліматичних умов поточного сезону.

Ключові слова: льон, насіння, волокно, технологія, збирання, валки, прогин – згин, розтяг.

Вступ. Утрата льоном позицій у сівозмінах серед сільськогосподарських культур пов'язана, у першу чергу, через недостатню увагу до кількісних і якісних параметрів стеблостою льону на момент його збирання. Низька врожайність насінневої частини, утрата якості волокна, односторонність використання отриманого врожаю, відсутність розуміння у необхідності розроблення нового технічного забезпечення для реалізації адаптованих технологій в умовах глобального потепління призвели до втрати конкурентності льняної сировини як на внутрішньому, так і зовнішніх ринках. Як результат, сьогодні площі посіву льону -довгунця коливаються у межах однієї тисячі гектарів, а льону олійного –50 тис га. Особливо уразливим виявився льон-довгунець, культура північних і північно-західних районів держави з особливими умовами вирощування льону: достатня кількість опадів і теплові параметри, які сприяють формуванню високої якості як насіння, так і волокна. Отже, з обох видів льону одночасно можна отримати цінну сировину: тресту і насіння.

Попередня система господарювання передбачала конкретні території для вирощування різних видів льону. На Півдні культивували лише льон олійний, а на Півночі вирощували льон-довгунець. Такий підхід не дав змоги зберегти потенціал кількісно-якісних параметрів обох видів. Тому генетики спрямували свої зусилля на створення сортів з одночасним потужним потенціалом у рослині обох видів сировини – насіння і волокна, що призвело до змін у формуванні стеблостою та кореневої системи рослин у період вегетації. Уважається, що стебло льону-довгунця сягає висоти 60–120 см із кореневим стрижнем, який має велику кількість тонких корінців. Така будова дає змогу проводити процес збирання льону методом брання й отримувати довге волокно. При цьому низька продуктивність техніки призводить до затягування термінів перетворення стебел на тресту і, відповідно, втрати якості волокна.

Льон олійний, орієнтований на отримання насіння, певною мірою втримав свої позиції на Півдні. Для його збирання використовують техніко-технологічні прийоми, аналогічні до прийомів під час вирощування сільсько-господарських культур зернової групи. При цьому залишки стеблової частини врожаю утилізують. Здатність до гілкування верхівкової частини призводить до зчеплення стебел між собою коробочками. Тому під час збирання найбільшого поширення знайшов спосіб прямого комбайнування зернозбиральними комбайнами у фазах ранньої жовтої або жовтої стиглості з використанням десикації посівів. Більш пізні терміни збирання викликають складність у роботі сегментно-пальцевого різального апарату. Таким чином, під час вирощування льону олійного на насіння через застосування хімічних препаратів можна отримувати лише технічну сировину. Але для харчових та лікувальних цілей насіння має бути вирощене за органічними технологіями.

Мета роботи. Дослідження сучасного стану вирощування льону та особливостей застосування роздільної технології збирання з низьким зрізанням стеблостою, вплив глобального потепління у періоди формування врожаю насіння і волокна в органічному виробництві, визначення основних процесів під час збирання льону та пропонування підходів до вирішення проблеми збереження всього біологічного врожаю льону.

Виклад основного матеріалу дослідження. Серед великої кількості чинників, які впливають на продуктивність рослин як біологічних об'єктів, варто виділити три: селекція, умови живлення і природо-кліматичні умови формування врожаю протягом усього періоду вегетації.

Селекційною та насінницькою роботою з льоном в Україні опікуються чотири наукові установи, серед яких – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН [7]. На особливу увагу, які виведені у даній установі, заслуговують сорти льону-довгунця Міандр (анг. Miandr) [6] та Оберіг [10]. Потенційна врожайність сорту Міандр становить: насіння 0,8–1,0 т/га, волокна – 1,5 т/га. Урожай соломи може досягати 6,0 т/га. Особливістю насіння є високий вміст лікувальних кислот, що говорить про перспективу його вирощування за системою органічного землеробства. Сорт Оберіг (*Linum usitatissimum* L.) створено методом гібридизації сортотразків Luna × Могилевський-2. Сорт пізньостиглий, тривалість вегетаційного періоду залежно від метеорологічних умов становить 92–105 днів. Є високопродуктивним за врожайністю волокна (1,9–2,3 т/га) та насіння (0,81–0,87 т/га).

Зареєстровані в Україні сорти олійного льону рекомендовані переважно для вирощування в зонах Лісостепу і Степу. Серед них сорт Лірина німецької селекції був і залишається з 1997 р. найкращим у Німеччині за показниками врожайності й вмістом олії в насінні. Потенційна врожайність насіння – 2,5–2,9 т/га. Новий сорт Антант указаної установи знаходиться на стадії реєстрації і потребує широкого дослідження щодо впливу природо-кліматичних умов на формування врожаю для характерних для північних типів ґрунтів: чорноземів і дерново-підзолистих. Установлено [4], що за однакових природо-кліматичних умов тип ґрунту вид і сорт льону мають значення під час формування як врожаю, так і кореневої системи рослин. Так, у посушливі роки на дерново-підзолистих ґрунтах, коренева система стебел льону-довгунця набирає мичкувату форму, що не сприяє завершенню процесу визрівання волокна. Водночас льон олійний різних сортів формує стрижневе коріння, яке добре витримує посуху та забезпечує завершення процесу формування врожаю. Хімічний аналіз стебел льону олійного та льону-довгунця показав [5], що між двома групами льону на різних стадіях приготування волокна спостерігається велика різниця. За вмістом целюлози і пектинових речовин льон олійний характеризується більшими значеннями цих показників порівняно з льоном-довгунцем. Уміст лігніну, навпаки, менший у льону олійного. Як результат, висунуто припущення, що способи приготування лляної трести з льону олійного та її тривалість мають суттєво відрізнятися.

Значні втрати кількісно-якісних параметрів продукції льону, особливо олійного, відбуваються на стадії збирання [8]. Для отримання льоносировини пропонується застосовувати два види збирання з урахуванням виду льону: брання стеблостою та його зрізання на корені [3; 11]. Залежно від призначення сировини формується перелік технологічних операцій. При цьому двофазному способу надають перевагу. Він передбачає зрізання стеблостою на висоті 12–14 см у валки, коли 50–75% коробочок побуріє, а вологість насіння дорівнює 25–35%. За вологості насіння 11–12% валки підбирають і обмолочують. У разі двостороннього використання льон у фазі жовтої стиглості необхідно зрізати на мінімальній висоті, до 10 см. Після обмолочування солома вкладається у валки для перетворення стебел на тресту. Підвищити ефективність застосування методу брання стеблостою льону олійного можна шляхом установлення широкозахватного брального апарату на зернозбиральний комбайн [2; 12]. Максимально зберегти насіння дає змогу метод плющення стебел із подальшою їх декортикацією [1; 9]. Технології, які передбачають утворення валків, потребують нового ефективного

технічного забезпечення, оскільки під час вилежування валки змінюють свої розміри через ущільнення та зміну параметрів насіннєвого і стеблового складників.

Для проведення чистоти експерименту з вирощування органічного льону було підготовлено дослідну ділянку на тлі чорнозему рН 7,0 у літньо-осінній період 2022 р. із вирощуванням сидерату. Характерні для останніх років безсніжні зими не сприяють накопиченню вологи у ґрунті, а квітневі дощі не дають змоги вчасно провести сівбу. Як дослідні сорти 03.05.2023 висівали сорти Лірина льону олійного та льон-довгунець Міандр. Для порівняльної оцінки до попередніх сортів Лірина та Міандр 11.04.2024 додатково висівали сорти льону олійного Антант і льону-довгунця Оберіг. Візуальний контроль за формуванням льону проводився періодично з фотофіксацією посівів протягом обох сезонів. Різні сезонні природо-кліматичні умови у період вегетації рослин вплинули як на формування стеблостою, так і на кінцевий результат урожайності. Загалом у результаті візуального спостереження можна виділити три важливі періоди формування стеблостою: схожість; формування стеблостою і цвітіння; формування і дозрівання коробочок.

Схожість обох сортів у сезоні 2023 р. на 12-й день виявилася нерівномірною через весняну посуху. Проте через три тижні відбулося вирівнювання посівів. Своєю чергою, достатня кількість дощу у весняний період сезону 2024 р. сприяла рівномірності проростання обох видів. Таким чином, на початковій стадії вегетації рослин окремий вид льону може випереджати інший у розвитку відповідно до кількості вологи у поверхневому шарі ґрунту.

Через 45–46 днів розпочинається цвітіння льону олійного. Формування коробочок відбувається паралельно із цвітінням протягом 14 днів. Льон-довгунець у цвітінні відстає приблизно на 5–7 днів. Забур'яненість як така відсутня. Проводилася ручна прополка від Лободи білої на різних стадіях формування стеблостою.

Після оцінки біологічної врожайності 15.08.2023 і 12.07.2024 було проведено скошування обох сортів у валки роторною косаркою (рис. 1). Таким чином, за умови раннього висівання після дозрівання 70% коробочок збирання льону можна розпочинати у липні місяці. Погодні умови 2023 р. сприяли формуванню значної стеблової маси обох видів льону з діаметром стебел в окоренковій зоні у межах 4 мм. Тому структуровані валки з паралельно вкладених стебел мали переріз 1,0 x 0,2 м по центру зі зменшенням до 0,1 м по краях (рис. 1а). Протилежна картина спостерігалася у 2024 р. (рис. 1б). Фактично розміри валків у поперечному перерізі були меншими у два рази.

Для отримання позитивного результату, який полягає у збереженні насіння та отримання високоякісної трести, валки необхідно піднімати відповідними технічними засобами. До таких відносять підбирачі, які у процесі взаємодії з валками чинять зусилля, що призводить до виникнення явищ прогину – згину та розтягу. Параметрична оцінка даних явищ є важливою для розроблення машин для збирання льону за роздільною технологією з низьким зрізом стеблостою. Перетворення соломи льону на тресту передбачало 3-разове підбирання валків зі зменшенням їх щільності. Перед початком проведення даної операції проводили, окрім оцінки їх стану, дослідження з визначення прогину (згину валка) і встановлення сили розтягу $P_{роз.}$. Для цього використовували засоби, розміщення яких показано на схемах (рис. 2 і 6).

Досліди проводили 02.08.2024. Середня вологість стебел у валках дорівнювала 14,12%. Змінними параметрами у досліді виступала відстань між опорами: для прогину $L_{мм}$, для згину $L_{г.мм}$. Як показали візуальні спостереження, у процесі проведення досліджень (рис. 2) величина прогину і згину валків значною мірою залежить від чистоти стеблостою. Наявність включень у вигляді бур'яну Лободи впливає на вказані параметри. Коли

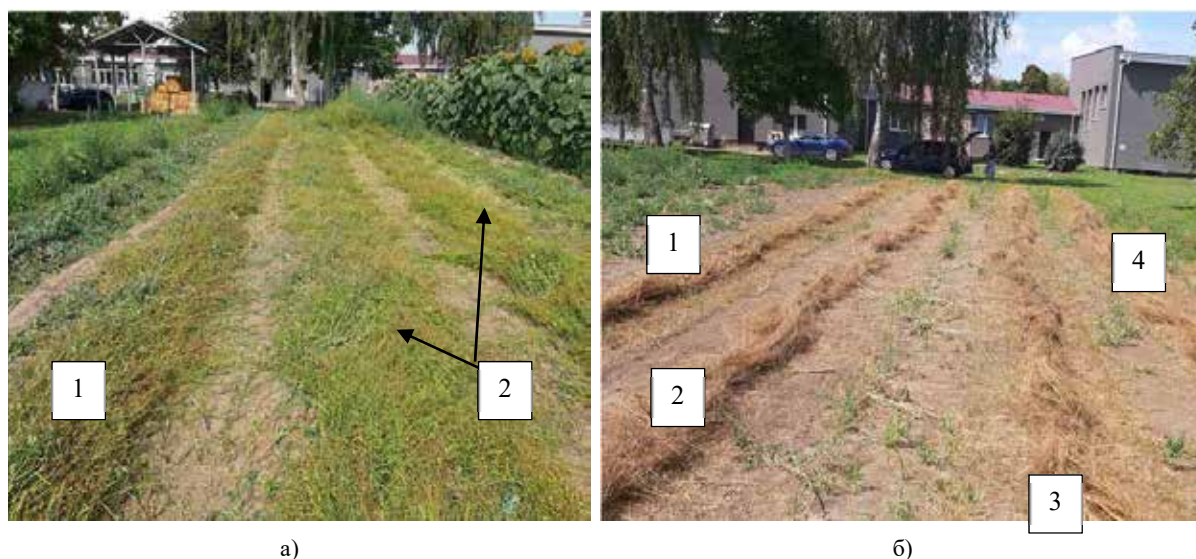


Рис. 1. Валки у період збирання: а – 2023 р. (після скошування роторною косаркою); б – 2024 р. (у процесі приготування трести). Сорти: 1 – Лірина, 2 – Міандр, 3 – Оберіг, 4 – Антант

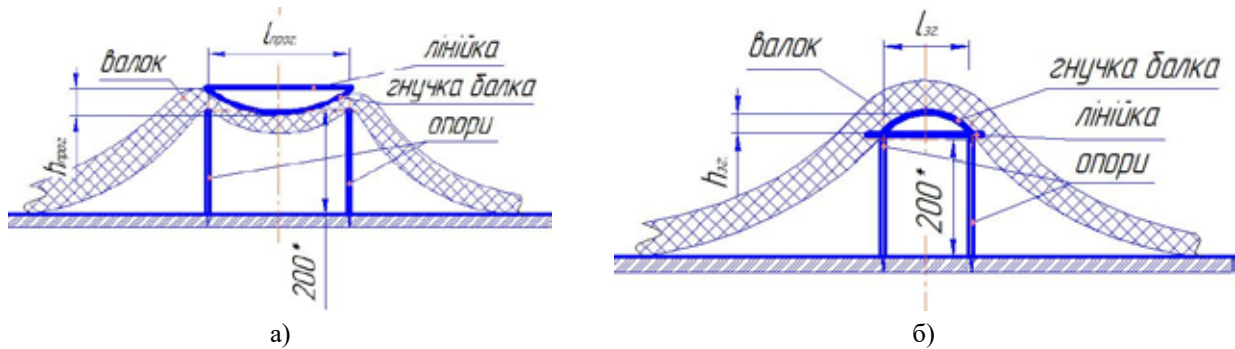


Рис. 2. Схеми встановлення засобів для дослідження прогину (а) і згину (б) валка



а)



б)

Рис. 3. Загальний вигляд проведення дослідів із визначення значень прогину(а) і згину валка (б):
1 – стебло буряну Лободи

вологість стебел у межах 14–15%, стебло Лободи перетворюється на жорстку задерев'янілу балку (рис. 2б). За результатами проведених досліджень побудовано залежності величини прогину(згину) від відстані між опорами (рис. 4 і 5).

Як видно з графіків на рис 4 і 5, у разі підняття валка на висоту 200 мм на двох опорах через деякий час відбувається просідання валка під дією сили тяжіння. Прогин у валку залежить від відстані між опорами і має криволінійну залежність для обох видів льону. При цьому характерною відстанню слід уважати відстань у межах 300–400 мм. Своєю чергою, згин валка меншою мірою залежить від відстані між опорами. Тому в результаті

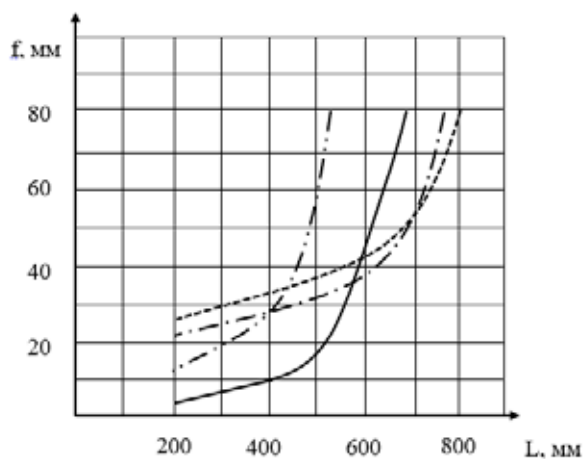


Рис. 4. Вплив відстані між двома опорами L , мм на прогин валка, піднятого на висоту 200 мм:
— сорт Антант; ---- сорт Оберіг; --- сорт Міандр; -.-.- сорт Ліріна

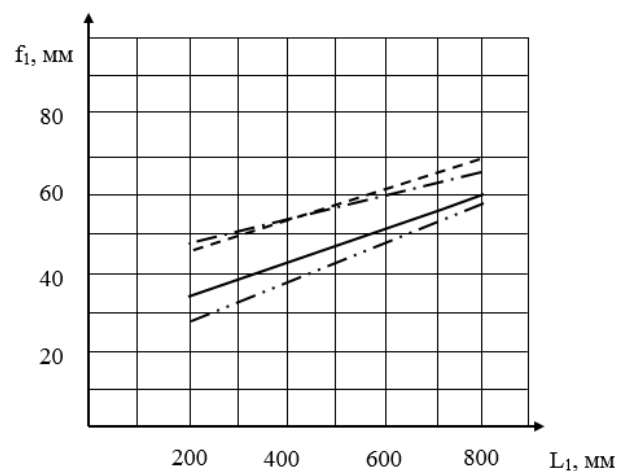


Рис. 5. Вплив відстані між двома опорами L_1 , мм на згин валка, піднятого на висоту 200 мм: — сорт Антант; ---- сорт Оберіг; --- сорт Міандр; -.-.- сорт Ліріна

досліджень отримано прямолінійні залежності. Слід відзначити, що значення результатів значно залежать від вологості валка. Зниження вологості його складників призводить до зростання жорсткості валка, в першу чергу, через наявність бур'янів. Тому під час вирощування льону, особливо органічного, важливе місце має зайняти підготовка ділянок під посів і боротьба з бур'янами.

Отримані дані дослідження необхідні для вибору конструктивних параметрів засобу приготування трести. Наприклад, для льону олійного відстань між зубовими планками механізму підбирання має бути мінімальною, тобто 50 мм. Своєю чергою, для льону-довгунця її можна збільшити на значення, що дорівнює половині висоти стеблостою до 400 мм. Окрім того, аналіз приведених графіків указує, що діаметр ведучого барабана-підбирача не повинен перевищувати 100 мм.

Досліди з визначення зусилля розтягування валка проводився в обох збиральних сезонах 2023–2024 рр. згідно з представленою схемою на рис. 6. У 2023 р. на стеблості сорту Лірина льону олійного висотою 85,0 см і сорту Міандр льону-довгунця висотою 90,2 см (рис. 7а). Відповідно, аналогічні досліді проводилися у 2024 р. (рис. 7б) з обома видами льону: олійним Антант і Лірина та довгунцем Оберіг і Міандр. Висота стеблостою трьох сортів Антант, Оберіг і Міандр була у межах 80–92 см. Найнижчим виявився сорт Лірина, висота якого не перевищила 58 см. У всіх сортів спостерігалися добре розвинуті верхівкові частини, але товщина стебел не перевищувала 2 мм. Тому сформовані валки з урожаю у 2024 р. значно відрізнялися від валків попереднього збирального року в бік зменшення їхнього об'єму. Відповідно, для порівняння значень сили розтягу звертали увагу переважно на два сорти: Лірину та Міандр (табл. 1).

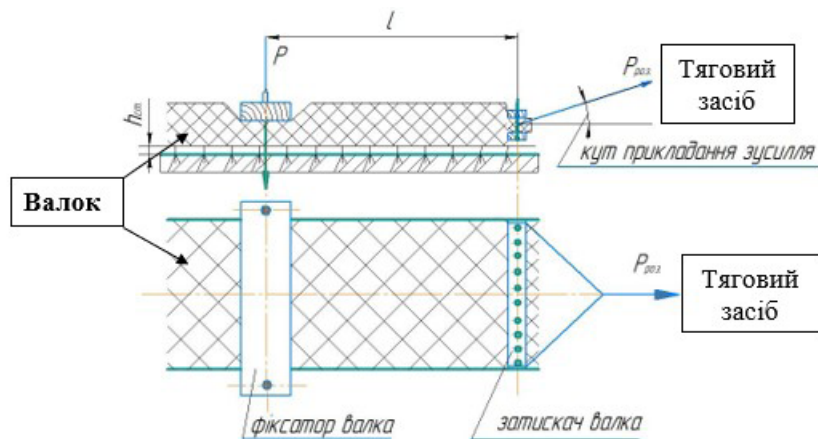


Рис. 6. Схема розміщення засобів для визначення зусилля розтягу валка

Аналіз значень, представлених у табл. 1, дає змогу зробити висновок, що за розтягу об'ємного валка важливою є відстань між фіксуючими елементами валка. Чим більша відстань, тим більше зусилля. Тому дана відстань буде визначальною для встановлення кількості зубів у ряд на реальному механізмі підбирання валків. Також варто звернути увагу на кут прикладання зусилля: його зменшення на 10° фактично не впливає на величину зусилля розтягу.



а)



б)

Рис. 7. Загальний вигляд проведення дослідів із визначення сили розтягу валка:
а – проведення дослідів у 2023 р. із сортом льону-довгунця Міандр; б – проведення дослідів у 2024 р. із сортом льону олійного Антант

Відповідно, незначні розміри валка потребують ретельного підходу до вибору конструктивно-технологічних параметрів засобу приготування трести, оскільки зусилля розтягу коливаються у межах 50–80 Н. Це невелике зусилля розтягу, тому в динаміці можливе руйнування валка, що може призвести до втрат урожаю.

Таблиця 1. Значення зусилля розтягу валків зі стеблостою льону олійного сортів Ліріна (зрізання стеблостою 17.08.2023 і 17.07.2024)*

Дата/параметри	Кут прикладання зусилля α , град.	Відстань між двома точками фіксування валка L, мм	Зусилля розтягу валка $P_{роз}$, Н
24.08.2023 (7 днів вилежування)/ Зменшення товщини валка до 100–140 мм	15–16°	330	89,25
		180	382,06
		450	204,30
	5–6°	190	158,30
		320	243,00
		390	108,40
27.07.2024 (10 днів вилежування)/ Зменшення товщини валка до 50–100 мм	15–17	300	49,25
		280	38,06
		410	54,30
	5–7°	290	58,60
		320	64,35
		390	78,40

*значення зусилля розтягу валків у для сорту Антант (досліди 2024 р.) у межах похибки порівняно із сортом Ліріна

Таким чином, якість стеблостою є важливим показником за застосування роздільної технології збирання льону олійного з низьким зрізом і подальшим перетворенням стеблової маси на тресту. Низький зріз дасть змогу зберегти волокно у прикореневій частині стебла і знизити ризик розриву валка під час його підбирання. Порівняльні результати досліджень із валками із льоном-довгунцем представлено в табл. 2.

Таблиця 2. Значення зусилля розтягу валків зі стеблостою льону-довгунця сорту Міандр (зрізання стеблостою 17.08.2023 і 17.07.2024)*

Дата/параметри	Кут прикладання зусилля α , град.	Відстань фіксування валка L, мм	Зусилля розтягу валка $P_{роз}$, Н
26.08.2023 (9 днів вилежування)/ Зменшення товщини валка до 120–160 мм	17–18°	340	254,30
		200	172,30
		290	400,10
	5–6°	270	504,10
		450	282,40
		160	500,10
27.07.2024 (10 днів вилежування)/ Зменшення товщини валка до 50–100 мм	15–17°	550	42,20
		580	58,30
		550	44,40
	6–7°	550	41,50
		580	71,70
		650	92,60

*значення зусилля розтягу валків для сорту Оберіг (досліди 2024 р.) у межах похибки порівняно із сортом Міандр

Аналіз представлених результатів у табл. 2 показує, що для розриву об'ємного валка необхідно докласти зусилля більше 500 Н. Тому наявність довших стебел сприяє зростанню сили зчеплення у валку. Такі валки без проблем підбирали з поверхні поля. Проте результати 2023 р. вказують, що і для льону-довгунця можливе падіння сили зчеплення у десять разів за зниження вологості валків. У разі з формуванням валків 2024 р. вказані сорти льону-довгунця вимагатимуть підвищеної уваги до збирання як насіння, так і стеблової частини врожаю.

Висновки. Проведені дослідження дали низку відповідей, які суперечать відомим твердженням щодо вирощування обох видів льону. До таких слід віднести: коріння обох видів може бути стрижневим; льон-довгунець може мати розгалуження від кореня від одного до п'яти стебел; верхівкові частини обох сортів мають схожу форму, що призводить до їх з'єднання в процесі вегетації. На однаковому ґрунтовому тлі різниця за висотою стебел по видах становить до 200 мм. За сприятливих погодних умов 2023 р. середня висота стеблостою льону-довгунця сорту Міандр становила 97,1 см. Відповідно, сорт льону олійного Ліріна із середньою висотою стеблостою у 75 см також має достатньо потужний потенціал волокна.

Форма, склад і параметри стеблостою обох видів льону вказують на те, що їх якісне збирання може забезпечити роздільна технологія з низьким зрізом. Для визначення умов підбирання виявлено, що захоплення їх зубами

необхідно проводити з боку верхівок. Значення зусилля розтягу (розриву) валка, $P_{роз.}$ із стебел льону олійного сорту Лірина коливається у межах 150–400 Н. Для льону -довгунця сорту Міандр воно більше на 100–150 Н. Дані значення вказують, що відстань між двома площинами фіксації валка має бути не більшою 200 мм. Захоплення валка під кутом 17–18° дає змогу збільшити цю відстань.

Перспективою подальших досліджень є розроблення високопродуктивного технічного забезпечення для реалізації роздільної технології збирання органічного льону. Отримана врожайність насіння сорту Міандр у межах 15,5–18,7 ц/га за несприятливих погодних умов у період вегетації та наявність у стеблах довгого волокна потребують досліджень технічних засобів для збереження якісних і кількісних параметрів лляної сировини на прикладі даного сорту.

Список використаних джерел

1. Альбота Д.С., Бодак М.В., Дідух В.Ф. Обґрунтування конструкції підбирача валків льону олійного для роздільної технології. *Сільськогосподарські машини*. 2022. Вип. 48. С. 30–37.
2. Дідух В.Ф., Буснюк В.В., Бодак М.В. Обґрунтування обладнання для збирання льону олійного зернозбиральним комбайном. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2022. Вип. 5(36). Ч. 1. С. 226–235.
3. Особливості вирощування льону олійного. URL: <https://laboulet.ua/osoblyvosti-tehnologiyi-vyroshhuvannya/> (дата звернення: 02.10.2023).
4. Онюх Ю.М. Удосконалення технології первинної переробки льону олійного, вирощеного в умовах Західного Полісся : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.02. Херсон, 2019. 178 с.
5. Рой О.О., Граділь О.В. Хімічний склад та властивості льону олійного. *Ж-л: Легка промисловість*. 2008. № 3. С. 49–50.
6. Сорт Міандр (льон-довгунець). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/miandr> (дата звернення: 02.10.2023).
7. Українські сорти льону-довгунця. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/22967-ukrainski-sorty-lonudovhuntsia.html> (дата звернення: 02.10.2023).
8. Ягелюк С.В., Дідух В.Ф. Формування якості лляної продукції : монографія. Луцьк : ЛНТУ, 2021. 140 с.
9. Ягелюк С.В. Розвиток наукових основ технологій переробки стебел соломки льону на основі класифікаційних ознак стеблостою : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.02. Херсон, 2019. 340 с.
10. Наукові розробки Інституту сільського господарства Карпатського регіону. Оброшино, 2022. 165 с.
11. Шейченко В.О., Хайліс Г.А. Теорія і розрахунок апаратів для підбирання і обертання : монографія. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2014. 240 с.
12. Didukh V., Yaheliuk S., Bodak V., Bodak M., Yaheliuk O. Pulling device for harvesting of Oleaginous Flax. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 2024. 30(3), 539–546.

Bodak M. V.

*Postgraduate Student at the Department of Agricultural Engineering
named after prof. H.A. Hylis,
Lutsk National Technical University
Lutsk, Ukraine
E-mail: bodak.lutsk@gmail.com
ORCID: 0009-0004-4541-7448*

Diduk V. F.

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Agricultural Engineering
named after prof. H.A. Hylis,
Lutsk National Technical University
Lutsk, Ukraine
E-mail: Didukh_V@ukr.net
ORCID: 0000-0002-7358-7709*

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE PROCESS OF SELECTING FLAX STEM ROLLS

Abstract

The research is devoted to the problem of implementing a separate technology for harvesting flax with low stem cutting, grown in the conditions of the Western Polissia. The obtained results are based on our own field studies of the cultivation of Liryna and Entant flax varieties and Miander and Oberig flax varieties on chernozem and sod-podzolic soils. The peculiarities of the formation of the organic flax harvest under the influence of natural and climatic conditions are described, the need for the application of a separate harvesting technology with a low stem cut of both types of flax in conditions of global warming is proven. Schemes of the developed equipment for conducting experimental studies of modeling the behavior of stems under the action of working bodies during the selection of rolls inserted by cutting with a stem rotary mower are presented. The peculiarities of conducting studies on determining the parameters of the rolls in the process of maturing the boxes and transforming the stems into a trust are indicated, taking into account

their placement in the rolls under the action of the cutting apparatus of the rotary mower. The results of research on determining the deflection and bending of the stems in the windrow, establishing the destructive force that can lead to the loss of the integrity of the windrows, taking into account their size, the content of weeds, the condition of the boxes and the conditions for capturing the stems, are presented. The obtained results are necessary both for the improvement of the rotary mower and for the development of a pick-up of flax rolls with stems placed in the longitudinal plane for the application of a separate harvesting technology of flax with low stem cutting, grown in favorable conditions for the formation of a high yield of seeds and fibrous stem mass. Continuation of this research in the following years will allow to propose the improvement of high-performance technical support, taking into account the technology of harvesting flax and the formed harvest of seeds or fiber under the influence of climatic conditions of the current season.

Key words: flax, seed, fiber, technology, harvesting, rolls, deflection – bending, stretching.

References

1. Albota, D.S., Bodak, M.V., & Diduh, V.F. (2022). Obgruntuvannya konstruksii pidbyracha valkiv lonu oliinoho dla rozdilnoi tekhnologii [Justification of the design of a roller collector of oil flax for separation technology]. *Silskohospodarski mashyny – Agricultural machinery*. iss. 48, pp. 30–37 [in Ukrainian].
2. Diduh, V.F., Bodak, M.V., & Busniuk, V.V. (2022). Obgruntuvannya obladnannia dla zbyrannia lonu oliinoho zernozbyrallym kombinom [Justification of equipment for harvesting oilseed flax with a combine harvester]. *Tsentralkoukraiynskiyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky – Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. iss. 36, pp. 226–235 [in Ukrainian].
3. Osoblyvosti vyroshchuvannya lonu oliinoho [Features of growing oil flax]. Retrieved from: <https://laboulet.ua/osoblyvosti-tehnologiyi-vyroshchuvannya/> [in Ukrainian].
4. Oniukh, Y.M. (2019). Udoskonalennia tekhnologii pervynnoi pererobky lonu oliinoho, vyroshchenoho v umovakh Zakhidnoho Polissia [Improving the technology of primary processing of oilseed flax grown in the conditions of Western Polissya]. Kherson, 178 p. [in Ukrainian].
5. Roi, O.O., & Hradil, O.V. (2008). Khimichni sklad ta vlastyvoli lonu oliinoho [Chemical composition and properties of flax oil]. *Lehka promyslovist – Light industry*. iss. 3, pp. 49–50 [in Ukrainian].
6. Sort Miandr (lon-dovhunets) [Miander variety (long flax)]. Retrieved from: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/miandr> [in Ukrainian].
7. Ukrainski sorty lonu – dovhuntsia [Ukrainian varieties of flax – long flax]. <https://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/22967-ukrainski-sorty-lonudovhuntsia.html> [in Ukrainian].
8. Yageliuk, S.V., & Didukh, V.F. (2021) *Formuvannya yakosti lnianoï produktsii : monohrafiia* [Formation of the quality of linen products: monograph]. Lutsk, 140 p. [in Ukrainian].
9. Yageliuk, S.V. (2019) *Rozvytok naukovykh osnov tekhnologii pererobky stebel solomy lonu na osnovi klasyfikatsiinykh oznak steblosti* [Development of scientific foundations of flax straw stalk processing technologies based on stalk classification features]. Kherson, 340 p. [in Ukrainian].
10. Naukovi rozrobky Instytutu silskoho hospodarstva Karpatskoho rehionu [Scientific developments of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region]. Obroshuno, 165 p. [in Ukrainian].
11. Sheichenko, V.O., & Khailis, H.A. (2014). *Teoriia i rozrakhunok aparativ dla pidbyrannia i obertannia: monohrafiia* [Theory and calculation of devices for picking up and rotating: monograph]. Nizhyn, 240 p. [in Ukrainian].
12. Didukh, V., Yaheliuk, S., Bodak, V., Bodak, M., & Yaheliuk, O. (2024). Pulling device for harvesting of Oleaginous Flax. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 30(3), 539–546 [in English].

УДК 631.171:658.011.56

Вольський В. А.

кандидат технічних наук, старший дослідник,
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України
смт Глеваха, Україна
E-mail: vladimir_volskiy@ukr.net
ORCID: 0000-0002-7639-4216

Коцюбанський Р. В.

доктор філософії,
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України
смт Глеваха, Україна
E-mail: kosyubanskiy1983@ukr.net
ORCID: 0000-0002-4114-3951

Третяк В. М.

кандидат технічних наук, доцент,
Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Київ, Україна
E-mail: viktor_tretyak@ukr.net
ORCID: 0000-0002-7641-7262

Бончик В. С.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін,
Подільський державний університет
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: vitaliy-bonchik@ukr.net
ORCID: 0000-0001-9155-2465

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ В ДОЗУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТАХ СІВАЛОК

Анотація

У статті запропоновано та перевірено нові підходи до створення техніки, які найкраще відповідають сучасним вимогам, сприяючи вирішенню базових проблем механізації польових робіт. Доведено, що використання регульованого електроприводу в умовах інтенсивного насичення мобільних сільськогосподарських агрегатів засобами інформатизації та автоматизації відкриває можливість створення техніки нового покоління з високим рівнем адаптації до агротехнічних вимог у рослинництві, що дає можливість значно підвищити рентабельність сільськогосподарського виробництва.

Під час проведення посівних робіт досить часто відбувається порушення заданих норм посіву, нерівномірний розподіл насіння на площі, що засівається, або рядку, порушується контроль кількісних допусків на відхилення відстаней між насінням. У зв'язку із цим виникає ефект взаємного пригнічення, за якого рослини не отримують достатньої кількості поживних речовин через близьке розташування кореневих систем, що надалі знижує врожайність і якість одержуваного насіння.

Сучасний розвиток елементної бази силового електричного приводу та систем його керування дає змогу за невеликої вартості одержувати необхідну точність виконання технологічних процесів. Стрімке впровадження систем позиціонування та геолокації дає змогу з необхідною рентабельністю впроваджувати їх у сільськогосподарські технології рослинництва. Однією з основних технологічних операцій, від якої залежить рентабельність виробництва в рослинництві, є сівка. Тому вдосконаленням посівних комплексів із метою покращення якості сівки та одержання кращої урожайності займаються провідні світові фірми.

На підставі аналізу світового досвіду запропоновано методи визначення конструкційних вимог щодо впровадження регульованого електроприводу висівальних апаратів для оперативного контролю зміни норми висіву з максимальним використанням вітчизняної елементної бази.

Приводи висівальних апаратів здійснюють обертання робочих органів за рахунок прямого зв'язку з колесом сівалки через механічні передачі. Для регулювання норми посіву застосовуються механічні коробки з фіксованим набором зубчастих передач або варіатори пасові з установленим діапазоном регулювання передавального відношення.

Механічні приводи мають низку недоліків: жорсткий зв'язок із висівним апаратом без компенсації буксування коліс сівалки та ривків під час руху, прослизання ремня варіатора. Найбільший вплив зазначених недоліків проявляється за недотримання оператором МТА стабільного швидкісного режиму під час виконання технологічної операції посіву.

Виключення негативного впливу механічних передач на висівний апарат можливе за рахунок виключення прямого зв'язку з колесом сівалки та застосування в приводах елементів із числовим програмним керуванням, які будуть узгодити швидкість переміщення сівалки з частотою обертання висівного апарату з урахуванням коефіцієнта буксування, що змінюється, і характеру руху енергозасобу, забезпечуючи точність процесу без усереднення всіх значущих властивостей.

Таким чином, дослідження та розроблення технічних засобів для реалізації якісного посіву насіння зернових культур є актуальним та практично значущим завданням.

Ключові слова: регульований електропривод, машино-тракторний агрегат, висівний апарат, посівний комплекс.

Вступ. Виробництво зернових культур – одна зі значних та пріоритетних галузей сільського господарства, яка визначає ступінь продовольчої незалежності країни.

Нині для посіву зернових культур широко застосовуються пневматичні сівалки, у яких транспортування насіннєвого матеріалу з бункера до сошників здійснюється з використанням пневмотранспортних засобів. Дозування кількості насіннєвого матеріалу найчастіше проводиться за допомогою котушкового висівного апарату, який приводиться від опорно-ходового колеса сівалки. У процесі експлуатації пневматичних сівалок спостерігаються недоліки, які негативно впливають на якість висіву насіння зернових культур. По-перше, привід вентилятора пневматичних сівалок здійснюється від валу відбору потужності (ВВП) трактора через систему механічних передач. Оскільки частота обертання колінчастого валу двигуна і пов'язаного з ним ВВП змінюються залежно від навантаження, то змінюється і частота обертання валу вентилятора. У результаті змінюються параметри повітряного потоку, з потужністю якого змінюються подача насіннєвого матеріалу до сошників сівалки і кількість поданого насіння. По-друге, привід котушки висівного апарату також не відрізняється досконалістю, при цьому опорно-ходове колесо сівалки може змінювати радіус кочення з причини налипання ґрунту на протектор, пробуксовувати або заклинювати в результаті попадання в підшипники ґрунтового абразиву, рослинних і пожнивних залишків. Окрім того, механічний привід суттєво ускладнює змінювання норми висіву в процесі роботи.

Таким чином, приводи з механічним зв'язком між висівним апаратом і колесом сівалки за різкого прискорення і гальмування МТА порушують рівномірний потік посівного матеріалу і висівний апарат подає насіння малими порціями, що не забезпечує поодинокую подачу насіння в борозну.

Мета роботи – удосконалення якості сівби вітчизняних сівалок шляхом упровадження регульованого електроприводу висівних апаратів для оперативного контролю зміни норми висіву.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасна побудова МТА основана на збільшенні інтеграції елементів тракторів і сільгоспмашин у єдиний комплекс із багатьма ланками зворотних зв'язків, що дає змогу виконувати технологічні операції з максимальною якістю за мінімальних витрат технологічного матеріалу та пального.

Із теорії трактора відомо, що підтримання балансу потужностей між джерелом (ДВЗ) та споживачем (МТА) за умов постійної швидкості (робота в межах регуляторної гілки характеристики ДВЗ) призводить до суттєвого погіршення питомої витрати палива (у поширених дизельних двигунах може збільшуватися від 160 г/(кВт*год) до 300 г/(кВт*год) і більше).

Практичні шляхи розв'язку цих проблем викладені у багатьох монографіях, наукових статтях тощо [1; 2; 4–7; 9]. Фірмові know-how-підходи до конструювання систем керування посівними комплексами зменшують можливість скористуватися напрацюваннями провідних світових фірм. А наукові школи вищих навчальних закладів зруйнувалися у зв'язку з евакуацією фахівців у більш безпечні для проживання місця.

Під час розроблення МТА з упровадженням електроприводу технологічними процесами слід ураховувати, що у складі МТА може бути задіяний трактор будь-якого виробника. Тому необхідно орієнтуватися на енергетичний баланс електромережі типового трактора.

Для цього нами проведено аналіз споживання енергії мобільними сільськогосподарськими машинами на різних технологічних операціях, який наведено в табл. 1.

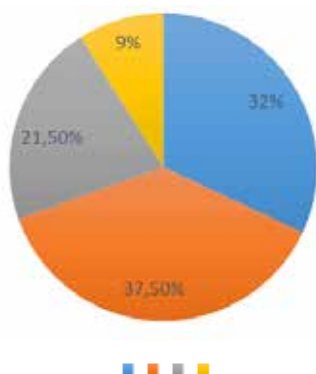
Сівба – надзвичайно важлива технологічна операція під час вирощування сільськогосподарських культур. Головним завданням під час сівби є оптимальний розподіл у ґрунті на заданій глибині насіння з метою створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин і, як наслідок, отримання максимального врожаю.

Способи сівби класифікують за розподілом насіння у вертикальній (профіль поверхні поля) і горизонтальній площинах, тобто розподіл їх у рядках із різною шириною міжрядь. За шириною міжрядь і розподілом насіння в рядках розрізняють такі способи сівби: рядковий, перехресний, вузькорядний, стрічковий, смуговий і розкидний [5–7; 9]. Насіння під час сівби повинно бути розподілене по полю так, щоб форма і розміри площі живлення кожної рослини наближалися до оптимальної, тобто до такої, коли площі живлення кожної рослини приблизно однакові як за розміром, так і за формою та відсутні незасіяні ділянки поля.

Під площею живлення слід розуміти певну площу поля з відповідною їй товщиною ґрунту і об'ємом повітря, які припадають на одну рослину в посівах. Розглянемо різні типи (види) електродвигунів та проаналізуємо їх використання, що наведено на рис. 1 [3; 10].

Таблиця 1. Варіанти споживання електричної енергії для регулювання технологічних процесів мобільними сільськогосподарськими машинами

Регулювання режимів роботи механічних знарядь	300 Вт від розетки трактора	2000 Вт від додаткового генератора на ДВЗ трактора	Гідравлічний привід окремого генератора	Автономні джерела енергії на с. г. машинні
Оранка	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми
Культивація	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми	- глибина обробітку; - зміна кутів атаки; - управління клапанами гідросистеми
Внесення добрив	- управління клапанами гідросистеми; - регулювання подачі добрив	- управління клапанами гідросистеми; - регулювання подачі добрив	- управління клапанами гідросистеми; - регулювання подачі добрив; - силовий електропривод робочих органів	- управління клапанами гідросистеми; - регулювання подачі добрив; - силовий електропривод робочих органів
Сівба	- глибина посіву; - регулювання подачі; - відключення висіваючих апаратів	- глибина посіву; - регулювання подачі; - розкладання маркерів; - силовий електропривод робочих органів	- глибина посіву; - регулювання подачі; - розкладання маркерів; - силовий електропривод робочих органів	- глибина посіву; - регулювання подачі; - розкладання маркерів; - силовий електропривод робочих органів
Обприскування	- управління клапанами	- управління клапанами та форсунками; - розкладання штанги	- управління клапанами та форсунками; - розкладання штанги	- управління клапанами та форсунками; - розкладання штанги; - силовий електропривод робочих органів
Збирання врожаю	частково	частково	управління клапанами гідросистеми	силовий електропривод робочих органів
Транспортні роботи	частково	частково	управління клапанами гідросистеми	силовий електропривод робочих органів
Роботи в закритих приміщеннях	частково	частково	управління клапанами гідросистеми	силовий електропривод робочих органів

**Рис. 1. Частка використання різних видів електродвигунів у всьому світі: 32% – двигуни постійного струму; 37,5% – двигуни змінного струму; 21,5% – серводвигуни; 9% – крокові двигуни**

У табл. 2 наведено різні типи електродвигунів та їхні особливості (функціонал, модифікації та сфери застосування) [3; 10].

Таблиця 2. Типи електродвигунів та їхні особливості

№ п/п	Типи електродвигунів	Робочий принцип	Застосування	Переваги	Недоліки
1	Двигун постійного струму	Перетворення електричної енергії на механічну	Широко використовується в промисловості та побутових приладах	Дешевий, простий у використанні	Неефективний, потребує постійного обслуговування та заміни щіток
2	Двигун змінного струму	Створення магнітного поля, що обертається	Використовується в різних промислових механізмах, включаючи насоси, вентилятори та компресори	Ефективний; більш надійний, ніж двигун постійного струму	Складний у використанні
3	Серводвигун	Використання зворотного зв'язку для точного позиціонування	Часто використовуються в промисловій автоматизації та робототехніці	Висока точність позиціонування та контролю, висока продуктивність	Дорогий, складний у використанні
4	Кроковий двигун	Робота за принципом крокових рухів	Широко використовується в принтерах, сканерах та інших пристроях, де потрібне точне позиціонування	Висока точність позиціонування, низька вартість	Низька продуктивність, шумний, неефективний

Керований електропривід може здійснюватися за допомогою різних двигунів (перетворювачів електричної енергії на механічну), зокрема електричних магнітів, лінійних та обертових перетворювачів [7; 9].

Колекторні електричні двигуни більш дешеві, але для стабілізації їх частоти обертання необхідно створювати спеціальну систему зі зворотним зв'язком через енкодер. Також у ньому зношуються щітки і пластини колектору. Безколекторні двигуни векторного типу з постійними магнітами керуються спеціальним контролером, який можливо налаштовувати на різні зовнішні характеристики відповідно до умов експлуатації. Крокові двигуни мають певні переваги в системах керування. Зокрема, кут повороту двигуна пропорційний кількості входних імпульсів, двигун працює з повним моментом у стані спокою (якщо обмотки підключені до живлення), безвідмовність – у зв'язку з відсутністю щіток, довговічність двигуна залежить тільки від довговічності вальниць. Залежність частоти обертання двигуна від дискретних імпульсів дає змогу керувати двигуном без зворотного зв'язку, завдяки чому кроковий двигун простіший і дешевший у керуванні. Можливість досягнення дуже низьких швидкостей обертання з навантаженням, закріпленням безпосередньо на осі двигуна. Широкий діапазон швидкостей обертання отримуваний завдяки тому, що швидкість пропорційна частоті входних імпульсів [7; 9].

Основними недоліками крокових двигунів є споживання електроенергії, яка не зменшується навіть без навантаження, невисока питома потужність та відносно складна схема управління.

У результаті узагальнення досягнень провідних виробників засобів автоматизації розроблено структурно-функціональну схему регульованого електроприводу висівної системи зернових сіялок (рис. 2).

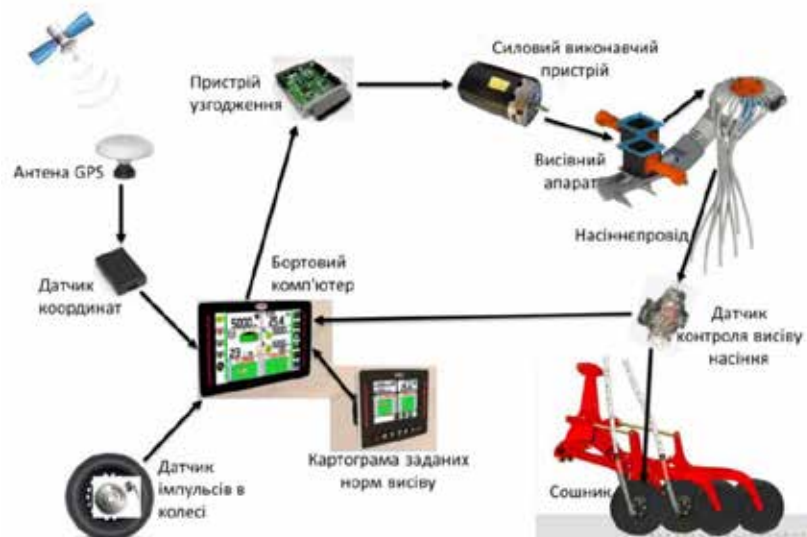


Рис. 2. Структурно-функціональна схема керування регульованого електроприводу посівного комплексу

Структурно-функціональна схема регульованого електроприводу висівної системи зернових сівалок включає:

- датчик координат з антеною GPS для отримання інформації про місце знаходження посівного агрегату в полі або датчик імпульсів на спеціальному «5-му» колесі;
- бортовий комп'ютер із відповідними інтерфейсами, об'єднаними в одному модулі, який являє собою мобільний обчислювальний пристрій – tablet PC з операційною системою;
- пристрій узгодження із силовим виконавчим пристроєм і висівним апаратом, який з'єднаний із насіннепроводом, до якого прикріплений датчик контролю висіву насіння.

Для початкової макетної перевірки ефективності регульованих електроприводів у машинно-тракторних агрегатах на макетних зразках було розроблено структурно-функціональну схему алгоритму керування, яку наведено на рис. 3.

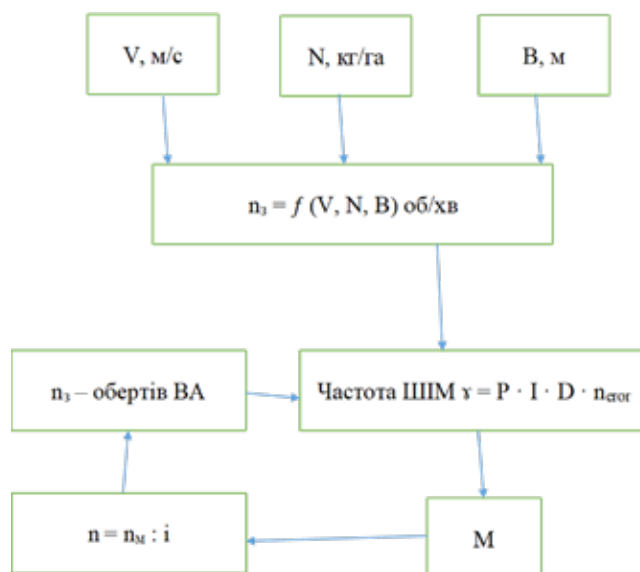


Рис. 3. Варіант структурно-функціональної схеми алгоритму керування регульованим електроприводом для посівного МТА:

V – поступальна швидкість руху агрегату, м/с; N – норма висіву кг/га; b – ширина захвату, м;
 γ – скважність ШІМ; n_3 – задана частота обертання валу котушки дозатора (ВА), об/хв⁻¹;
 n – фактична частота обертання валу котушки дозатора (ВА), об/хв⁻¹; n_m – частота обертання валу двигуна, об/хв⁻¹; i – передаточне відношення редуктора; M – електродвигун

Перевірку роботи схеми для реєстраційного вимірювального комплексу проведено в лабораторних умовах на макетному зразку з використанням сівалки КАРРА 6000 SP (рис. 4).

Попередні польові випробування [8] проводили на полях ДП ДГ «Оленівське» ІМА АПВ НААН. Матеріал для посіву – пшениця.



Рис. 4. Установка експериментального силового електроприводу на сівалці: 1 – блок живлення; 2 – електронний блок управління; 3 – електродвигун MY1016Z2; 4 – енкодер електродвигуна; 5 – вал висівного апарату

На рис. 5 показано експериментальні залежності величин дійсних норм висіву від швидкості руху посівного комплексу, з яких видно нестабільність роботи системи висіву на її граничних налаштуваннях за нормою висіву.

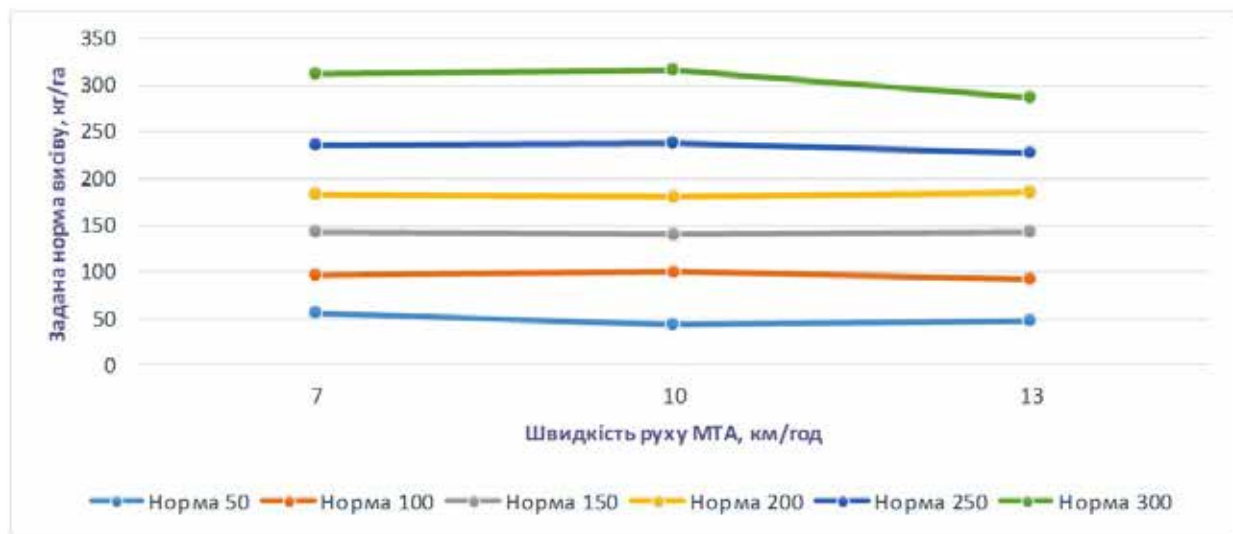


Рис. 5. Залежність норми висіву (кг/га) від поступальної швидкості МТА (км/год) за заданої норми висіву пшениці (кг/га): 50; 100; 150; 200; 250; 300

Зменшення норми висіву за максимально заданих значень та максимальної швидкості МТА відбувається з причини недостатньої потужності електричного приводу і відповідного зменшення його частоти обертання.

Нестабільність підтримання мінімальних норм висіву пов'язана із загальною нестабільністю роботи електромеханічної системи з широтно-імпульсним регулюванням та PID-регулятором.

Висновки

1. Механічні системи керування нормою висіву сіялок не можуть забезпечувати необхідні сучасні агротехнічні вимоги за зміни зовнішніх умов: обмежений захват краєм поля, зміна біохімічних властивостей ґрунту на різних ділянках одного поля, відхилення від прямолінійної траєкторії руху МТА.

2. Використання сучасної елементної бази регульованого електроприводу дає змогу корегувати норми висіву сіялок у процесі роботи.

3. Нестабільність роботи системи висіву на її граничних налаштуваннях за нормою висіву потребує додаткових досліджень з удосконалення елементної бази.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В., Мироненко В.Г., Третяк В.М., Мельник Р.В. Електрифікація як фактор створення мобільної сільськогосподарської техніки нового покоління. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 4. С. 13–16.
2. Баранов Г.Л., Міронова В.Л., Любченко С.Є. Концепція побудови функціонально стійкого аграрного виробництва сільськогосподарської продукції. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технології для сільського господарства України*. 2009. Вип. 13(27). С. 39–49.
3. Вольдек О.І. Електричні машини : підручник. 3-є вид., перероб. Львів : Енергія, 1998. 832 с.
4. Корчемний М.О., Юсупов Н.А., Філоненко А.Ф., Жоров С.В. Електропривод мобільного агрегату. *Електрифікація та автоматизація сільського господарства*. 2003. № 1. С. 41–44.
5. Мироненко В.Г., Тютюнник Н.В. Перспективи використання електрифікованих мобільних агрегатів у рослинництві. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2005. Вип. 89. С. 192–200.
6. Погорілий Л.В., Шустік Л.М., Погорілий В.Л. Технічні та технологічні аспекти розвитку комбінованих зернових сіялок. *Техніка АПК*. 2003. № 2. С. 4–6.
7. Сисолін П.В., Свірень М.О. Висівні апарати сіялок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів). Кіровоград, 2004. 160 с.
8. СОУ 74.3-37-129:2004. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини посівні. Методи випробувань. Київ, 2006. 130 с.
9. Панков А.А., Аулін В.В., Чорновіл М.І. Технічні засоби процесу висіву на основі елементів пневмоніки : монографія. Кіровоград : Лисенко В.Ф. 2016. 243 с.
10. Типи електродвигунів та їх використання. Коломия, 2023. URL: <https://tmmotor.ua/ua/news/typy-elektrodvigatel-j-i-ih-ispolzovanie?srsId=afm-boooq0fplh3vsrvsn0jthhnjrgrub4plfxqthbuhprqrvdbmhvideb> (дата звернення: 18.12.2024).

Volskyi V. A.

*Candidate of Technical Sciences,
Senior Researcher,
Institute of Mechanics and Automation of Agricultural Production
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Hlevakha, Ukraine*

E-mail: vladimir_volskiy@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-7639-4216**Kotsiubanskyi R. V.**

*Doctor of philosophy,
Institute of Mechanics and Automation of Agricultural Production
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Hlevakha, Ukraine*

E-mail: kocyubanskyi1983@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-4114-3951**Tretyak V. M.**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
State Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

E-mail: viktor_tretyak@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-7641-7262**Bonchik V. S.**

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Ecological and General Biological Disciplines,
Higher educational institution "Podillia State University"*

*Kamianets-Podilskyi, Ukraine***E-mail:** vitaliy-bonchik@ukr.net**ORCID:** 0000-0001-9155-2465

ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRIC DRIVE IN DOSING ELEMENTS OF SEEDERS

Abstract

The article proposes and tests new approaches to the creation of equipment that best meet modern requirements, facilitating the solution of basic problems of mechanization of field work. It is proven that the use of a controlled electric drive in conditions of intensive saturation of mobile agricultural units with information technology and automation tools opens up the possibility of creating new-generation equipment with a high level of adaptation to agrotechnical requirements in plant growing, which allows to significantly increase the profitability of agricultural production.

When sowing, the set sowing norms are often violated, seeds are unevenly distributed over the sowing area or row, and control of quantitative tolerances for deviations in distances between seeds is violated. In this regard, a mutual oppression effect occurs, in which plants do not receive a sufficient amount of nutrients due to the close location of root systems, which subsequently reduces the yield and quality of the resulting seeds.

Modern development of the element base of the electric power drive and its control systems allows to obtain the necessary accuracy of technological processes at a low cost. Rapid implementation of positioning and geolocation systems allows to implement them in agricultural technologies of plant growing with the necessary profitability. One of the main technological operations on which the profitability of production in plant growing depends is sowing. Therefore, the world's leading companies are engaged in improving seeding complexes in order to improve the quality of sowing and obtain better yields.

Based on the analysis of world experience, methods are proposed for determining design requirements for the implementation of an adjustable electric drive for seeding units for operational control of changes in seeding rates with maximum use of domestic components.

The seeding unit drives rotate the working elements by direct connection with the seeder wheel via mechanical transmissions. Mechanical boxes with a fixed set of gear transmissions or belt variators with a set range of transmission ratio adjustment are used to adjust the seeding rate.

Mechanical drives have a number of disadvantages: rigid connection with the seeding unit without compensation for towing of the seed drill wheels and jerks during movement, slippage of the variator belt. The greatest impact of these disadvantages is manifested when the MTA operator does not observe a stable speed mode when performing the technological operation of sowing.

The elimination of the negative impact of mechanical transmissions on the seeding unit is possible by eliminating direct communication with the seeder wheel and using elements with numerical control in the drives, which will coordinate the speed of

movement of the seeder with the rotation frequency of the seeding unit, taking into account the changing towing coefficient of the properties of all processes.

Thus, the research and development of technical means for the implementation of high-quality sowing of grain crop seeds is a relevant and practically significant task.

Key words: adjustable electric drive, machine and tractor unit, seeding apparatus, seeding complex.

References

1. Adamchuk V.V., Mironenko V.G., Tretyak V.M., & Melnik R.V. (2013) *Elektryfikatsiia, yak faktor stvorennia mobilnoi silskohospodarskoi tekhniki novoho pokolinnia* [Electrification as a factor in creating a new generation of mobile agricultural machinery. Scientific and theoretical journal «Bulletin of Agrarian Science»]. Kyiv: No. 4. 13–16 p. [in Ukrainian].
2. Baranov G.L., Mironova V.L., & Lyubchenko S.E. (2009). *Kontseptsiiia pobudovy funktsionalno stiikoho ahrarnoho vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii* [The concept of building a functionally sustainable agricultural production of agricultural products]. – UkrNIIPVD im. L. Pogorelogo. 13(27). P. 39–49. [in Ukrainian].
3. Vol'dek O.I. (1998). *Elektrychni mashyny* [Electric cars]. Lviv: Energia. [in Ukrainian].
4. Korchemny M.A., Yusupov N.A., Filonenko A.F., & Zhorov S.V. (2003). *Elektropryvod mobilnoho ahrehatu* [Electric drive of mobile unit]. No. 1. P. 41–44. [in Ukrainian].
5. Mironenko V.G., & Tyutyunnik N.V. (2005). *Perspektyvy vykorystannia elektryfikovanykh mobilnykh ahrehativ u rosllynnytstvi* [Prospects for the use of electrified mobile units in crop production]. 89. P. 192–200. [in Ukrainian].
6. Pogorely L.V., Shustik L.M., & Pogorely V.L. (2003). *Tekhnichni ta tekhnolohichni aspekty rozvytku kombinovanykh zernovykh sivalok* [Technical and technological aspects of the development of combined grain seed drills]. No. 2, P. 4–6. [in Ukrainian].
7. Sysolin P.V., & Sviren N.A. (2004). *Vysivni aparaty sivalok (evoliutsiia konstruktсии, rozrakhunky parametrov)* [Seeding units of seed drills (evolution of designs, calculations of parameters)]. Kirovograd, 160 p. [in Ukrainian].
8. Vyprobuvannia silskohospodarskoi tekhniki. Mashyny posivni. Metody vyprobuvan [Testing of agricultural machinery. Seeding machines. Test methods] (2006). *SOU 74.3-37-129:2004*. Kyiv. [in Ukrainian].
9. Pankov A.A., Aulin V.V., & Chernovol M.I. (2016). *Tekhnichni zasoby protsesu vysivu na osnovi elementiv pnevmoniky* [Technical means of the seeding process based on elements of pneumonics]. Kirovograd, 243 p. [in Ukrainian].
10. *Typy elektrodyhuviv ta yikh vykorystannia* [Types of electric motors and their uses] Kolomyia, 2023. URL: <https://tmmotor.ua/ua/news/typy-elektro-dvigatel-j-i-ihispolzovanie?srsId=afmbooq0fplh3vsrvsn0jthnjrgrub4plfx-qthbuhrpqrqvdmbmhvideb> (data zvernennia: 18.12.2024) [in Ukrainian].

УДК 69.05:658.575.2

Гарасимчук І. Д.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри електротехніки, електромеханіки і електротехнологій,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: igorgarasymchuk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4304-4447

Панцир Ю. І.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри електротехніки, електромеханіки і електротехнологій,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: panziyuriy@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2969-1936

Оленюк О. А.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: alexander olenyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1463-076X

Печенюк А. В.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри енергозберігаючих технологій
та енергетичного менеджменту,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: anvaspe@meta.ua
ORCID: 0000-0002-8348-5044

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В УКРАЇНІ

Анотація

У статті розглянуто актуальні виклики та перспективи підвищення енергоефективності будівель і споруд в Україні. Визначено основні проблеми, пов'язані з високими тепловтратами, застарілим житловим фондом, обмеженими фінансовими ресурсами та низьким рівнем обізнаності населення щодо енергоефективних технологій. Ураховано вплив воєнної агресії Російської Федерації, яка спричинила руйнування значної частини енергетичної та житлової інфраструктури, що зумовило необхідність оперативного впровадження заходів з енергозбереження та відновлення житлового фонду на засадах енергоефективності. Досліджено стратегічні ініціативи та нормативно-правову базу України у сфері енергоефективності, зокрема вимоги Європейського зеленого курсу та Директиви Європейського Союзу щодо майже нульового енергоспоживання. Окреслено ключові напрями модернізації будівель, зокрема застосування енергоефективних матеріалів, використання відновлюваних джерел енергії, автоматизацію систем опалення та вентиляції, а також інтеграцію розумних енергетичних систем. Розглянуто фінансові та регуляторні механізми, які сприяють підвищенню енергоефективності, зокрема державні програми підтримки, гранти, «зелені» кредити та міжнародну фінансову допомогу. Проаналізовано можливості державно-приватного партнерства для реалізації масштабних проєктів енергомодернізації. Наголошено на необхідності покращення освітніх ініціатив, упровадження інформаційних кампаній і залучення фахівців до реалізації енергоефективних заходів.

Зроблено висновок, що підвищення енергоефективності будівель є одним із ключових напрямів сталого розвитку України, що сприятиме зменшенню споживання енергоресурсів, зниженню викидів CO₂ та підвищенню енергетичної незалежності країни. Реалізація комплексних заходів у цій сфері потребує узгоджених дій держави, бізнесу, наукової спільноти та суспільства, а також ефективного використання сучасних технологій та інноваційних рішень.

Ключові слова: енергоефективність, будівлі та споруди, енергетичні втрати, термомодернізація, «розумні» технології в енергетиці, модернізація систем опалення та вентиляції, енергоменеджмент.

Вступ. Енергоефективність будівель і споруд є одним із базових чинників енергетичної безпеки, сталого розвитку й економічного зростання України. У контексті сучасних викликів, як-от воєнна агресія Російської Федерації, енергетична криза, зміна клімату та необхідність виконання міжнародних зобов'язань щодо скорочення викидів CO₂, питання підвищення енергоефективності набуває ще більшої ваги. На об'єкти нерухомості в Україні припадає приблизно 40% усієї спожитої енергії, значна частина якої втрачається через застарілі технології будівництва й експлуатації. Більшість житлових і громадських будівель характеризуються низьким рівнем теплоізоляції, неефективною системою опалення та вентиляції, що призводить до завищених витрат на енергоресурси. Через воєнні дії значна частина енергетичної інфраструктури України зазнала пошкоджень, що спричинило перебої з постачанням газу, електроенергії та тепла.

Україна, як учасник Європейського зеленого курсу (Green Deal), взяла на себе зобов'язання щодо зменшення обсягів викидів CO₂ та підвищення енергоефективності будівель. Відповідно до Директиви ЄС про енергоефективність, нові будівлі мають відповідати стандартам майже нульового енергоспоживання, а старі будівлі – проходити термомодернізацію.

Варто зазначити, що підвищення енергоефективності будівель сприяє зниженню витрат на комунальні послуги для громадян завдяки споживанню менших обсягів енергії. Зменшення споживання енергоресурсів у будівлях сприяє скороченню викидів парникових газів і покращенню екологічної ситуації в Україні загалом. Використання відновлюваних джерел енергії й екологічних будівельних матеріалів дозволить знизити негативний вплив на довкілля.

Отже, енергоефективність будівель – це не лише економія ресурсів, а й важливий крок до енергетичної незалежності, екологічної безпеки та євроінтеграції України. Успішне подолання викликів у цій сфері потребує комплексного підходу, що передбачає технологічні, фінансові, законодавчі й освітні заходи. Саме тому проблема дослідження перспектив підвищення енергоефективності будівель і споруд в Україні є досить актуальною.

Мета роботи. Вивчення наявних проблем у сфері енергоефективності будівель і споруд в Україні, визначення ключових чинників, що впливають на цей процес, а також на розгляд перспектив розвитку технологій, нормативно-правової бази та державної підтримки для досягнення значного покращення енергетичної ефективності об'єктів нерухомості.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні рівень впровадження сучасних технологій енергоефективності залишається низьким через застарілий житловий фонд, високі тепловтрати та надмірне енергоспоживання. Основними проблемами є брак фінансової підтримки, складність доступу до кредитних програм, низька обізнаність населення та слабка державна підтримка. Додатковим викликом стала війна, що спричинила руйнування енергетичної та житлової інфраструктури, змістивши акценти на швидке відновлення.

Значна частина традиційних будівельних матеріалів, які нині використовуються в Україні, не відповідає сучасним вимогам енергоефективності. Вони зазвичай мають неналежні теплоізоляційні властивості, що спричиняє значні тепловтрати та підвищене споживання енергії. Упровадження нових підходів до вибору матеріалів є ключовим чинником у зменшенні енерговитрат будівель. На українському ринку нині представлено широкий вибір сучасних матеріалів і технологій, які сприяють підвищенню енергоефективності споруд [5].

Пріоритетними напрямками будівництва в Україні на найближчу перспективу мають стати енерго- та ресурсозберезувальні технології: енергоефективний будинок, екобудинок, енергозберезувальні інженерні системи інтелектуального будинку, нові типи сонячної енергії та види фасадного скління, інноваційні рішення захисту конструкцій будинку від руйнівних дій довкілля.

Серйозним бар'єром для власників житла та бізнесу в Україні з позиції енергоефективності є необхідність забезпеченості значних початкових витрат на термомодернізацію будівель. Причинами цього є висока вартість матеріалів і робіт, обмежений доступ до доступного фінансування, а також тривалий термін окупності заходів енергоефективності. Державні програми підтримки існують, але їхня доступність і фінансування обмежені. У результаті багато будівель залишаються енерговитратними, що збільшує навантаження на енергосистему та витрати споживачів.

У 2023 р. Уряд України затвердив довгострокову Стратегію термомодернізації будівель, яка діятиме до 2050 р. [2]. Цей документ спрямований на підвищення енергоефективності та зменшення рівня викидів, що є важливими кроками на шляху до екологічної сталості. Стратегія передбачає активне оновлення громадських будівель, створення сприятливих умов для розвитку ринку енергоефективних рішень, а також впровадження надійних механізмів фінансування. Особлива увага приділяється цифровізації та використанню інноваційних технологій у сфері термомодернізації. Окрім того, документ містить заходи, спрямовані на подолання енергетичної бідності, із забезпеченням доступності ефективних енергетичних рішень для всіх верств населення. Реалізація цієї стратегії стане важливим пріоритетом як на загальнодержавному рівні, так і в межах місцевих громад, сприятиме комплексному покращенню енергетичної інфраструктури країни [4].

Для України досить актуальною залишається проблема вдосконалення законодавства та пошуку ефективних стимулів у сфері енергоефективності будівель. Чинні нормативи часто не відповідають сучасним стандартам, а механізми підтримки бізнесу, зокрема податкові пільги та кредити, є обмеженими. Відсутність дієвих стимулів значно гальмує інвестиції в технології енергозбереження та розвиток відповідного ринку. Запровадження чітких

правил, фінансових інструментів і державно-приватного партнерства сприятиме залученню бізнесу та підвищенню енергоефективності будівель.

Стратегія довгострокової термомодернізації будівель в Україні охоплює сім ключових напрямів:

- Пріоритетне впровадження заходів із підвищення енергоефективності на всіх рівнях управління – від державної політики до місцевих ініціатив.
- Комплексний та інтегрований підхід до модернізації будівель, що враховує різні аспекти енергозбереження.
- Скорочення рівня енергетичної бідності шляхом забезпечення доступу до енергоефективних рішень.
- Створення сприятливих умов на ринку для масштабного оновлення будівельного фонду.
- Прискорення процесів глибокої модернізації громадських будівель.
- Формування стабільних і цільових механізмів фінансування заходів із термомодернізації.
- Розвиток людського капіталу, упровадження цифрових технологій та інновацій у сфері енергоефективності [7].

До 2023 р. державне фінансування проєктів з підвищення енергоефективності будівель залишалося обмеженим і не перевищувало 2 млрд гривень. Водночас експерти Секретаріату Енергетичного співтовариства визначили, що до 2030 р. Україні необхідно приблизно 50 млрд євро для термомодернізації будівель. За розрахунками спеціалістів проєкту ЄС “STARTER”, загальний обсяг фінансових потреб у сфері енергоефективності житлових і громадських будівель оцінюється в діапазоні 160–210 млрд євро, залежно від масштабів модернізації. Вартість термомодернізаційних проєктів має тенденцію до зростання. Водночас обмежене державне фінансування та нестача приватних інвестицій не дозволяють упроваджувати комплексні заходи, що негативно впливає на рівень енергоефективності будівель. Ситуація значно ускладнилася після початку воєнної агресії. На початку 2022 р. середня вартість комплексної термомодернізації багатоквартирного будинку, яка включає утеплення конструкцій і модернізацію систем опалення, становила приблизно 8 млн гривень. До кінця року, з урахуванням інфляції, спричиненої війною, ця сума зросла до понад 12 млн гривень [2].

Варто згадати значний дефіцит кваліфікованих фахівців у сфері енергоефективності будівель і споруд в Україні. Серед основних причин можна виділити замалу кількість відповідних освітніх програм закладів освіти, проблеми якості підготовки здобувачів освіти, брак практичного досвіду у випускників і низьку обізнаність про перспективи професії. Це значно уповільнює впровадження сучасних енергоефективних технологій і знижує якість реалізації проєктів. Для вирішення проблеми необхідні розширення освітніх ініціатив, стимулювання професійної перепідготовки та залучення молодих спеціалістів у галузь [8].

До того ж в Україні значна частина населення не досить обізнана з перевагами енергозбереження будівель і споруд. Брак інформаційних кампаній, низька фінансова грамотність і недовіра до довгострокових інвестицій стримують упровадження енергоефективних рішень. Для зміни ситуації необхідні активне просвітництво, державні програми підтримки та демонстрація реальних вигод енергозбереження.

Серед основних напрямів підвищення енергоефективності будівель і споруд в Україні варто виділити:

- теплодернізацію – утеплення фасадів, дахів, підвалів, заміна вікон і дверей на енергоефективні;
- оптимізацію систем опалення та вентиляції – установлення індивідуальних теплових пунктів, модернізація котельень;
- підвищення енергоефективності освітлення;
- використання відновлюваних джерел енергії – установлення сонячних панелей, теплових насосів, вітрових електростанцій;
- автоматизацію та «розумні» технології – упровадження систем енергомоніторингу, розумного управління споживанням енергії;
- розвиток енергоефективного будівництва – проєктування нових будівель із дотриманням стандартів енергоефективності, використання сучасних матеріалів і технологій;
- фінансові та регуляторні стимули – підтримка державних і місцевих програм, грантів, «зелених» кредитів для впровадження енергоефективних заходів.

В Україні стартувала масштабна програма термомодернізації будівель. Верховна Рада ухвалила закон, що створює сприятливі умови для комплексного оновлення житлового та громадського фонду з метою підвищення його енергоефективності. Документ передбачає системний підхід до утеплення: часткове оновлення фасадів більше не буде можливим, модернізація має охоплювати всю будівлю, що сприятиме економії ресурсів і зменшенню витрат на комунальні послуги [10].

Закон містить низку важливих нововведень:

- упровадження систем енергоменеджменту для державних установ;
- розроблення загальнодержавної стратегії термомодернізації та створення національної бази даних про енергоефективність будівель;
- можливість покрокового фінансування через Фонд енергоефективності, що дозволить співвласникам багатоквартирних будинків реалізовувати проєкти поступово;
- залучення Фонду енергоефективності до відновлення пошкоджених і зруйнованих будівель;

– дозвіл на включення у грантове фінансування робіт, пов'язаних з енергоефективними заходами, які необхідні для повноцінної реалізації проекту [6].

Ці зміни покликані зробити модернізацію будівель доступнішою, ефективнішою та сприяти раціональному використанню енергоресурсів.

Одним із важливих кроків до енергоефективності, економії ресурсів і покращення комфорту в будівлях і спорудах є оптимізація систем опалення та вентиляції. Сучасні технології, як-от інтелектуальні системи управління теплом (розумні термостати, автоматизовані котельні), допомагають оптимізувати споживання енергії. Теплові насоси та гібридні системи ефективно комбінують традиційні й альтернативні джерела тепла, знижують залежність від викопного палива. Рекуперація тепла у вентиляційних системах дозволяє використовувати енергію відпрацьованого повітря, зменшувати навантаження на опалення. Автоматизовані вентиляційні системи з датчиками CO₂, температури та вологості підтримують комфортний мікроклімат і знижують енергоспоживання.

Раціональна організація освітлення на виробництві та в побуті може суттєво зменшити споживання електроенергії. Використання сучасних технологій і оптимізація світлових систем дозволяють знизити витрати без шкоди для комфортних умов праці. Серед основних заходів, які сприятимуть підвищенню ефективності систем освітлення, можна виділити такі:

1. Перехід на сучасні енергоощадні лампи.

На сучасному ринку представлено кілька основних типів ламп, кожен із яких має свої переваги та недоліки (таблиця 1).

Таблиця 1. Порівняльний аналіз ефективності основних типів ламп

№	Тип лампи	Споживана потужність (Вт)	Світловий потік (Лм)	Термін служби (год)
1	Лампа розжарювання	60	800	1 000
2	Люмінесцентна лампа	15	800	8 000
3	LED-лампа	10	800	25 000

Джерело: [3].

З таблиці видно, що LED-лампи є найбільш ефективним варіантом, якщо говорити про співвідношення споживаної потужності, світлового потоку та терміну служби.

2. Максимальне залучення природного освітлення. Організація робочих зон з урахуванням доступу денного світла та застосування систем автоматичного регулювання штучного освітлення залежно від його інтенсивності.

3. Автоматизацію керування освітленням. Використання датчиків руху та присутності для вмикання і вимикання світла у приміщеннях із непостійним перебуванням персоналу.

4. Ефективне розподілення світлових потоків. Установлення сучасних світильників із покращеною оптикою для оптимального освітлення робочих зон і зменшення втрат світлової енергії.

5. Використання електронних пускорегулювальних пристроїв. Таке обладнання забезпечує плавний запуск і стабільну роботу освітлювальних приладів, зменшує споживання електроенергії.

6. Оптимізацію допоміжного освітлення. Упровадження автоматичних вимикачів у приміщеннях, що використовуються періодично, для зниження непотрібного енергоспоживання.

7. Світлі кольори в інтер'єрі. Фарбування стін, стель і виробничого обладнання у світлі відтінки підвищує рівень відбиття світла, що дозволяє зменшити потребу в додатковому освітленні.

Одним із ключових напрямів підвищення енергоефективності будівель і споруд в Україні є використання відновлюваних джерел енергії (далі – ВДЕ). Інтеграція сонячних панелей дозволяє генерувати електроенергію для власних потреб, зменшує залежність від централізованих мереж. Теплові насоси ефективно використовують енергію ґрунту, води чи повітря для опалення та кондиціонування, скорочують витрати на традиційні енергоресурси. Системи рекуперації тепла й енергоакумулювальні технології (наприклад, акумулятори електроенергії) сприяють більш раціональному використанню виробленої енергії. Окрім того, вітроенергетика та біоенергетика можуть забезпечити автономне енергозабезпечення окремих об'єктів. Розвиток ВДЕ в поєднанні з енергоефективними технологіями сприятиме зниженню витрат на комунальні послуги, енергетичній незалежності та зменшенню впливу на довкілля [12].

Автоматизація та «розумні» технології в енергетиці забезпечують значний потенціал для зменшення енергоспоживання в будівлях, покращують їхню ефективність і комфорт для мешканців або працівників. Вони дозволяють зменшити витрати на енергію зі збереженням водночас високого рівня якості життя та безпеки:

– системи, що автоматично регулюють освітлення, опалення та вентиляцію, допомагають знижувати споживання енергії, адаптують ці параметри до реальних потреб. Наприклад, датчики руху та температури виявляють присутність людей і погодні умови, автоматично налаштовують систему, що дає можливість забезпечити оптимальний комфорт за мінімальних витрат енергії;

– системи автоматичного управління освітленням можуть вимикати світло в порожніх приміщеннях, а також знижувати його інтенсивність залежно від часу доби чи рівня природного освітлення. Автоматизовані

термостати регулюють температуру, реагують на зміни навколишнього середовища або кількість людей у приміщенні, що дозволяє значно зменшити витрати енергії без шкоди для комфорту;

– використання сучасних платформ для моніторингу енергоспоживання дає можливість постійно відстежувати використання енергії в реальному часі, аналізувати дані та пропонувати рекомендації щодо зниження витрат. Такі системи також можуть виявляти аномалії та проблеми, що дозволяє оперативно їх усувати.

Ці «розумні» технології допомагають будівлям ставати енергоефективнішими, знижувати споживання енергії, зменшувати витрати на комунальні послуги та підвищувати екологічну стійкість. Інтеграція таких рішень не тільки забезпечує економію ресурсів, а й покращує якість життя в умовах сучасного енергетичного середовища.

Штучний інтелект відіграє ключову роль у зміцненні надійності та безпеки енергетичних мереж. За допомогою використання аналізу даних у реальному часі він оперативно виявляє відхилення в роботі обладнання, запобігає аварійним ситуаціям. Це дозволяє забезпечити стабільне енергопостачання та мінімізувати ризики несправностей. Алгоритми машинного навчання ефективно розпізнають аномальні зміни та потенційні загрози, що дає змогу своєчасно реагувати на небезпечні ситуації, оптимізувати роботу систем і зберігати енергоресурси. Інтеграція штучного інтелекту в енергетику сприяє підвищенню ефективності управління мережами та зниженню ймовірності технічних збоїв [9].

Проектування енергоефективних будівель в Україні має бути спрямоване на максимальну економію енергії та ресурсів, збереження навколишнього середовища та забезпечення комфорту для мешканців і користувачів. Для цього застосовуються новітні технології, матеріали та стандарти, що дозволяють зменшити енергоспоживання на всіх етапах експлуатації будівель. Нові будівлі мають проектуватися відповідно до оновлених будівельних норм, що визначають високі вимоги до теплоізоляції, герметичності конструкцій і ефективності інженерних систем. Це передбачає застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів, використання енергоефективних вікон і дверей, а також інтеграцію інженерних рішень, що дозволяють зменшити витрати енергії на опалення й охолодження.

Важливим аспектом є застосування інноваційних теплоізоляційних матеріалів, як-от пінополістирол, мінеральна вата, пінополіуретан, що ефективно знижують тепловтрати. Окрім того, для зменшення енергоспоживання використовуються енергозберігаючі вікна, які забезпечують оптимальну теплоізоляцію та звукоізоляцію.

У нових проектах варто активно інтегрувати відновлювальні джерела енергії – сонячні панелі, теплові насоси та вітрові турбіни. Це дозволить будівлям стати більш енергоефективними й автономними, знижуватиме залежність від традиційних енергоресурсів і забезпечуватиме значну економію на комунальних послугах. Для зниження потреби в електричній енергії нові будівлі мають проектуватися з максимальною орієнтацією на природне освітлення. Великі вікна, світлопрозорі фасади та навіть скляні дахи дозволяють забезпечити досить світла у приміщеннях у денний час. Також має бути передбачене застосування систем рекуперації тепла для ефективної вентиляції, що дозволить значно зменшити потребу в опаленні [1].

Такі рішення дозволять досягти значної економії енергії, знизити експлуатаційні витрати на будівлі та підвищити їхню енергоефективність.

В Україні ще до повномасштабного воєнного вторгнення Російської Федерації у 2022 р. для стимулювання енергоефективності будівель і споруд було розроблено комплекс заходів, які були спрямовані на фінансову підтримку, законодавчі ініціативи й інформаційні кампанії. Це мало б надати можливість не лише покращити енергетичну ефективність наявних будівель, але й забезпечити більш стійкий розвиток у будівельній сфері.

Одним з основних інструментів стимулювання енергоефективності є Фонд енергоефективності, який фінансує модернізацію систем опалення, утеплення будівель і впровадження відновлювальних джерел енергії. Це включає як пільгові кредити, так і часткове фінансування витрат на впровадження енергоефективних заходів для об'єднання співвласників багатоквартирних будинків (далі – ОСББ), приватних домовласників і підприємств. Фонд енергоефективності надає гранти на реалізацію комплексних технічних рішень з урахуванням найкращих європейських практик із термомодернізації будівель. Діяльність Фонду фінансується коштом Держбюджету України, фінансової підтримки ЄС й уряду Німеччини [11].

Протягом останнього десятиріччя Україна активно розвиває нормативно-правову базу у сфері енергоефективності будівель. Це передбачає обов'язкові стандарти для новобудов і реконструкцій, що зобов'язують забудовників використовувати енергоефективні технології, як-от високоякісні теплоізоляційні матеріали, енергозберігальні вікна, сучасні системи опалення та вентиляції. Уряд України впроваджує податкові пільги для компаній та інвесторів, які реалізують енергоефективні проекти. Це стимулює приватний сектор до інвестування в модернізацію будівель, що, у свою чергу, сприяє економії енергоресурсів і зменшенню викидів в атмосферу.

Для підвищення обізнаності серед населення та професіоналів будівельного ринку у країні варто популяризувати освітні програми й інформаційні кампанії. Це охоплює тренінги для архітекторів, інженерів, забудовників і власників нерухомості щодо переваг і технологій енергоефективного будівництва. Такі заходи допомагають краще розуміти економічні вигоди й екологічні переваги від використання енергоефективних рішень. Ці інструменти допомагають не лише знизити енергоспоживання, але й підвищити загальний рівень екологічної свідомості в будівельній галузі, стимулюють сталий розвиток і зниження викидів парникових газів.

Висновки. Одним із ключових викликів для України нині є високий рівень енергетичних втрат у будівлях. Більшість наявних будівель не відповідають сучасним вимогам енергоефективності, що зумовлює високі витрати на опалення, охолодження й електроенергію. Модернізація старих будівель, а також проектування нових з урахуванням сучасних стандартів енергоефективності є важливими кроками до зниження енергоспоживання та покращення якості життя громадян.

Упровадження новітніх енергоефективних технологій і використання сучасних матеріалів, як-от теплоізоляційні панелі, енергозберігальні вікна та системи відновлювальних джерел енергії (сонячні панелі, теплові насоси), значно знижує енергоспоживання будівель. Урахування цих технологій у проектуванні та реконструкції дозволяє досягти значних енергетичних знижок та зменшити викиди CO₂.

Важливим аспектом є вдосконалення законодавчої та нормативної бази, що регулює енергоефективність будівель. Запровадження обов'язкових стандартів і контроль за їх дотриманням допомагають забезпечити сталий розвиток галузі та підвищити вимоги до енергоефективності нових і реконструйованих будівель. Державні ініціативи та програми фінансування також є важливими інструментами для заохочення власників будівель до впровадження енергоефективних рішень. Програми фінансування, як-от Фонд енергоефективності, а також податкові пільги для інвесторів і підприємств, які реалізують енергоефективні проекти, стимулюють приватний сектор до участі у процесі модернізації будівель. Беручи до уваги важливість інвестицій для досягнення високих стандартів енергоефективності, підтримка держави є ключовою для залучення додаткових коштів у сектор.

Загалом, підвищення енергоефективності будівель в Україні є важливим завданням, яке потребує комплексного підходу, зокрема й інвестицій, нормативних змін, упровадження інноваційних технологій і активної участі держави.

Список використаних джерел

1. Аббасова С. Будинки майбутнього: хто і як створює енергоефективне житло в Україні. *Економічна правда*. 2017. URL: <https://epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/>.
2. Деякі питання стратегічного розвитку енергетичної ефективності будівель в Україні : розпорядження Кабінету Міністрів України № 1228-р від 29 грудня 2023 р. *LIGA 360*. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KR231228?an=1>.
3. Дмитровський П. Як вибрати найекономішше освітлення для дому? *Diachuk Family Development*. URL: <https://www.dfd.house/yak-vybraty-nayekonomishe-osvitlenia-do-domu/>.
4. Ільченко Л. Кабмін затвердив стратегію термомодернізації будівель. *Економічна правда*. 2024. URL: <https://epravda.com.ua/news/2024/01/5/708458/>.
5. Колосовська О. Інноваційні рішення для енергоефективності будівель. *Народний оглядач*. 2023. URL: <https://www.ar25.org/article/innovaciyni-rishennya-dlya-energoefektyvnosti-budivel.html>.
6. Коцан К. В Україні запровадять комплексну тепло модернізацію будівель: що передбачається. *БЖ*. URL: <https://bzh.life/ua/plany/v-ukrayini-zaprovyadyat-kompleksnu-teplomodernizacziyu-budivel-shho-peredbachaetsya/>.
7. Олійник С. Комплексна термомодернізація житла: великі плани в період безгрошів'я. *Українська енергетика*. 2024. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/kompleksna-termomodernizatsiia-zhytla-velyki-plany-u-period-bezhroshiv>.
8. Олійник С. Як війна трансформувала ринок праці в енергетиці. *Українська енергетика*. 2023. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/yak-viina-transformovala-pratsi-v-enerhetytsi>.
9. Печенюк А., Печенюк В. Перспективи застосування штучного інтелекту для покращення енергозбереження в умовах України. *Інноваційна економіка*. 2024. № 2 (98). С. 46–52. URL: <http://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/1246>.
10. Про внесення змін до деяких законів України щодо створення умов для запровадження комплексної термомодернізації будівель : Закон України № 2392–ІХ. *Відомості Верховної Ради України*. 2023. № 17. Ст. 76. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2392-20#Text>.
11. Фонд енергоефективності. URL: <https://eefund.org.ua/pro-fond/>.
12. Pecheniuk A., Garasymchuk I., Potapyskyi P., Vusatyi M., Dubik V., Pukas V. Renewable energy of Ukraine in global conditions energy transformations. *Grassroots Journal of Natural Resources*. Vol. 5. № 4 (December 2022). URL: <https://grassrootsjournals.org/gjnr/0504m00315.html#status>.

Harasymchuk I. D.

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at the Department of Electrical Engineering, Electromechanics, and Electrical Technologies,
Higher Educational Institution "Podillia State University"

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: igorgarasymchuk@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4304-4447

Pantsir Y. I.

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at the Department of Electrical Engineering, Electromechanics, and Electrical Technologies,
Higher Educational Institution "Podillia State University"

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: panziriyuriy@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2969-1936

Olenyuk O. A.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Technical Service
and General Technical Subjects,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: alexander olenyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1463-076X*

Pecheniuk A. V.

*Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor at the Department of Energy-Saving Technologies
and Energy Management,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: anvaspe@meta.ua
ORCID: 0000-0002-8348-5044*

MODERN CHALLENGES AND PERSPECTIVES ON IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN UKRAINE

Abstract

The article examines the current challenges and prospects for improving the energy efficiency of buildings and structures in Ukraine. The main issues identified include high heat losses, an outdated housing stock, limited financial resources, and a low level of public awareness regarding energy-efficient technologies. The impact of the military aggression by the Russian Federation, which has caused significant destruction to the energy and housing infrastructure, has been taken into account. This situation necessitates the urgent implementation of energy-saving measures and the restoration of the housing stock based on energy efficiency principles. The study explores Ukraine's strategic initiatives and regulatory framework in the field of energy efficiency, particularly the requirements of the European Green Deal and the EU Directive on nearly zero-energy buildings (nZEB). The key directions for building modernization are outlined, including the use of energy-efficient materials, the adoption of renewable energy sources, the automation of heating and ventilation systems, and the integration of smart energy systems.

Financial and regulatory mechanisms that promote energy efficiency improvements are considered, including state support programs, grants, green loans, and international financial assistance. The potential of public-private partnerships for the implementation of large-scale energy modernization projects is analyzed. Emphasis is placed on the need to enhance educational initiatives, implement informational campaigns, and engage specialists in the execution of energy efficiency measures.

Key words: energy efficiency, buildings and structures, energy losses, thermal modernization, "smart" energy technologies, modernization of heating and ventilation systems, energy management.

References

1. Abbasova, S. (2017). Budynky maibutnoho: kto i yak stvoriue enerhoefektyvne zhytlo v Ukraini [Buildings of the Future: Who and How Is Creating Energy-Efficient Housing in Ukraine]. *Ekonomichna pravda – Economic Truth*. Retrieved from: <https://epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/> [in Ukrainian].
2. Deiaki pytannia stratehichnoho rozvytku enerhetychnoi efektyvnosti budivel v Ukraini (2023). Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy № 1228-r vid 29 hrudnia 2023 r. [Some Issues of Strategic Development of Energy Efficiency in Buildings in Ukraine (2023). Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 1228-p dated December 29, 2023]. LIGA 360. Retrieved from: <https://ips.ligazakon.net/document/KR231228?an=1> [in Ukrainian].
3. Dmytrovskyi, P. (2024) Yak vybraty naiekonomnishe osvittlennia do domu? [How to Choose the Most Economical Lighting for Your Home?]. *Diachuk Family Development*. Retrieved from: <https://www.dfd.house/yak-vybraty-nayekonomnishe-osvitlennia-do-domu/> [in Ukrainian].
4. Ilchenko, L. (2024). Kabmin zatverdyl stratehiu termomodernizatsii budivel [The Cabinet of Ministers has approved the strategy for thermal modernization of buildings]. *Ekonomichna pravda – Economic Truth*. Retrieved from: <https://epravda.com.ua/news/2024/01/5/708458/> [in Ukrainian].
5. Kolosovska, O. (2023). Innovatsiini rishennia dlia enerhoefektyvnosti budivel [Innovative Solutions for Building Energy Efficiency]. *Narodnyi ohliadach – People's Reviewer*. Retrieved from: <https://www.ar25.org/article/innovatsiyni-rishennya-dlya-energoefektyvnosti-budivel.html> [in Ukrainian].
6. Kotsan, K.V. (2022) Ukraini zaprovadiat kompleksnu teplomodernizatsiiu budivel: shcho peredbachaetsia [Comprehensive Thermal Modernization of Buildings to Be Introduced in Ukraine: What Is Planned]. BZh. Retrieved from: <https://bzh.life.ua/plany/v-ukrayini-zaprovadyat-kompleksnu-teplomodernizatsiiu-budivel-shcho-peredbachaetsia/> [in Ukrainian].
7. Oliinyk, S. (2024) Kompleksna termomodernizatsiia zhytla: velyki plany v period bezghroshivia [Comprehensive Thermal Modernization of Housing: Ambitious Plans During a Period of Financial Strain]. *Ukrainska enerhetyka – Ukrainian Energy*. Retrieved from: <https://ua-energy.org/uk/posts/kompleksna-termomodernizatsiia-zhytla-velyki-planu-u-period-bezhroshivia> [in Ukrainian].

8. Oliinyk, S. (2023) Yak viina transformovala rynek pratsi v enerhetytsi [How the War Has Transformed the Labor Market in the Energy Sector]. *Ukrainska enerhetyka – Ukrainian Energy*. Retrieved from: <https://ua-energy.org/uk/posts/yak-viina-transformovala-pratsi-v-enerhetytsi> [in Ukrainian].

9. Pecheniuk, A.V., & Pecheniuk, V.A. (2024) Perspektyvy zastosuvannya shtuchnoho intelektu dlia pokrashchennia enerhozberezhennia v umovakh Ukrainy [Prospects of Using Artificial Intelligence to Improve Energy Efficiency in Ukraine's Context]. *Innovatsiina ekonomika – Innovative Economy*, 2 (98). 46–52 [in Ukrainian].

10. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo stvorennia umov dlia zaprovadzhennia kompleksnoi termomodernizatsii budivel [On Amendments to Certain Laws of Ukraine Regarding the Creation of Conditions for the Implementation of Comprehensive Thermomodernization of Buildings] (2023). Zakon Ukrainy № 2392–IX – Law of Ukraine № 2392–IX. Vidomosti Verkhovnoi Rady – Bulletin of the Verkhovna Rada, 2023, № 17, st. 76. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2392-20#Text> [in Ukrainian].

11. Fond enerhoefektyvnosti [Energy Efficiency Fund] (2024). Retrieved from: <https://eefund.org.ua/pro-fond/> [in Ukrainian].

12. Pecheniuk, A., Garasymchuk, I., Potapskyi, P., Vusatyi, M., Dubik, V., & Pukas, V. (2022). Renewable energy of Ukraine in global conditions energy transformations. *Grassroots Journal of Natural Resources*, Vol. 5. № 4 (December 2022). Retrieved from: <https://grassrootsjournals.org/gjnr/0504m00315.html#status> [in English].

УДК 631.363.62

Грушецький С. М.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри агроінженерії і системотехніки
імені Михайла Самокиша,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: g.sergiy.1969@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152

Рудь А. В.

доктор філософії в галузі технічних наук,
завідувач кафедри агроінженерії і системотехніки
імені Михайла Самокиша,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: anatoliyrujd@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7206-7103

Пукас В. Л.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри тракторів, автомобілів та енергетичних засобів,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: pukasvital@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0083-7359

АНАЛІЗ УМОВ І ПРИНЦИПІВ РОЗПОДІЛУ КОМПОНЕНТІВ ОРГАНАМИ ВТОРИННОЇ СЕПАРАЦІЇ КОРЕНЕБУЛЬБОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Анотація

Коренебульбозбиральні машини є важливими технічними засобами для механізованого збирання коренеплодів, як-от картопля, буряк, морква й інші культури. Одним із ключових етапів роботи цих машин є ефективне розділення компонентів, що складаються з коренеплодів, ґрунту, залишків рослин, каміння й інших домішок. Вторинна сепарація в цих машинах виконує роль очищення від різних забруднювачів і забезпечення більш якісного збирання продукції. Процес розподілу компонентів в органах вторинної сепарації коренебульбозбиральних машин потребує детального аналізу, оскільки від нього залежить не лише якість збирання, але й ефективність роботи машини загалом.

Принципи, що лежать в основі вторинної сепарації, базуються на фізико-механічних властивостях компонентів, як-от їхня густина, форма, розміри, а також їхня здатність до руху під впливом сили тяжіння або механічних рухів. Одним з основних методів розподілу компонентів є використання спеціалізованих сепараційних органів, які можуть працювати за різними принципами: відцентрового розподілу, вибіркового просювання, вібраційного й інших.

У коренебульбозбиральних машинах первинне очищення відбувається на перших етапах роботи, коли великі частки ґрунту, каміння й інші забруднення відокремлюються за допомогою сит, решіт або вібраційних механізмів. Однак на другому етапі, під час вторинної сепарації, важливим є розподіл уже більш дрібних часток, як-от залишки ґрунту, які пройшли через решета, а також залишки рослинності. Основними органами, що забезпечують цей процес, є вібраційні системи, механічні сепаратори та відцентрові системи.

Вибір відповідних органів і умов для вторинної сепарації залежить від типу коренебульбозбиральної машини, а також від характеру та властивостей суміші, що піддається обробці. Відцентрові сепаратори, наприклад, використовуються для відділення компонентів із різною густиною. Це дозволяє ефективно відокремлювати коренеплоди від більш важких забруднень, як-от каміння. Вібраційні механізми забезпечують додаткову сепарацію завдяки коливанням, які дозволяють більш рівномірно розподіляти матеріал і покращують ефективність очищення.

У процесі вторинної сепарації важливо враховувати кілька умов, як-от швидкість руху матеріалу через сепараційні органи, інтенсивність вібрації, кут нахилу робочих поверхонь, а також механічні характеристики коренеплодів і забруднювачів. Наприклад, коренеплоди, як-от картопля, мають схильність до механічних пошкоджень під час контакту із сепараційними поверхнями, тому важливо підібрати оптимальні умови для зменшення механічного впливу.

Однією з важливих проблем вторинної сепарації є мінімізація втрат коренеплодів і підвищення чистоти зібраної продукції. Знизька ефективність сепарації може призвести до того, що у продукт потраплятимуть дрібні частки ґрунту або залишки рослин, що знижує якість і товарний вигляд продукції. Тому у процесі проектування та налаштування корене-

бульбозбиральних машин велике значення має точний вибір параметрів, як-от швидкість обертання барабанів, амплітуда вібрації або кут нахилу робочих поверхонь.

Іншою важливою умовою є забезпечення стабільності роботи сепараційних органів за різних умов експлуатації. Зміни в умовах роботи, як-от коливання вологості ґрунту чи зміна складу забруднювачів, можуть негативно вплинути на ефективність розподілу компонентів. Для вирішення цієї проблеми розробляються адаптивні системи управління, що дозволяють автоматично коригувати робочі параметри залежно від умов роботи.

Отже, аналіз умов і принципів розподілу компонентів в органах вторинної сепарації коренебульбозбиральних машин є важливою складовою частиною для підвищення ефективності збирання та забезпечення високої якості зібраної продукції. Урахування фізико-механічних властивостей компонентів, оптимізація умов роботи сепараційних органів і розроблення інноваційних технологій дозволяють значно покращити продуктивність і знизити витрати на обробку матеріалу, що має велике значення для аграрного виробництва.

Ключові слова: вторинна сепарація, коренебульбозбиральні машини, розподіл компонентів, сепараційні органи, вібраційні системи, відцентрові сепаратори, очищення, коренеплоди, забруднення, механічне очищення, ефективність збирання, фізико-механічні властивості, каміння, ґрунт, залишки рослин, технології сепарації, оптимізація умов, втрата матеріалу, якість продукції, аграрне виробництво.

Вступ. Коренебульбозбиральні машини є одними з основних механізмів у сучасному аграрному виробництві, що забезпечують ефективне збирання сільськогосподарських культур, як-от картопля, буряк, морква й інші коренеплоди. Процес збору не обмежується лише вилученням коренеплодів із ґрунту, має кілька етапів очистки та сепарації, що дозволяють досягти високої якості кінцевого продукту. Одним із важливих етапів є вторинна сепарація, яка має на меті подальше очищення від дрібних забруднень, як-от залишки ґрунту, каміння, рослинні залишки й інші домішки.

Вторинна сепарація здійснюється за допомогою спеціалізованих органів, які застосовують різні принципи розподілу компонентів суміші, зокрема завдяки різниці в механічних властивостях елементів: у їхній густині, розмірах, формі та здатності до руху. Під час цього етапу важливо досягти ефективного відокремлення коренеплодів від забруднень, за збереження водночас високої якості зібраної продукції та мінімізації її втрати.

Аналіз умов і принципів розподілу компонентів в органах вторинної сепарації є важливим для вдосконалення конструкцій коренебульбозбиральних машин і підвищення їхньої ефективності. Вибір методів і налаштувань сепараційних органів, як-от відцентрові сепаратори, вібраційні механізми, ситові системи тощо, визначає не лише якість очищення, але й продуктивність роботи машини, енергозатрати й економічну доцільність.

У зв'язку із цим важливим завданням є вдосконалення процесу розподілу компонентів з урахуванням різноманітних чинників, як-от характеристики ґрунту, вологості, типу забруднень, а також механічних властивостей коренеплодів і машинних компонентів. Тому аналіз і оптимізація умов вторинної сепарації стають необхідними умовами для підвищення ефективності коренебульбозбиральних машин і зниження витрат у сільському господарстві.

У цьому контексті важливим є дослідження фізико-механічних характеристик компонентів суміші, а також розроблення нових технологій і методів, які дозволяють значно покращити процес сепарації. Це забезпечить не лише високий рівень очищення, але й зниження рівня пошкоджень коренеплодів, що підвищить якість кінцевої продукції.

Проблемі вирощування та збирання картоплі присвячено чимало друкованих праць. Проблемами картопляної галузі цікавляться такі вчені, як С.М. Грушецький, Т.Д. Гуцол, В.М. Булгаков, С.В. Смолінський та інші [1–16].

Явище та моделювання процесу сепарації картопляного вороху досліджував у своїх працях Ю.П. Фірман [15].

Питання розроблення й обґрунтування параметрів ротаційного картоплекопача вивчав В.С. Бончик [7].

Дослідження В.М. Булгакова, С.В. Смолінського, І.В. Фльонц та інших присвячено науковому пошуку й обґрунтуванню конструкції та параметрів спірального сепаратора картопляного вороху, параметрів поздовжніх транспортерів-сепараторів коренезбиральних машин [10,;16].

Стратегічні питання з вирощування картоплі в Україні з використанням найсучасніших технологій і техніки, які б мали конкурентоспроможні якісні показники, дослідники у своїх працях, на жаль, оминають. Аналіз сучасного стану картоплярства в Україні є завжди актуальною проблемою.

Мета роботи. Мета роботи полягає у проведенні аналізу умов і принципів розподілу компонентів органами вторинної сепарації коренебульбозбиральних машин із метою оптимізації процесу очищення коренеплодів від забруднень. Завданням є вивчення ефективності різних методів і технологій вторинної сепарації, як-от вібраційні, відцентрові та ситові системи, а також визначення основних чинників, що впливають на якість розподілу компонентів. Окрім того, метою є дослідження взаємодії між механічними властивостями коренеплодів і забруднень, оптимізація умов роботи сепараційних органів і зменшення механічних пошкоджень продукції. Результати роботи мають сприяти вдосконаленню конструкцій коренебульбозбиральних машин, підвищенню їхньої продуктивності та якості очищення, а також зниженню витрат у сільськогосподарському виробництві.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вибору раціональних параметрів робочого органу [2] проведемо аналіз умов і принципів розподілу компонентів бульбоносного вороху на сепарувальних гірках під час

роботи в найбільш несприятливих умовах (підвищена або знижена вологість, велика кількість бадилля або рослинних домішок тощо).

Процес сепарації картопляного вороху, тобто процес відділення бульб від ґрунтових грудок і домішок на робочій гілці пальчатого полотна під час падіння бульб і грудок ґрунту на похилу поверхню гірки, відбувається завдяки різним чинникам. Виділимо серед них основні, що впливають на ефективність процесу сепарації:

1. Коефіцієнт тертя ґрунту та бадилля по гумовій пальчастій поверхні вищий, ніж у чистих бульб картоплі [4].

2. Міцність зв'язку компонентів вороху: міцність зв'язку бульб картоплі з бадиллям, бульби із ґрунтом [4].

3. Геометричні параметри компонентів, що потрапляють на поверхню гірки, а саме їхні розміри та форма

Усі перелічені вище чинники великою мірою пов'язані з вологістю ґрунту, бо у важких умовах роботи, а саме за високої або низької вологості, на сепарувальну гірку потрапляють бульби картоплі, що не відокремлені від домішок, міцно з ними пов'язані, мають неправильну форму та високий коефіцієнт тертя з пальчастим полотном.

Для подальших досліджень уведемо поняття «компонент», під яким будемо розуміти неподілений компонент бульбоносного вороху, а саме тіло неправильної форми, складовими частинами якого є бульба з налиплим на неї ґрунтом і бадиллям. Для найбільш об'єктивного вибору параметрів робочого органу вторинної сепарації найдоцільніше розглядати взаємодію бульбовідбивача саме з компонентом, як найбільш складним і несприятливим випадком.

Швидкість і якість поділу компонента на складові частини залежить від ступеня та кількості силових впливів на нього з боку робочих органів вторинної сепарації, отже, завдання бульбовідбивача – інтенсифікувати процес поділу шляхом силового впливу на компоненти. Водночас можливі такі випадки:

1. Компонент потрапляє на поверхню сепарувальної гірки, через свої фізико-механічні властивості та геометричні параметри не може зійти з полотна гірки і рухається до бульбовідбійника, у результаті силового впливу з боку останнього компонент поділяється на складники (бульба, ґрунт, бадилля); бульба сходить з полотна гірки, а домішки виносяться на поле (рис. 1-а).

2. Компонент потрапляє на поверхню сепарувальної гірки, через свої фізико-механічні властивості та геометричні параметри не може зійти з полотна гірки і рухається до бульбовідбійника, у результаті силового впливу з боку останнього компонент частково розділяється (від бульби відокремилася частина ґрунту або бадилля), набуває іншого положення на поверхні полотна, найбільш сприятливого для сходу, котиться, у результаті чого розділяється остаточно; бульба сходить з полотна гірки, а домішки виносяться на поле (рис. 1-б).

3. Компонент потрапляє на поверхню сепарувальної гірки, через свої фізико-механічні властивості та геометричні параметри не може зійти з полотна гірки і рухається до бульбовідбійника, у результаті силового впливу з боку останнього поділу не відбулося, компонент відкинутий бульбовідбивачем на пальчасте полотно і знову рухається до бульбовідбійника. Процес буде повторюватися доти, доки компонент не покине полотно (рис. 1-в).

Отже, у виборі параметрів сепарувальних робочих органів у першому випадку варто орієнтуватися на те, щоб ударна дія з боку бульбовідбивача не пошкодила бульби, у другому випадку силовий вплив має забезпечувати надання компоненту найбільш сприятливого положення для сходу на пальчасте полотно, не пошкоджуючи бульби, у третьому випадку повторна взаємодія компонента з бульбовідбивачем може призвести до пошкодження еластичного покриття пластин, бо компонентом може виявитися камінь або твердий клубок ґрунту, і необхідний запобіжний механізм з оптимальними параметрами для даного випадку, що дозволяє своєчасно видаляти такі компоненти з гірки.

З розглянутих випадків на практиці найбільш доцільно забезпечувати виконання 2 і 3 варіантів, що дозволить підвищити ефективність розділення компонентів картопляного вороху та знизити пошкодження бульб.

Процес сепарації на похилих поверхнях відбувається завдяки різним чинникам. Виділимо серед них основні, що впливають на ефективність процесу сепарації: тертя компонентів, міцність зв'язку складових частин вороху; геометричні параметри компонентів, що потрапляють на поверхню гірки, а саме їхні розміри та форми.

Усі перелічені вище параметри великою мірою пов'язані з вологістю елементів вороху, яка впливає на міцність зв'язку складових частин, що мають неправильну форму та високий коефіцієнт тертя із сепарувальною поверхнею.

Розглянемо процес взаємодії компонентів вороху різної форми з елементом інтенсифікатора сепарації, виконаним у вигляді вала з розташованими на ньому пружними пластинами.

Для поділу компонента на складники необхідно шляхом впливу сили з боку пластини перевернути його в бік, протилежний напрямку руху пальчатого полотна. Умова перекидання компонента:

$$M_{\text{уд}} < M_{\text{опр}}, \quad (1)$$

де $M_{\text{уд}}$ – момент, що утримує компонент у вихідному положенні, Нм;

$M_{\text{опр}}$ – момент, перекидаючий компонент щодо лінії АВ, Нм.

Для компонента у вигляді трикутної піраміди (рис. 2)

$$M_{\text{опр}} = G \sin \alpha_{\text{г}} \frac{h}{3} + P \frac{h}{3}; \quad (2)$$

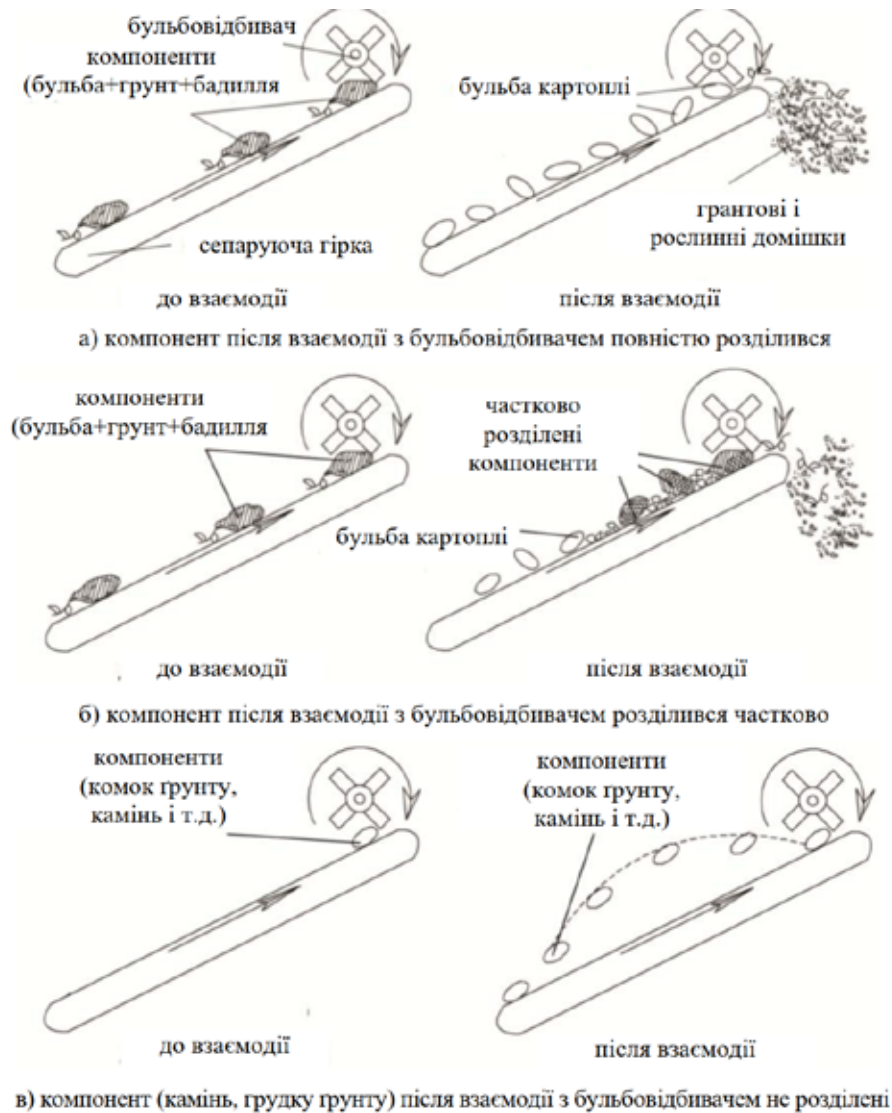


Рис. 1. Можливі випадки сепарації під час взаємодії компонента з бульбовідбивачем

$$M_{уд} = G \cos \alpha_r \frac{a}{2}, \quad (3)$$

де G – сила тяжіння, Н;

α_r – кут нахилу полотна, рад.;

a, h – геометричні розміри компонента, м;

P – сила, взаємодії компонента із пластиною бульбовідбивача, Н.

З урахуванням (1) маємо

$$G \cos \alpha_r \frac{a}{2} \leq G \sin \alpha_r \frac{h}{3} + P \frac{h}{3}; \quad (4)$$

$$G \cos \alpha_r 3a \leq G \sin \alpha_r 2h + 2Ph; \quad (5)$$

з виразу (5) отримаємо мінімальну силу, необхідну для надання компоненту найбільш сприятливого для сходу з полотна положення:

$$P_{min} > \frac{G \cos \alpha_r 3a - G \sin \alpha_r 2h}{2h}. \quad (6)$$

Силу тяжіння визначаємо за виразом:

$$G = m_k g, \quad (7)$$

де m_k – маса компонента, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

$$m_k = V_k \rho_k, \quad (8)$$

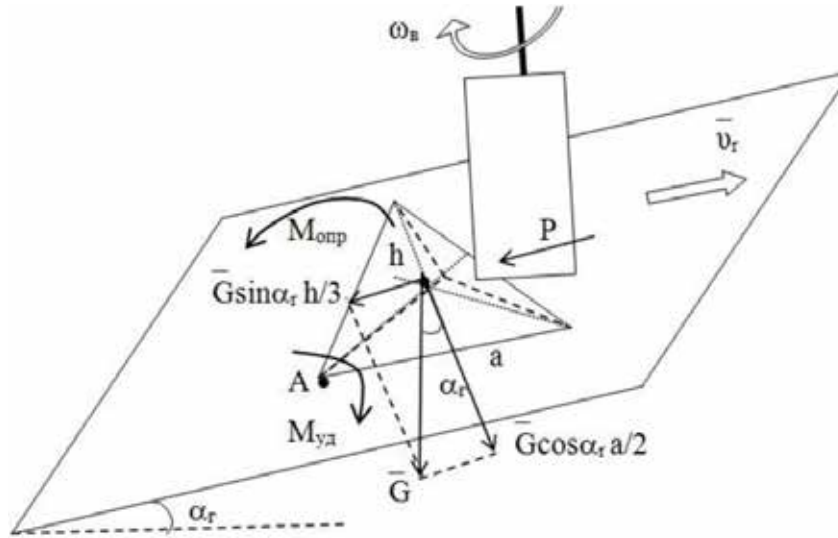


Рис. 2. Схема взаємодії компонента форми трикутної піраміди із пластиною бульбовідбивача

де ρ_k – щільність компонента, кг/м³;
 V_k – обсяг компонента, кг/м³.

$$V_k = \frac{h}{3} S_{\text{осн}} = \frac{ah^2}{6}. \quad (9)$$

З урахуванням (7)...(9) вираз (6) для сили, необхідної для перевороту компонента на полотні гірки, набуде вигляду:

$$P \geq \frac{ah\rho_k g}{12} (\cos \alpha_r 3a - \sin \alpha_r 2h). \quad (10)$$

Для компонента у вигляді півсфери (рис. 3):

$$M_{\text{опр}} = G \sin \alpha_r \frac{3R_2}{8} + P \frac{3R_2}{8}, \quad (11)$$

$$M_{\text{уд}} = G \cos \alpha_r \frac{R_1}{2}, \quad (12)$$

де G – сила тяжіння, Н;

α_r – кут нахилу полотна, рад.;

R_1 – радіус півсфери, м;

R – радіус основи, м;

P – сила взаємодії компонента із пластиною бульбовідбивача, Н.

З урахуванням (1) маємо:

$$G \cos \alpha_r \frac{R_1}{2} \leq G \sin \alpha_r \frac{3R_2}{8} + P \frac{3R_2}{8}; \quad (13)$$

$$G \cos \alpha_r 4R_1 \leq G \sin \alpha_r 3R_2 + 3PR_2; \quad (14)$$

з виразу (14) отримаємо мінімальну силу, необхідну для надання компоненту найбільш сприятливого для сходження з полотна положення:

$$P \geq \frac{G \cos \alpha_r 4R_1 - G \sin \alpha_r 3R_2}{3R_2}. \quad (15)$$

Силу тяжіння визначаємо за виразом:

$$G = m_k g, \quad (16)$$

де m_k – маса компонента, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

$$m_k = V_k \rho_k, \quad (17)$$

де ρ_k – щільність компонента, кг/м³;

V_k – обсяг компонента, кг/м³.

$$V_k = 2/3 \pi R^3. \quad (18)$$

З урахуванням (16)...(18) вираз (15) для сили, необхідної для перевороту компонента на полотні гірки, набуде вигляду:

$$P \geq \frac{2\pi R^2 \rho_k g}{9} (\cos \alpha_r 4R_1 - \sin \alpha_r 3R_2). \quad (19)$$

Для усіченої піраміди з основою у вигляді прямокутника (рис. 4).

$$M_{\text{опр}} = G \sin \alpha_r Y_c + P \cdot Y_c; \quad (20)$$

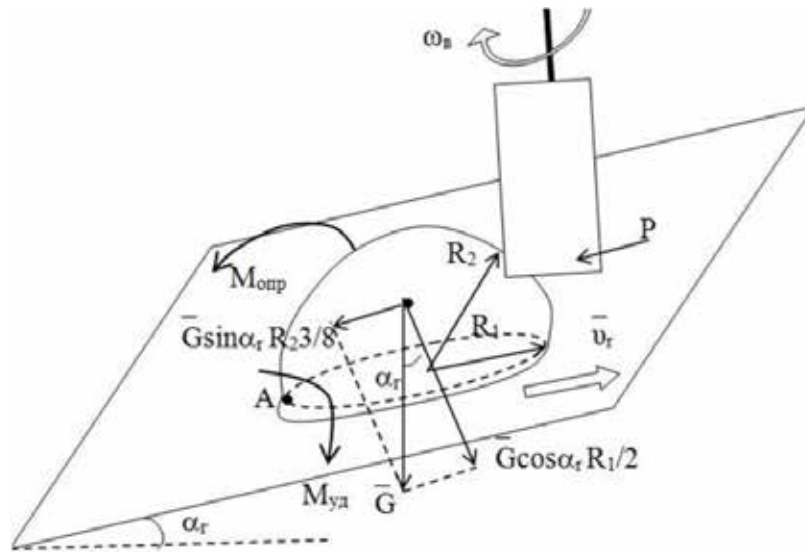


Рис. 3. Схема взаємодії компонента у формі півсфери із пластиною бульбовідбивача

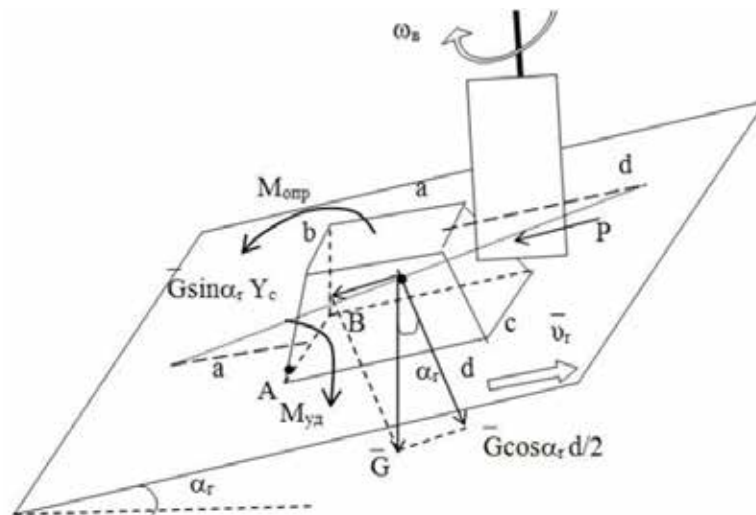


Рис. 4. Схема взаємодії компонента у формі усіченої піраміди із пластиною бульбовідбивача

$$M_{уд} = G \cos \alpha_r \frac{d}{2}, \quad (21)$$

де G – сила тяжіння, Н;

α_r – кут нахилу полотна, рад.;

a, b, c, d, h – геометричні розміри компонента, м;

P – сила взаємодії компонента із пластиною бульбовідбивача, Н.

З урахуванням (1) маємо (22):

$$G \cos \alpha_r \frac{d}{2} \leq G \sin \alpha_r Y_c + P \cdot Y_c. \quad (22)$$

З виразу (22) отримаємо мінімальну силу, необхідну для надання компоненту найбільш сприятливого для сходу з полотна положення:

$$P \geq \frac{G \cos \alpha_r \frac{d}{2} - G \sin \alpha_r Y_c}{Y_c}. \quad (23)$$

Силу тяжіння визначаємо за виразом:

$$G = m_k g, \quad (24)$$

де m_k – маса компонента, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

$$m_k = V_k \rho_k, \quad (25)$$

де ρ_k – щільність компонента, кг/м³;

V_k – обсяг компонента, м³.

З урахуванням (24), (25) вираз (23) для сили, необхідної для перевероту компонента на полотні гірки, набуде вигляду:

$$P \geq \frac{V_k \rho_k g}{Y_c} \left(\cos \alpha_r \frac{d}{2} - \sin \alpha_r Y_c \right). \quad (26)$$

Обсяг компонента:

$$V_k = \frac{h}{3} (S_B + S_H + \sqrt{S_B \cdot S_H}) = \frac{h}{3} (a \cdot b + c \cdot d + \sqrt{a \cdot b \cdot c \cdot d}); \quad (27)$$

$$Y_c = h - \frac{h}{3} \cdot \frac{2d+a}{a+d}; \quad (28)$$

з урахуванням (27) і (28) вираз (26) набуде вигляду:

$$P \geq \frac{(a+d)(a \cdot b + c \cdot d + \sqrt{a \cdot b \cdot c \cdot d}) \rho_k g}{2a+d} \left(\cos \alpha_r \frac{d}{2} - \sin \alpha_r Y_c \right). \quad (29)$$

Для компонента з формою у вигляді прямокутного паралелепіпеда розрахунки сили, необхідної для перевероту компонента на полотні гірки, проводилися за аналогічною методикою і представлені в наступному підрозділі.

За результатами аналізу залежності величини сили від кута нахилу полотна, складу та форми компонента, вивченням взаємодії компонентів у формі трикутної піраміди, півсфери, усіченої піраміди та прямокутного паралелепіпеда було виявлено, що величина, необхідна для перекидання сили за схожих габаритних розмірів компонента, істотно залежить від форми компонента, а також від кута нахилу сепарувального полотна, у разі збільшення якого сила зменшується. Форма прямокутного паралелепіпеда є найбільш несприятливою для сходу компонента з полотна гірки. У зв'язку із цим для подальших розрахунків будемо розглядати взаємодію робочого органу з компонентом, який має форму прямокутного паралелепіпеда, як найбільш несприятливий випадок.

Висновки

1. Ефективність вторинної сепарації. Вторинна сепарація є важливим етапом процесу збирання коренеплодів, оскільки забезпечує очищення продукції від дрібних забруднень, як-от залишки ґрунту, каміння, рослинні залишки й інші домішки. Вибір відповідних методів сепарації (вибіркове просіювання, вібраційні та відцентрові системи) є критичним для досягнення високої ефективності очищення та збереження якості коренеплодів.

2. Роль фізико-механічних властивостей компонентів. Основними чинниками, що впливають на процес вторинної сепарації, є механічні властивості коренеплодів (форма, розмір, твердість) і властивості забруднень (густина, форма, розміри). Аналіз взаємодії між цими характеристиками допомагає оптимізувати параметри роботи сепараційних органів і забезпечити мінімальні втрати продукції та максимальну чистоту.

3. Оптимізація умов роботи сепараційних органів. Успішна сепарація залежить від правильно налаштованих параметрів роботи таких систем, як вібраційні та відцентрові механізми, ситові системи й інші органи. Ключовими чинниками є швидкість руху матеріалу, інтенсивність вібрації, кут нахилу робочих поверхонь, а також коригування параметрів залежно від зміни складу забруднень і вологості ґрунту.

4. Зменшення пошкоджень коренеплодів. Одним із завдань вторинної сепарації є збереження цілісності коренеплодів. Оскільки коренеплоди можуть бути механічно пошкоджені під час контакту із сепараційними органами, важливо оптимізувати умови сепарації для мінімізації пошкоджень, що сприяє покращенню товарного вигляду продукції.

5. Інноваційні технології та розвиток конструкцій машин. Для підвищення ефективності вторинної сепарації необхідно впроваджувати новітні технології та вдосконалювати конструкції коренебульбозбиральних машин. Це передбачає розроблення адаптивних систем управління, які дозволяють автоматично коригувати робочі параметри залежно від змінних умов роботи.

6. Зниження витрат і підвищення економічної ефективності. Оптимізація процесу вторинної сепарації дозволяє знизити витрати на збирання, покращити якість продукції та підвищити загальну економічну ефективність сільськогосподарського виробництва.

Отже, аналіз умов і принципів розподілу компонентів органами вторинної сепарації є важливим для підвищення продуктивності, зниження витрат і забезпечення високої якості зібраних коренеплодів, що має велике значення для розвитку аграрної галузі.

Список використаних джерел

- Горбатюк С.М. Аналіз існуючих схем сепаруючих гірок. *Перші наукові кроки – 2023* : збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих науковців, 14 квітня 2023 р., м. Кам'янець-Подільський. Кам'янець-Подільський, 2023. С. 19.
- Грушецький С.М. Дослідження сепаратора піднімаючо-сходячої дії для коренебульбозбиральних машин. *Інженерія природокористування* : науковий журнал. 2021. № 2 (20). С. 49–56. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7262230>.
- Грушецький С.М. Обґрунтування технологічної схеми роторної коренебульбозбиральної машини та основних параметрів. *Інженерія природокористування* : науковий журнал. 2022. № 1 (23). С. 60–67. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6819345>.
- Грушецький С.М., Корчак М.М., Захаравеч Т.С. Аналіз сепарувально-транспортних механізмів для коренебульбозбиральних машин. *Інженерія природокористування* : науковий журнал. 2021. № 4 (22). С. 63–72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6967501>.

5. Грушецький С.М., Підлісний В.В. Аналіз конструкцій та результати досліджень сепараторів картопляного вороху. *Сучасний рух науки : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції журналу "WayScience"*, 4–5 квітня 2019 р. Дніпро, 2019. С. 274–282.
6. Модель технологічного процесу коренебульбозбиральних машин / С.М. Грушецький та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / за ред. В.В. Іванишина. Кам'янець-Подільський, 2019. № 31 С. 52–60. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2019-2-7>.
7. Моделювання та перспективні напрями конструктивно-технологічних схем грудкоруйнуючих робочих органів коренебульбозбиральних машин / В.В. Іванишин та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець-Подільський, 2022. № 1 (36). С. 28–35. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-14>.
8. Плоскі вертикальні криві, які забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки / В.М. Булгаков та ін. *Вібрації в техніці та технологіях : усеукраїнський науково-технічний журнал*. 2014. Вип. 1 (73). С. 5–12.
9. Aliev E., Bandura V., Pryshliak V., Yaropud V., Trukhanska O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54. № 1. P. 95–104.
10. Bulgakov V., Nikolaenko S., Adamchuk V., Z. and Olt J. Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. *Agronomy Research*. 2018. № 16 (1). P. 52–63. <https://doi.org/10.15159/AR.18.037>.
11. Hrushetskyi S., Chaika I. Review of the current state of mechanization of the potato harvesting process. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. № 3 (2). P. 47–66. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240302.04>.
12. Hrushetskiy S.M., Yaropud V.M., Duganets V.I., Duganets V.I., Pryshliak V.L. Kurylo, V.M. Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 59. № 3. P. 101–110. <https://doi.org/10.35633/inmateh-59-11>.
13. Hrushetskyi S., Rud A., Korchak M., Zamoyskyi S. Evaluation of designs of root and tuber harvesters and ways of their improvement. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. № 3 (3). P. 21–42. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.03>.
14. Hrushetskyi S., Yaropud V., Kupchuk I., Semenysheva R. The heap parts movement on the share-board surface of the potato. *Harvesting machine bulletin of the Transilvania university of Braşov series II: forestry wood Industry agricultural food engineering*. Transilvania, 2021. Vol. 14 (63) № 1. P. 127–140. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2021.14.63.1.12>.
15. Hutsol T., Firman J., Komarnitsky S. Modelling of the separation process of the potato stack. *Agricultural Engineering : czasopismo. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej*, 2017. Vol. 21. № 4. P. 27–35.
16. Pascuzzi S., Bulgakov V., Santoro F., Sotirios A., Anifantis Olt J., Nikolaenko S. Theoretical study on sieving of potato heap elements in spiral separator. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17 (1). P. 33–48. <https://doi.org/10.15159/AR.19.073>.

Hrushetskyi S. M.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Agricultural Engineering
and System Engineering Named After Mykhailo Samokysh,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: g.sergiy.1969@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0487-6152*

Rud A. V.

*Doctor of Philosophy in the Field of Technical Sciences,
Head of the Department of Agricultural Engineering and System Engineering
Named After Mykhailo Samokysh,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: anatoliyrudj@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7206-7103*

Pukas V. L.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Tractors, Automobiles and Energy Vehicles,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: pukasvital@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0083-7359*

ANALYSIS OF THE CONDITIONS AND PRINCIPLES OF COMPONENT DISTRIBUTION BY THE SECONDARY SEPARATION ORGANS OF ROOT AND BULB HARVESTING MACHINES

Abstract

Root and tuber harvesting machines are important technical means for mechanized harvesting of root crops, such as potatoes, beets, carrots and other crops. One of the key stages of the operation of these machines is the effective separation of components consisting of root crops, soil, plant residues, stones and other impurities. Secondary separation in these machines plays the role of cleaning from various contaminants and ensuring better quality harvesting of products. The process of distributing components in the secondary separation organs of root and tuber harvesting machines requires detailed analysis, since not only the quality of harvesting depends on it, but also the efficiency of the machine as a whole. The principles underlying secondary separation are based on the physical and mechanical properties of the components, such as their density, shape, size, as well as their ability to move under the influence of gravity or mechanical movements. One of the main methods of component distribution is the use of specialized separation devices, which can operate according to different principles: centrifugal distribution, selective screening, vibration, and others.

In root and tuber harvesting machines, primary cleaning occurs at the first stages of operation, when large particles of soil, stones, and other contaminants are separated using sieves, screens, or vibration mechanisms. However, at the second stage, during secondary separation, it is important to separate smaller particles, such as soil residues that have passed through the sieve, as well as vegetation residues. The main devices that provide this process are vibration systems, mechanical separators, and centrifugal systems.

The choice of appropriate devices and conditions for secondary separation depends on the type of root and tuber harvesting machine, as well as the nature and properties of the mixture being processed. Centrifugal separators, for example, are used to separate components with different densities. This allows for effective separation of root crops from heavier contaminants such as stones. Vibration mechanisms provide additional separation due to oscillations, which allow for a more uniform distribution of the material and improve cleaning efficiency.

In the process of secondary separation, it is important to take into account several conditions, such as the speed of movement of the material through the separation elements, the intensity of vibration, the angle of inclination of the working surfaces, as well as the mechanical characteristics of the root crops and contaminants. For example, root crops such as potatoes are prone to mechanical damage during contact with the separation surfaces, so it is important to choose optimal conditions to reduce mechanical impact.

One of the important problems of secondary separation is to minimize root crop losses and increase the purity of the harvested product. Insufficient separation efficiency can lead to the fact that small particles of soil or plant residues get into the product, which reduces the quality and presentation of the product. Therefore, in the process of designing and adjusting root and tuber harvesting machines, the precise selection of parameters such as the speed of rotation of the drums, the amplitude of vibration or the angle of inclination of the working surfaces is of great importance.

Another important condition is to ensure the stability of the separation elements under different operating conditions. Changes in operating conditions, such as fluctuations in soil moisture or changes in the composition of pollutants, can negatively affect the efficiency of component distribution. To solve this problem, adaptive control systems are being developed that allow automatic adjustment of operating parameters depending on operating conditions.

Thus, the analysis of the conditions and principles of component distribution in the secondary separation elements of root and tuber harvesting machines is an important component for increasing the efficiency of harvesting and ensuring high quality of the harvested products. Taking into account the physical and mechanical properties of the components, optimizing the operating conditions of the separation elements and developing innovative technologies can significantly improve productivity and reduce the costs of material processing, which is of great importance for agricultural production.

Key words: secondary separation, root and tuber harvesting machines, component distribution, separation organs, vibration systems, centrifugal separators, cleaning, root crops, pollution, mechanical cleaning, harvesting efficiency, physical and mechanical properties, stones, soil, plant residues, separation technologies, optimization of conditions, material loss, product quality, agricultural production.

References

1. Horbatiuk, S.M. (2023). Analiz isnuichykh skhem separuiuchykh hirok [Analysis of existing schemes of separating slides]. *Pershi naukovyi kroky – 2023: zbirnyk naukovykh prats Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molydykh naukovtsiv*, 19 [in Ukrainian].
2. Hrushetskyi, S.M. (2021). Doslidzhennia separatora pidnimaiucho-skhodiachoi dii dlia korenebulbozbyralnykh mashyn [Study of a lifting separator for potato machines]. *Naukovyi zhurnal "Inzheneriia pryrodokorystuvannia"*, 2 (20), 49–56. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7262230> [in Ukrainian].
3. Hrushetskyi, S. (2022). Obgruntuvannia tekhnolohichnoi skhemy rotornoi korenebulbozbyralnoi mashyny ta osnovnykh parametriv [Substantiation of the technological scheme of a rotary root harvest machine and main parameters]. *Naukovyi zhurnal "Inzheneriia pryrodokorystuvannia"*, 1(23), 60–67. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6819345> [in Ukrainian].
4. Hrushetskyi, S., Korchak, M., & Zakharavech, T. (2021). Analiz separuvalno-transportuvalnykh mekhanizmv dlia korenebulbozbyralnykh mashyn [Analysis of separation and transportation mechanisms for root potato harvesters]. *Naukovyi zhurnal "Inzheneriia pryrodokorystuvannia"*, 4 (22), 63–72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6967501> [in Ukrainian].
5. Hrushetskyi, S.M., & Pidlisnyy, V.V. (2019). Analiz konstruktsiy ta rezul'taty doslidzhen' separatoriv kartoply-anoho vorokhu [Analysis of designs and research results of potato pile separators]. *Suchasnyy rukh nauky: tezy dop. VI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi zhurnalu "WayScience"*. 4–5 kvitnya 2019. Dnipro, 274–282 [in Ukrainian].
6. Hrushetskyi, S.M., Rud, A.V., Semenishyna, I.V., & Medvedyev, YE.P. (2019). The technological process pattern of potato root harvester [The technological process pattern of potato root harvester]. *Zhurnal "Podil's'ky visnyk: sil's'ke hospodarstvo, tekhnika, ekonomika"*, 31, 52–60. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2019-2-7> [in Ukrainian].

7. Ivanyshyn, V., Hrushetskyi, S., Rud, A., & Korchak, M. (2022). Modeliuvannia ta perspektyvni napriamky konstruktivno-tehnologichnykh skhem hrukoriuvaiuchykh robochykh orhaniv korenebulbozbyralnykh mashyn [Modeling and promising directions of structural and technological schemes of clod-breaking working bodies of root and tuber harvesting machines]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. ZVO "PDU". Kamianets-Podilskyi, 1 (36), 28–35. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-14> [in Ukrainian].
8. Bulhakov, V.M., Pylypaka, S.F., Zakharova, T.N., Kaletnik, H.M., & Yaropud, V.M. (2014). Ploski vertykal'ni kryvi, yaki zabezpechuyut' postynni tysk i shvydkist' rukhu material'noyi tochky [Flat vertical curves that provide constant pressure and velocity of material point]. *Vseukrayins'kyi naukovo-tekhnichnyy zhurnal "Vibratsiyyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh"*. VNAU, 1 (73), 5–12 [in Ukrainian].
9. Aliev, E., Bandura V., Pryshliak V., Yaropud V., & Trukhanska O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural [Modeling of mechanical and technological processes of agricultural]. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 54, 1, 95–104 [in English].
10. Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., & Olt J. (2018). Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. *Agronomy Research*, 16 (1), 52–63. <https://doi.org/10.15159/AR.18.037> [in English].
11. Hrushetskyi, S., & Chaika, I. (2024). Review of the current state of mechanization of the potato harvesting process. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3 (2), 47–66. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240302.04> [in English].
12. Hrushetskyi, S.M., Yaropud, V.M., Duganets, V.I., Duganets, V.I., Pryshliak, V.L., & Kurylo, V.M. (2019). Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 59, 3, 101–110. <https://doi.org/10.35633/inmateh-59-11> [in English].
13. Hrushetskyi, S., Rud, A., Korchak, M., & Zamoyskyi, S. (2024). Evaluation of designs of root and tuber harvesters and ways of their improvement. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3 (3), 21–42. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.03> [in English].
14. Hrushetskyi, S., Yaropud V., Kupchuk I., & Semenyshena R. (2021). The heap parts movement on the share-board surface of the potato. *Harvesting machine bulletin of the Transilvania university of Braşov series II: forestry wood Industry agricultural food engineering*. Transilvania, 14 (63), 1, 127–140. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2021.14.63.1.12> [in English].
15. Hutsol, T., Firman, J., & Komarnitsky, S. (2017). Modelling of the separation process of the potato stack. *Agricultural Engineering : czasopismo. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej*, 21, 4, 27–35 [in English].
16. Pascuzzi, S., Bulgakov, V., Santoro, F., Sotirios, A., Anifantis, Olt J., & Nikolaenko, S. (2019). Theoretical study on sieving of potato heap elements in spiral separator. *Agronomy Research*, 17 (1), 33–48. <https://doi.org/10.15159/AR.19.073> [in English].

УДК 631.3:004.94

Дуганець В. І.

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: duganec.vasil@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2946-2850

Федірко П. П.

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: pavlo.fedirko@pdatu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3724-8937

Оленюк О. А.

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: alexander olenyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1463-076X

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ У РОБОЧИХ ОРГАНАХ ПІД ЧАС ПОЛЬОВИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Анотація

У статті висвітлено результати дослідження напружено-деформованого стану робочих органів сільськогосподарських машин за допомогою методів комп'ютерного моделювання в умовах польової експлуатації. Зокрема, проведено аналіз впливу механічних навантажень, що виникають у процесі роботи з різними типами ґрунтів, зокрема й суглинками, піщаними та чорноземними ґрунтами. Ураховано динамічні, статичні й ударні впливи, а також зовнішні чинники, як-от вологість, щільність ґрунту та наявність рослинних залишків, які значно впливають на роботу сільськогосподарської техніки.

Дослідження ґрунтується на використанні сучасних методів комп'ютерного моделювання, зокрема методу кінцевих елементів (FEM), що дозволяє створювати високоточні тривимірні моделі та проводити числові експерименти. Виконано моделювання для типових конструкцій робочих органів, як-от плуги, культиватори, дискові борони та сошники. На основі отриманих результатів встановлено критичні зони конструкцій, де виникають максимальні напруження та деформації, що може призводити до їх руйнування або зниження ефективності роботи.

Окрему увагу приділено вибору матеріалів для виготовлення робочих органів. Проаналізовано вплив механічних властивостей матеріалів, як-от межа міцності, ударна в'язкість і зносостійкість, на експлуатаційні характеристики конструкцій. Запропоновано рекомендації щодо використання високоміцних сталей, композитних матеріалів і спеціальних покриттів для підвищення довговічності робочих органів.

У статті представлено результати числових експериментів, які демонструють доцільність оптимізації геометрії та маси робочих органів з метою зменшення енерговитрат і підвищення їхньої продуктивності. Також розроблено алгоритм оцінювання впливу змінних експлуатаційних умов на довговічність конструкцій.

Отримані результати мають велике практичне значення для вдосконалення технологічних процесів у проєктуванні й експлуатації сільськогосподарської техніки. Вони дозволяють зменшити витрати на ремонт і обслуговування машин, підвищити ефективність агротехнічних операцій і забезпечити стабільність роботи обладнання в різних кліматичних і ґрунтових умовах. Представлений підхід може бути використаний як основа для створення нових поколінь сільськогосподарських машин із покращеними характеристиками надійності, ефективності й енергоефективності.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, напружено-деформований стан, робочі органи, метод кінцевих елементів, сільськогосподарські машини, польові умови, оптимізація конструкції, зносостійкість, тривимірне моделювання, динамічні навантаження.

Вступ. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки спрямовані на підвищення її надійності, довговічності й енергоефективності. Одним із важливих аспектів цього процесу є оптимізація конструкції робочих органів сільськогосподарських машин, які зазнають значних механічних навантажень під час польових умов

експлуатації. Розроблення нових робочих органів потребує не лише теоретичних досліджень, але й використання сучасних комп'ютерних технологій, що дозволяють моделювати складні фізичні процеси.

Комп'ютерне моделювання стало ключовим інструментом для аналізу напружено-деформованого стану робочих органів. Метод кінцевих елементів (далі – МКЕ) використовується для дослідження розподілу напружень і прогнозування деформацій під впливом статичних і динамічних навантажень [11]. Це дозволяє оцінити слабкі місця конструкції та внести необхідні зміни на етапі проектування, що знижує витрати на розроблення й експлуатацію.

Серед основних завдань комп'ютерного моделювання є визначення впливу зовнішніх чинників, як-от вологість ґрунту, його щільність і наявність твердих включень, на роботу техніки. Згідно з результатами досліджень [7], використання адаптивних моделей матеріалів дозволяє точно відтворювати реальні умови експлуатації та прогнозувати довговічність конструкцій.

Особливий інтерес становить інтеграція результатів моделювання з експериментальними дослідженнями. Це підходить для валідації моделей і перевірки їхньої відповідності реальним умовам [2]. Сучасні дослідження також вказують на ефективність використання оптимізаційних алгоритмів для автоматизації вибору конструктивних параметрів робочих органів [5].

Окрім того, упровадження інноваційних матеріалів, як-от композити, дозволяє зменшити масу робочих органів, підвищує їхню зносостійкість і енергоефективність. Дослідження в цій галузі демонструють важливість комбінування традиційних матеріалів із новітніми розробками для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик [1].

Іншим важливим напрямом є дослідження впливу геометричних параметрів робочих органів на ефективність їхньої роботи. Це дозволяє розробляти конструкції, які мінімізують енерговитрати під час роботи із ґрунтом і водночас забезпечують високий рівень продуктивності [9].

Мета роботи. Метою даного дослідження є розроблення та впровадження методики комп'ютерного моделювання напружень і деформацій у робочих органах сільськогосподарських машин під час їх експлуатації в польових умовах. Це дозволяє визначити оптимальні конструктивні параметри для підвищення довговічності, надійності й ефективності роботи таких машин. Проведений аналіз дозволить оцінити ефективність запропонованих підходів і розробити рекомендації для їх подальшого впровадження. У рамках дослідження особлива увага приділяється врахуванню впливу реальних експлуатаційних навантажень, властивостей ґрунту, а також розробленню рекомендацій для конструкторів і виробників техніки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сільськогосподарська техніка, зокрема її робочі органи, під час експлуатації в польових умовах зазнає значних механічних навантажень. Це створює необхідність детального аналізу напружено-деформованого стану конструкцій для забезпечення їхньої надійності та довговічності. У сучасних умовах комп'ютерне моделювання стало ключовим інструментом, що дозволяє ефективно вирішувати ці завдання.

Метод кінцевих елементів (МКЕ) є основою числового аналізу конструкцій, оскільки дозволяє моделювати складні фізичні процеси з високою точністю. В умовах польової експлуатації робочі органи піддаються впливу різноманітних чинників, як-от вологість ґрунту, його щільність, динамічні й ударні навантаження, а також наявність твердих включень. Усі ці аспекти враховано в дослідженні для розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності та довговічності конструкцій.

Методика дослідження

1. Комп'ютерне моделювання

Для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій використано МКЕ, що реалізований у програмному забезпеченні: ANSYS, Abaqus, COMSOL Multiphysics та SolidWorks Simulation [4; 3].

ANSYS – універсальне програмне забезпечення для аналізу НДС, теплопередачі, електромагнітних процесів.

Abaqus – відоме своєю точністю для нелінійних задач.

COMSOL Multiphysics – дозволяє моделювати багатофізичні процеси.

SolidWorks Simulation – інтегроване рішення для МКЕ у CAD-системі.

Метод кінцевих елементів (Finite Element Method, FEM) – це чисельний метод розв'язання задач механіки, фізики, термодинаміки, гідродинаміки й інших дисциплін, які описуються диференціальними рівняннями. МКЕ широко застосовується в інженерії для аналізу напружень, деформацій, теплопередачі, динаміки рідин і багатьох інших фізичних явищ.

Принцип роботи МКЕ

Метод ґрунтується на розбитті складної геометрії об'єкта на дрібніші, простіші елементи, які називаються кінцевими елементами (далі – КЕ). Розрахунок фізичних величин виконується для кожного елемента, після чого результати об'єднуються для отримання повної картини.

Основні етапи роботи МКЕ:

1. Дискретизація

Об'єкт розбивається на невелику кількість кінцевих елементів (трикутники, квадрати, тетраедри, тощо).

Кожен елемент має вузли, де обчислюються значення невідомих (наприклад, напруження чи деформації).

2. Визначення матеріальних властивостей

Для кожного елемента задаються властивості матеріалів, як-от модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, теплопровідність тощо.

3. Формулювання рівнянь рівноваги

Створюються системи алгебраїчних рівнянь, які описують зв'язки між вузлами й елементами з урахуванням граничних умов і зовнішнього навантаження.

4. Розв'язання рівнянь

За допомогою чисельних методів обчислюються шукані параметри, як-от напруження, деформації або температури.

5. Інтерпретація результатів

Отримані результати візуалізуються у вигляді графіків, контурних діаграм або анімацій, що дозволяє оцінити поведінку конструкції чи системи.

Основні переваги МКЕ

Гнучкість у застосуванні

МКЕ можна застосувати до об'єктів будь-якої складної форми, різноманітних матеріалів і фізичних процесів.

Точність

Метод дозволяє отримувати високоточні результати за умови правильної дискретизації та врахування граничних умов.

Можливість аналізу складних систем

Дозволяє моделювати взаємодію різних елементів системи, зокрема й контактів, динамічних явищ і нелінійних ефектів.

Області застосування МКЕ

Механіка твердого тіла

Аналіз напружено-деформованого стану конструкцій.

Розрахунок міцності та стійкості.

Теплопередача

Розрахунок теплових потоків і температурних полів.

Гідродинаміка

Аналіз потоків рідин і газів.

Динамічний аналіз

Моделювання коливань, ударів, вібрацій.

Проектування й оптимізація

Оптимізація геометрії та вибір матеріалів для підвищення ефективності та довговічності конструкцій.

МКЕ у сільськогосподарській техніці

У сільськогосподарській техніці МКЕ використовується для:

1) аналізу робочих органів:

- оцінювання напружень і деформацій під час взаємодії із ґрунтом;
- визначення зон максимального зносу;

2) оптимізації конструкцій:

- зменшення маси конструкцій без втрати міцності;
- підвищення ефективності роботи обладнання;

3) моделювання змінних умов експлуатації:

- аналіз впливу різних типів ґрунту, вологості, ударних навантажень.

Було створено тривимірні моделі типових робочих органів – плугів, культиваторів, дискових борін і сошників. У моделюванні враховано:

геометрію конструкцій;

механічні властивості матеріалів;

граничні умови та прикладені навантаження.

Моделі включали статичні, динамічні й ударні навантаження, які виникають під час роботи з різними типами ґрунтів. Для відтворення реальних умов експлуатації розроблено адаптивні моделі ґрунту, що враховують вологість, щільність і наявність рослинних залишків [10].

МКЕ є потужним інструментом для розв'язання складних інженерних завдань. У сільськогосподарській техніці він дозволяє знизити витрати на експерименти, покращити конструкції робочих органів і підвищити їхню ефективність у польових умовах.

2. Експериментальна валідація

Для підтвердження достовірності результатів числового моделювання проведено експериментальні дослідження. У лабораторних умовах випробувано зразки робочих органів під впливом навантажень, що імітують

польові умови. Отримані експериментальні дані використано для корекції параметрів моделі та перевірки її адекватності [8].

3. Результати дослідження

3.1. Аналіз напружено-деформованого стану

Результати моделювання показали, що максимальні напруження виникають у критичних зонах конструкцій, як-от:

- зони контакту із ґрунтом;
- місця з'єднання елементів;
- переходи між ділянками з різною товщиною матеріалу.

Для кожного типу ґрунту було визначено характер розподілу напружень і деформацій. Наприклад, у суглинках переважали високі статичні навантаження, тоді як у піщаних ґрунтах домінували ударні впливи.

3.2. Вибір матеріалів

Аналіз показав, що механічні властивості матеріалів мають вирішальне значення для довговічності робочих органів. Найкращі результати продемонстрували високоміцні сталі та композити зі спеціальними покриттями, що забезпечували:

- високу зносостійкість;
- ударну в'язкість;
- стійкість до корозії.

Запропоновано використовувати сталі з гартуванням до твердості 45–55 HRC, а також композити із включенням карбідів для підвищення зносостійкості [6].

3.3. Оптимізація конструкції

На основі отриманих результатів виконано оптимізацію геометричних параметрів робочих органів. Це дозволило:

- знизити масу конструкцій на 15–20%;
- зменшити енерговитрати під час роботи на 10–12%;
- підвищити продуктивність техніки на 8–10%.

Алгоритм оптимізації включав використання генетичних алгоритмів для автоматизації вибору параметрів конструкції.

Результати дослідження свідчать про ефективність інтеграції комп'ютерного моделювання й експериментальних методів для аналізу робочих органів сільськогосподарської техніки. Упровадження адаптивних моделей ґрунту дозволило врахувати реальні умови експлуатації та підвищити точність прогнозування напружень і деформацій.

Підвищення довговічності конструкцій через використання новітніх матеріалів і оптимізацію геометрії сприяє зменшенню витрат на обслуговування техніки. Це особливо важливо для аграрного сектору, де економічна ефективність має вирішальне значення.

Висновки

1. Використання комп'ютерного моделювання дозволяє детально аналізувати напруження та деформації, що виникають у робочих органах сільськогосподарської техніки під час польових умов експлуатації. Це сприяє підвищенню надійності та довговічності техніки.

2. Результати досліджень демонструють, що найбільші напруження виникають у критичних зонах конструкцій, де спостерігається концентрація навантажень. Отримані дані можуть бути використані для оптимізації конструкції робочих органів.

3. Розроблений математичний апарат і програмне забезпечення для моделювання дають можливість урахувати вплив зовнішніх чинників, як-от тип ґрунту, швидкість руху техніки, а також геометрію конструкцій.

4. Визначення найбільш вразливих зон дозволяє своєчасно вносити конструктивні зміни або застосовувати матеріали з покращеними механічними властивостями, що значно знижує ризик відмови обладнання під час експлуатації.

Подальші перспективи:

1. Розширення спектра досліджуваних конструкцій робочих органів, зокрема й різних типів техніки, які працюють у складних польових умовах.

2. Упровадження отриманих результатів у виробництво для створення більш ефективних і економічно вигідних конструкцій.

3. Подальший розвиток програмного забезпечення для моделювання, зокрема й інтеграція штучного інтелекту для автоматичної оптимізації конструкцій.

4. Проведення експериментальних досліджень для верифікації результатів комп'ютерного моделювання, що забезпечить більшу точність та надійність прогнозів.

5. Аналіз впливу нових матеріалів, як-от композити чи покриття з підвищеною зносостійкістю, на зменшення напружень і збільшення терміну служби робочих органів.

Напрями дозволять підвищити ефективність використання сільськогосподарської техніки, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити стабільність роботи у складних умовах.

Список використаних джерел

1. Романюк В.М., Ковальчук О.В., Ткаченко С.Г. Застосування композитних матеріалів у сільськогосподарській техніці. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2021. № 23 (2). С. 45–50.
2. Сидоренко І.П., Ковальов О.М., Гребенюк П.М. Дослідження напружено-деформованого стану конструкцій сільськогосподарської техніки. *Журнал технічної механіки*. 2020. № 18 (3). С. 125–132.
3. Abaqus. *Abaqus Documentation*. Dassault Systemes. 2022.
4. ANSYS. *ANSYS User's Guide*. 2022.
5. Bendsøe M.P., Sigmund O. *Topology Optimization: Theory, Methods, and Applications*. Springer. 2004.
6. Brown R. Impact of soil type on equipment wear. *Soil Science Review*. 2019. № 22 (3). P. 78–89.
7. Hutsol T., Kukharets V., Mudryk K. Numerical simulation in agricultural engineering. *Energies*. 2022. № 15 (21).
8. Ivanov O. Validation of finite element models for agricultural machinery. *Mechanics Today*. 2020. № 32 (1). P. 45–60.
9. Karimi M., Mirzaei M. The impact of ploughshare geometry on soil cutting forces. *Soil & Tillage Research*. 2019. № 194.
10. Smith J. Soil mechanics in agricultural engineering. *Journal of Agricultural Research*. 2021. № 58 (4). P. 123–135.
11. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. *The finite element method: Its basis and fundamentals*. Elsevier. 2013.

Duganets V. I.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Technical Service and General Technical Subjects,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: duganec.vasil@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2946-2850*

Fedirko P. P.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Technical Service and General Technical Subjects,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: pavlo.fedirko@pdatu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3724-8937*

Olenyuk O. A.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Technical Service and General Technical Subjects,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: alexander olenyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1463-076X*

COMPUTER MODELING OF STRESSES AND STRAINS IN WORKING BODIES UNDER FIELD OPERATING CONDITIONS

Abstract

The article presents the results of a study on the stress-strain of agricultural machinery working bodies using computer modeling methods under field operation conditions. Specifically, the analysis focuses on the impact of mechanical loads arising during operation with various soil types, including loamy, sandy, and black soils. Dynamic, static, and impact loads, as well as external factors such as soil moisture, density, and the presence of plant residues, were considered, as they significantly affect the performance of agricultural machinery.

The research is based on modern computer modeling methods, particularly the finite element method (FEM), which enables the creation of highly accurate three-dimensional models and numerical experiments. Simulations were conducted for typical working body designs, such as plows, cultivators, disc harrows, and seed drills. The results identified critical zones within the structures where maximum stresses and deformations occur, potentially leading to failure or reduced operational efficiency.

Special attention was given to selecting materials for manufacturing the working bodies. The study analyzed the impact of material mechanical properties, such as strength, impact toughness, and wear resistance, on the operational characteristics of the structures. Recommendations were proposed for using high-strength steels, composite materials, and special coatings to enhance the durability of working bodies.

The article provides the results of numerical experiments demonstrating the feasibility of optimizing the geometry and mass of working bodies to reduce energy consumption and increase productivity. An algorithm was also developed to assess the impact of variable operating conditions on the durability of structures.

The obtained results have significant practical implications for improving technological processes in the design and operation of agricultural machinery. They allow for reduced maintenance and repair costs, increased efficiency of agricultural operations, and

stable equipment performance in various climatic and soil conditions. The proposed approach can serve as a foundation for developing new generations of agricultural machinery with enhanced reliability, efficiency, and energy-saving characteristics.

Key words: computer modeling, stress-strain state, working bodies, finite element method, agricultural machinery, field conditions, design optimization, wear resistance, three-dimensional modeling, dynamic loads.

References

1. Romaniuk, V.M., Kovalchuk, O.V., & Tkachenko, S.H. (2021). Zastosuvannia kompozytnykh materialiv u silskohospodarskii tekhnitsi [Application of composite materials in agricultural machinery]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. – Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine*, 23 (2), 45–50 [in Ukrainian].
2. Sydorenko, I.P., Kovaliov, O.M., & Grebeniuk, P.M. (2020). Doslidzhennia napruzhenno-deformovanoho stanu konstrukt-sii silskohospodarskoi tekhniki [Investigation of the stress-strain state of agricultural machinery structures]. *Zhurnal tekhnichnoi mekhaniky – Journal of Technical Mechanics*, 18 (3), 125–132 [in Ukrainian].
3. Abaqus (2022). *Abaqus Documentation*. Dassault Systemes [in English].
4. ANSYS (2022). *ANSYS User's Guide* [in English].
5. Bendsoe, M.P., & Sigmund, O. (2004). Topology Optimization: Theory, Methods, and Applications. *Springer* [in English].
6. Brown, R. (2019). Impact of soil type on equipment wear. *Soil Science Review*, 22 (3), 78–89 [in English].
7. Hutsol, T., Kukharets, V., & Mudryk, K. (2022). Numerical simulation in agricultural engineering. *Energies*, 15 (21) [in English].
8. Ivanov, O. (2020). Validation of finite element models for agricultural machinery. *Mechanics Today*, 32 (1), 45–60 [in English].
9. Karimi, M., & Mirzaei, M. (2019). The impact of ploughshare geometry on soil cutting forces. *Soil & Tillage Research*, 194 [in English].
10. Smith, J. (2021). Soil mechanics in agricultural engineering. *Journal of Agricultural Research*, 58 (4), 123–135 [in English].
11. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L., & Zhu, J.Z. (2013). *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*. Elsevier [in English].

УДК 620.92

Панцир Ю. І.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри електротехніки, електромеханіки і електротехнологій,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: panziyuriy@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2969-1936

Гарасимчук І. Д.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри електротехніки, електромеханіки і електротехнологій,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: igorgarasymchuk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4304-4447

Потапський П. В.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри електротехніки, електромеханіки і електротехнологій,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: p.v.potap@meta.ua
ORCID: 0000-0003-4792-8992

Вусатий М. В.

асистент кафедри електротехніки, електромеханіки і електротехнологій,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: 0611142015vys@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3070-9283

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАМІСЬКОГО БУДИНКУ

Анотація

У статті досліджено актуальні проблеми застосування відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності заміських будинків. У зв'язку з постійним зростанням вартості традиційних енергоносіїв стає важливим упровадження інноваційних технологій для забезпечення автономного енергопостачання та зменшення енергетичних витрат. Одним із найбільш ефективних рішень є використання сонячних панелей, вітрових установок, геотермальних систем і біоенергетичних технологій. Сонячні панелі дозволяють значно знизити залежність від централізованих енергомереж, забезпечують економію на витратах на електроенергію, а також надають можливість продажу надлишкової електричної енергії в мережу. Вітрові установки, зокрема малі вітрові турбіни, є перспективною альтернативою, здатною працювати в умовах змінної сонячної активності, що підвищує загальний коефіцієнт енергетичної незалежності будинку. Геотермальні системи, що використовують тепло землі для опалення й охолодження приміщень, демонструють високу енергоефективність і здатні значно зменшити витрати на опалення, хоча потребують значних інвестицій на етапі їх упровадження. Біоенергетика, яка використовує біомасу та біогаз, є ще однією перспективною технологією, яка забезпечує стійке енергопостачання для заміських будинків і є екологічно чистою альтернативою традиційним джерелам енергії. У статті детально аналізуються можливості й обмеження кожної із цих технологій, а також розглядаються економічні аспекти їх застосування на рівні заміських будинків. Окремо висвітлено проблеми та перспективи розвитку відновлювальної енергетики в контексті енергонезалежності, зниження викидів CO₂ та підвищення екологічної стійкості. Особлива увага приділяється питанням інтеграції відновлювальних джерел енергії в системи опалення, водопостачання й електропостачання заміських будинків, а також економічним перевагам, що виникають у процесі їх використання. Запропоновано рекомендації щодо вибору оптимальних рішень з урахуванням регіональних особливостей, клімату та доступних природних ресурсів.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, заміський будинок, сонячна енергетика, вітрова енергетика, геотермальна енергія, біоенергетика, гідроенергія, мікро-ГЕС.

Вступ. В умовах постійного підвищення тарифів на електроенергію, газ та інші традиційні енергоресурси власники замських будинків шукають способи зменшення витрат на опалення, освітлення та гаряче водопостачання. Відновлювані джерела енергії (далі – ВДЕ) дозволяють значно скоротити витрати, а іноді – цілком відмовитися від централізованих енергопостачальних систем. ВДЕ дають можливість власникам будинків стати менш залежними від зовнішніх постачальників енергії. Це особливо актуально для замських будинків, які можуть бути розташовані у віддалених районах із нестабільним енергопостачанням.

Викиди вуглекислого газу й інших шкідливих речовин, пов'язані з використанням викопного палива, є однією з головних причин глобального потепління. Використання ВДЕ (сонячної, вітрової, геотермальної енергії, біомаси) дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля та зробити житло більш екологічним. У багатьох країнах світу діють програми фінансової підтримки для власників, які впроваджують енергоефективні технології. Це можуть бути «зелені» кредити, компенсації за встановлення сонячних панелей або теплових насосів, пільгові тарифи на електроенергію, вироблену власними електростанціями.

Тому проблема використання відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності замського будинку є досить актуальною.

Мета роботи. Метою статті стало дослідження можливостей використання відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності замського будинку, зокрема через упровадження сонячних, вітрових, геотермальних і біоенергетичних технологій. Стаття спрямована на аналіз технічних, економічних і екологічних аспектів застосування цих технологій, а також на розгляд їхніх можливостей для забезпечення енергонезалежності, зниження витрат на енергію та підвищення комфорту життя власників замських будинків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Висока ефективність сонячних панелей, вітрогенераторів, геотермального обладнання, удосконалення акумуляторних систем і розвиток розумних енергетичних мереж роблять ВДЕ практичним і вигідним рішенням для замського будинку. Використання ВДЕ в поєднанні з іншими енергоефективними заходами (теплоізоляцією, енергоощадними вікнами, розумними системами керування споживанням) дозволяє значно зменшити енергоспоживання будинку, підвищує комфорт проживання та знижує витрати. Сучасні технології у сфері ВДЕ стають дедалі ефективнішими та доступнішими за ціною.

Для підвищення енергоефективності замського будинку в Україні зазвичай використовують такі види відновлюваних джерел енергії (ВДЕ):

- 1) сонячну енергію;
- 2) вітрову енергію;
- 3) геотермальну енергію;
- 4) біоенергетику (біомаса, біогаз, пелети);
- 5) гідроенергію (малі ГЕС).

Найбільш популярними технологіями сонячної енергетики для приватних будинків є:

- сонячні фотоелектричні панелі (далі – СЕС) – виробляють електроенергію для побутових потреб (можуть використовуватися автономно або з підключенням до загальної мережі);
- сонячні колектори (геліосистеми) – використовуються для нагріву води або підтримки системи опалення [8].

Розвиток технологій та зростання усвідомлення важливості екологічних рішень роблять використання сонячних панелей не лише актуальним, а й вигідним.

Один з основних чинників, який мотивує громадян інвестувати в сонячні панелі, – це значна економія на оплаті електроенергії. Серед головних фінансових вигод:

- зменшення витрат на комунальні платежі;
- можливість продажу надлишку виробленої енергії в електромережу;
- окупність системи за 7–10 років із подальшою безкоштовною генерацією електроенергії;
- підвищення вартості нерухомості – будинки з установленими сонячними панелями зазвичай мають більший попит на ринку.

З огляду на те, що сонячні панелі здатні працювати понад 25 років, їх установлення забезпечує довгострокову фінансову вигоду.

Сонячні панелі дають змогу зменшити залежність від традиційних джерел електропостачання, що особливо актуально в умовах частих перебоїв у мережі. Завдяки додатковим системам зберігання енергії можна забезпечити безперебійну роботу будинку навіть уночі або під час негоди.

Варто зазначити, що перехід на сонячну енергію – це значний внесок у збереження довкілля. Сонячні панелі працюють без викидів шкідливих речовин, зменшують негативний вплив на навколишнє середовище [7].

Установлення сонячних панелей – це не лише вигідне з фінансового погляду рішення, а й крок до енергонезалежності та збереження довкілля. Така інвестиція дає змогу отримувати чисту, доступну та стабільну енергію протягом десятиліть.

Сучасна сонячна енергетика стрімко розвивається, уже сьогодні можна виділити основні тенденції, які визначатимуть її майбутнє:

1) інновації в технології збереження енергії. Розвиток систем накопичення енергії є одним із найважливіших аспектів галузі. Сучасні літій-іонні акумулятори забезпечують ефективне та безпечне зберігання електроенергії, що дозволяє використовувати її вночі або під час похмурої погоди. Завдяки вдосконаленню батарейних технологій сонячна енергетика стає стабільнішою та більш надійною;

2) використання технологій штучного інтелекту. Штучний інтелект усе активніше застосовується для оптимізації роботи сонячних станцій. Завдяки алгоритмам машинного навчання можна прогнозувати зміни в погодних умовах, коригувати рівень виробництва електроенергії та підвищувати загальну ефективність систем. Це дозволяє зробити сонячну енергетику ще більш економічно вигідною;

3) перовскітові сонячні елементи. Нове покоління сонячних панелей базується на перовскітових матеріалах, які визначаються високою фотоелектричною ефективністю та можуть наноситися на гнучкі основи. Це відкриває перспективи для створення легких, мобільних і навіть прозорих сонячних батарей, що розширює можливості їх застосування – від дахів будинків до одягу та вікон.

Тому варто зазначити, що сонячна енергетика рухається в напрямі підвищення ефективності, гнучкості та розумного управління. Інноваційні технології накопичення енергії, штучний інтелект і новітні матеріали значно розширюють можливості використання сонячної енергії, роблять її доступнішою й ефективнішою [4].

Одним із перспективних варіантів забезпечення домогосподарства чистою та стабільною електроенергією є вітрова енергетика. Завдяки розвитку малих вітроенергетичних установок власники замських будинків уже нині можуть використовувати силу вітру для власних потреб.

Однією з основних переваг вітрової енергії є її здатність забезпечувати електроенергією навіть у періоди низької сонячної активності, наприклад уночі або в похмурі зимові дні. Це робить її ідеальним доповненням до сонячних панелей, створює комплексну систему автономного енергозабезпечення. Ще одна важлива перевага – можливість накопичення надлишкової енергії за допомогою акумуляторних систем. Це особливо актуально для віддалених будинків, які не мають доступу до централізованої електромережі або страждають від частих перебоїв у постачанні електроенергії [2].

Попри всі переваги, є й деякі виклики. Наприклад, не в усіх регіонах рівень вітрової активності достатній для ефективної роботи генератора. Також потрібно враховувати можливий шум, потребу в регулярному технічному обслуговуванні та початкові капіталовкладення.

Однак із кожним роком технології стають доступнішими, а ефективність вітряних установок зростає. Новітні конструкції, зокрема вертикальні вітряки, можуть працювати навіть за низьких швидкостей вітру та не створюють значного шуму. Поєднання вітрових генераторів із сонячними панелями дає змогу максимально ефективно використовувати природні ресурси та зробити замський будинок цілковито енергонезалежним.

Для забезпечення автономного або резервного електропостачання замських приватних будинків і невеликих господарських об'єктів широко застосовуються малі вітроенергетичні установки (далі – ВЕУ) потужністю до 10–20 кВт. Такі системи здатні ефективно генерувати електроенергію в регіонах із достатнім рівнем вітрової активності. Установка вітрогенератора зазвичай передбачає розміщення його на висоті 17–30 метрів. Це пояснюється тим, що зі збільшенням висоти швидкість вітру зростає за кубічною залежністю, що суттєво впливає на продуктивність генератора. Наприклад, за середньої швидкості вітру понад 6 м/с один кіловат потужності може виробляти приблизно 3 000 кВт·год електроенергії на рік [1].

У районах, де середня швидкість вітру сягає хоча б 4–5 м/с, встановлення вітрогенератора може значно скоротити витрати на електроенергію. Чимало сучасних моделей мають автоматичні системи керування, що дозволяють ефективно використовувати вітер навіть за його невеликої інтенсивності. Завдяки технологічному прогресу з'являються компактні, малошумні та продуктивні вітряки, які можна легко інтегрувати в систему електропостачання приватного будинку.

Перед ухваленням рішення про встановлення вітроустановки власники домогосподарств аналізують вітровий потенціал у своєму регіоні. Для цього використовують картографічні дані, зокрема «Глобальний атлас вітрів» [3], а також математичне моделювання, яке дозволяє спрогнозувати ефективність роботи системи з точністю до 90%. Водночас ураховується досвід спеціалістів у галузі вітроенергетики.

Одним із важливих чинників, які впливають на рішення про встановлення ВЕУ, є термін окупності проєкту. Зазвичай для малих вітрових станцій він становить приблизно 10 років, що приблизно в півтора рази більше, ніж у домашніх сонячних електростанцій. Це пов'язано з більшими витратами на обладнання та складнішими монтажними роботами, оскільки встановлення вітрогенератора є більш технічно складним завданням, ніж монтаж сонячних панелей.

Одним з аспектів, який треба враховувати під час вибору ВЕУ, є рівень шуму, що виробляється турбіною під час роботи. В Україні немає окремих норм, які б регулювали допустимий рівень шуму для малих вітроенергетичних установок. Однак існують загальноприйняті санітарні норми, згідно з якими допустимий рівень шуму на прилеглих до житлових будинків територіях становить до 70 дБА удень і до 60 дБА уночі [12].

Щодо місця встановлення, то вітрогенератор належить до малих архітектурних форм, тому його монтаж має відповідати визначеним будівельним нормам. Наприклад, відстань від турбіни до паркана сусідньої ділянки має бути не менше ніж 3 метри. Середня висота щогли, на якій встановлюється турбіна, зазвичай становить

приблизно 20 метрів. Перед монтажем важливо оцінити наявність поруч високих будівель або дерев, які можуть створювати перешкоди для вітропотоку та знижувати ефективність роботи установки [1].

Геотермальна енергія – це тепло землі, яке можна ефективно використовувати для обігріву, охолодження та гарячого водопостачання в замському будинку. Основний принцип роботи таких систем базується на використанні теплового насоса, який передає тепло від ґрунту або підземних вод до будівлі.

Для використання геотермальної енергії в замському будинку глибина розміщення системи залежить від типу геотермального колектора:

- горизонтальний колектор: труби прокладаються на глибині 1,5–2 метри під землею, що дозволяє ефективно отримувати тепло з поверхневих шарів ґрунту. Цей тип колектора потребує великої площі для встановлення, але є найпростішим і найдешевшим варіантом для невеликих ділянок;
- вертикальний колектор: труби закладаються у свердловини на глибину від 50 до 150 метрів. Це більш складний і дорогий варіант, але він підходить для малих ділянок або там, де немає можливості розташувати горизонтальний колектор;
- водяний колектор: якщо поблизу є водойма, можна використовувати глибинні колектори, занурені у воду на глибині до 10–20 метрів. Цей варіант також дозволяє отримувати ефективне тепло без великих затрат на прокладання труб.

Зазвичай глибина розміщення системи залежить від геологічних умов місцевості та доступної площі для монтажу [9].

Геотермальна система опалення складається з кількох ключових елементів: теплового насоса, замкнутого трубопроводу (який може бути горизонтальним, вертикальним або зануреним у водойму) та теплообмінного колектора.

Тепловий насос – це центральний компонент, який відбирає тепло із землі та передає його в систему опалення будинку. Його принцип дії схожий на роботу холодильника, але зворотний: він не охолоджує, а нагріває.

Геотермальні контури – це трубопроводи, у яких циркулює теплоносій (вода або антифриз). Вони розміщуються у ґрунті на різній глибині:

- горизонтальні контури укладаються на невеликій глибині, але потребують значної площі;
- вертикальні контури встановлюються у глибокі свердловини, що потребує менше простору, але складніше в монтажі.

Ґрунт передає своє тепло рідині у трубах, яка транспортує його до теплового насоса. Там температура підвищується, тепло подається в систему обігріву будинку.

Завдяки стабільній температурі землі така система працює ефективно протягом усього року, забезпечує комфортне опалення взимку й охолодження влітку [10].

Геотермальні системи мають високий коефіцієнт корисної дії (далі – ККД), що дозволяє значно зменшити витрати на опалення порівняно із традиційними джерелами енергії. Попри відносно високі початкові витрати на встановлення, такі системи є економічно вигідними завдяки низькому споживанню електроенергії та тривалому терміну експлуатації (понад 25 років).

Біоенергетика (або використання органічних матеріалів для отримання енергії) має значний потенціал для замських будинків, де доступ до традиційних джерел енергії може бути обмежений або економічно неефективний. Основною перевагою біоенергетичних систем є те, що вони можуть забезпечити будинок енергією за допомогою використання доступних природних ресурсів, як-от деревина, сільськогосподарські відходи, органічні рештки тощо.

У замському господарстві часто є можливість використовувати різноманітну біомасу, як-от деревина, тріски, пелети або залишки сільськогосподарських культур. Це дозволяє створити стабільне джерело енергії для обігріву будинку, гарячого водопостачання та навіть для генерації електричної енергії [11].

Для замських будинків існує кілька основних біоенергетичних технологій:

- котли на біомасі. Це одна з найпоширеніших технологій. Котли, які працюють на пелетах або деревних трісках, можуть забезпечити ефективне опалення будинку, знижують витрати на традиційні енергоносії. Вони прості в експлуатації, мають довгий термін служби та можуть використовувати різні види біомаси;
- біогазові установки. За допомогою таких установок можна переробляти органічні відходи (їжу, сільськогосподарські залишки, гній) на біогаз, який потім можна використовувати для опалення або виробництва електрики. Це також допомагає знижувати обсяги органічних відходів і є екологічно чистим рішенням;
- комбіновані системи з біоенергії та сонячної енергії. У замських будинках часто використовуються сонячні панелі для додаткового живлення електричних систем. Поєднання біоенергетики та сонячних технологій дозволяє забезпечити більш стабільний енергетичний баланс протягом року, зокрема в зимовий період, коли сонячне випромінювання мінімальне [13].

Хоча початкові витрати на встановлення біоенергетичних систем можуть бути значними, вони через кілька років зазвичай виправдовують себе завдяки низьким витратам на експлуатацію. Біомаса зазвичай є дешевшим ресурсом, особливо якщо є можливість використовувати відходи власного господарства (наприклад, деревину чи сільськогосподарські залишки).

Одним з основних викликів є необхідність постачання та зберігання біоматеріалів, особливо в умовах, коли на ділянці відсутня достатня кількість біоенергетичних ресурсів. Окрім того, системи біоенергетики потребують регулярного обслуговування, що може бути досить трудомістким.

З розвитком технологій біоенергетичні системи стають дедалі ефективнішими і доступнішими. У майбутньому можна очікувати зростання попиту на такі системи, оскільки вони є частиною більш загальної тенденції до зменшення викидів CO₂ та підвищення енергоефективності у приватних будинках. Отже, біоенергетика є перспективним напрямом для замських будинків, який дозволяє отримати енергію із природних відновлюваних ресурсів, знижувати витрати на енергопостачання та вплив на навколишнє середовище.

Використання гідроенергії для енергозабезпечення замського будинку може бути реалізовано за умови, якщо на прибудинковій території є постійне джерело води з достатнім перепадом висот і стабільним потоком. Прибудинкова місцевість має відповідати таким вимогам:

- наявність постійного потоку води – річка, струмок, канал із мінімальним сезонним коливанням рівня;
- перепад висот (напір) – навіть невеликий ухил може забезпечити досить енергії;
- важливо мати стабільний потік води, хоча б 5–10 літрів на секунду [5].

Щодо переваг використання мікро-ГЕС для енергозабезпечення замського будинку варто зазначити таке:

- на відміну від сонячних або вітрових систем, мікро-ГЕС може виробляти електроенергію цілодобово незалежно від пори року;
- гідротурбіни можуть мати високий ККД (до 90%), що перевищує показники сонячних панелей і вітряків;
- міні-ГЕС працюють зазвичай без шкідливих викидів у повітря.

Залежно від умов місцевості й особливостей водного потоку є можливість спроектувати такі основні типи мікро-ГЕС, які можна використовувати для замського будинку:

- греблеві (напірні) – потребують будівництва невеликої дамби;
- проточні (без греблі) – працюють на природному потоці води, підходять для малих річок;
- гвинтові (Архімедовий гвинт) – добре працюють на повільних річках із невеликим перепадом висот;
- турбіни Пельтона, Френсіса, Каплана – вибір залежить від швидкості потоку та перепаду висот [6].

Вартість установка мікро-ГЕС на ринку України нині коливається в межах від \$ 3 000 до \$ 2 000 залежно від потужності. Окупність проєкту зазвичай становить 5–10 років. У разі нестабільного потоку можна використовувати акумулятори або комбінувати з іншими ВДЕ (сонячні панелі, вітряки).

Під час реалізації проєкту з установки мікро-ГЕС варто врахувати деякі ризики:

- юридичні аспекти – потрібно враховувати дозвільні документи, якщо використовується природна водойма;
- зміни рівня води – сезонні коливання можуть впливати на стабільність генерації;
- специфіка технічного обслуговування – необхідність періодичного очищення турбіни від мулу, листя, сміття.

Отже, можна зробити висновок, що мікро-ГЕС може бути ефективним рішенням для автономного енергозабезпечення, це надійна й екологічна альтернатива традиційним джерелам електроенергії. Для максимальної ефективності можна поєднувати гідроенергію з іншими ВДЕ та акумуляторними системами.

Висновки. Використання відновлюваних джерел енергії в замських будинках є ефективним способом підвищення енергоефективності, зниження витрат на енергоресурси та зменшення негативного впливу на довкілля. Сонячна, вітрова, геотермальна енергія, а також біоенергетичні технології дозволяють власникам житла зменшити залежність від традиційних постачальників енергії та підвищити рівень комфорту.

Сонячні панелі та геліосистеми є найбільш поширеними рішеннями для приватних будинків, оскільки вони забезпечують автономне електро- та теплопостачання, мають довгий термін служби та швидку окупність. Вітроенергетичні установки є ефективним доповненням до сонячних систем, особливо в регіонах із високою віровою активністю. Геотермальні теплові насоси дозволяють отримувати тепло із землі для опалення та гарячого водопостачання, що забезпечує стабільну й екологічно чисту енергію протягом усього року.

Сучасні технології, зокрема штучний інтелект, перовскітові сонячні елементи та системи накопичення енергії, значно підвищують ефективність ВДЕ. Окрім того, державні програми підтримки, «зелені» кредити та пільгові тарифи сприяють поширенню енергоефективних технологій серед власників приватних будинків.

Отже, впровадження ВДЕ не лише забезпечує економічні вигоди й енергетичну незалежність, а й сприяє збереженню довкілля, що робить такі рішення надзвичайно перспективними для сучасного замського будівництва.

Список використаних джерел

1. Білозерова Л. Українські малі вітряки – автономні рятівники чи валізи без ручки? *Українська енергетика*. 2021. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/ukrainiski-mali-vitriaky-avtonomni-riativnyky-chy-valizy-bez-ruchky>.
2. Бота О. Вітрові електростанції: переваги і недоліки використання. *Eco-cluster*. 2024. URL: <https://eco-cluster.org/2024/11/13/vitrovi-elektrostantsii-perevahy-i-nedoliky-vykorystannia/>.
3. Глобальний атлас вітрів. 2025. URL: <https://globalwindatlas.info/en/?fbclid=IwAR2AbGyepWz1vm7D7axrwR-5pa7vUckerJ7MCLgihkaeTuTRwjDPYsj3c0tg>.

4. Інноваційні технології в галузі сонячної енергетики: як вони змінюють наше майбутнє. *Penopmer*. 2024. URL: <https://report.if.ua/socium/innovacijni-tehnologiyi-v-galuzi-sonyachnoyi-energetyky-yak-vony-zminyuyut-nashe-majbutnye/>.
5. Когут І. Система автоматизованого управління каскадом мікро-ГЕС. 2023. URL: http://dSPACE.wunu.edu.ua/bitstream/316497/50093/1/Когут_І.pdf.
6. Левицький О. Обґрунтування низьконапірної мікро-ГЕС для сільських споживачів. 2023. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/13727/1/Levytskyi_OI_KR_141_2023.pdf.
7. Науменко О. Чи варто встановлювати сонячні панелі для приватного будинку? *Генерація-ТМ*. 2024. URL: <https://generacia.energy/zelenyj-tarif/chi-varto-vstanovljувати-sonyachni-paneli-dlja-privatnogo-budinku/>.
8. Носенко Ю. Сучасні сонячні технології. *Агробізнес сьогодні*. 2024. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/zhytti-eve-seredovyshe/item/8292-suchasni-sonyachni-tehnolohii.html>.
9. Олійніченко В. Енергія землі надпотужна, і її можна акумулювати. *Громади майбутнього*. 2024. URL: <http://freedom.org.ua/valeriy-oliynichenko-enerhiia-zemli-nadpotuzhna-ta-akumuluiet-sia/>.
10. Панчук В. Геотермальне опалення для дому. *Eco-volt*. 2024. URL: <https://eco-volt.com.ua/blog/geotermalnoye-otopleniye-dlya-doma>.
11. Печенюк А. Перспективи розвитку біоенергетичної галузі України в контексті європейської інтеграції. *Інноваційна економіка*. 2024. № 1 (97). С. 173–179. URL: <http://inneco.org/index.php/inneco.ua/article/view/1203/1301>.
12. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови : наказ Міністерства охорони здоров'я України № 463 від 22.02.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>.
13. Фурман І., Ксенчин Д. Розвиток біоенергетики в контексті забезпечення енергетичної безпеки України. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-41>.

Pantsir Yu. I.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Electrical Engineering, Electromechanics, and Electrical Technologies,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: panziriyuriy@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2969-1936*

Harasymchuk I. D.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Electrical Engineering, Electromechanics, and Electrical Technologies
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: igorgarasymchuk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4304-4447*

Potapyskyi P. V.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Electrical Engineering, Electromechanics and Electrical Technologies,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: p.v.potap@meta.ua
ORCID: 0000-0003-4792-8992*

Vusatyi M. V.

*Candidate of Technical Sciences,
Assistant at the Department of Electrical Engineering, Electromechanics and Electrical Technologies,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: 0611142015vys@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3070-9283*

RENEWABLE ENERGY SOURCES IN IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF A COUNTRY HOUSE

Abstract

The article explores the current issues related to the use of renewable energy sources to improve the energy efficiency of country houses. Due to the continuous increase in the cost of traditional energy carriers, the implementation of innovative technologies to ensure autonomous energy supply and reduce energy costs is becoming increasingly important. One of the most effective solutions is

the use of solar panels, wind turbines, geothermal systems, and bioenergy technologies. Solar panels significantly reduce dependence on centralized energy networks, leading to savings on electricity costs, and also provide the opportunity to sell surplus electricity to the grid. Wind turbines, particularly small wind turbines, offer a promising alternative that can operate in conditions of variable solar activity, thereby enhancing the overall energy independence of the house. Geothermal systems, which use the earth's heat for heating and cooling buildings, demonstrate high energy efficiency and can substantially reduce heating costs, although they require significant investments at the implementation stage. Bioenergy, using biomass and biogas, is another promising technology that provides sustainable energy supply for country houses and is an environmentally friendly alternative to traditional energy sources. The article thoroughly analyzes the capabilities and limitations of each of these technologies, as well as the economic aspects of their implementation at the level of country houses. It separately highlights the problems and prospects of renewable energy development in the context of energy independence, reducing CO₂ emissions, and increasing ecological sustainability. Special attention is given to the integration of renewable energy sources into the heating, water supply, and electricity systems of country houses, as well as the economic benefits that arise from their use. Recommendations are proposed for selecting optimal solutions considering regional features, climate, and available natural resources.

Key words: renewable energy sources, country house, solar energy, wind energy, geothermal energy, bioenergy, hydropower, micro-hydroelectric power.

References

1. Bilozero, L. (2021). Ukrainski mali vitriaky – avtonomni riativnyky chy valizy bez ruchky? [Ukrainian small wind-mills – autonomous saviors or suitcases without a handle?]. *Ukrainska enerhetyka – Ukrainian energy industry*. Retrieved from: <https://ua-energy.org/uk/posts/ukrainski-mali-vitriaky-avtonomni-riativnyky-chy-valizy-bez-ruchky> [in Ukrainian].
2. Bota, O. (2024). Vitrovi elektrostantsii: perevahy i nedoliky vykorystannia [Wind power plants: advantages and disadvantages of use]. *Eco-cluster*. Retrieved from: <https://eco-cluster.org/2024/11/13/vitrovi-elektrostantsii-perevahy-i-nedoliky-vykorystannia/> [in Ukrainian].
3. Hlobalnyi atlas vitriv [Global wind atlas] (2024). Retrieved from: <https://globalwindatlas.info/en/?fbclid=IwAR2AbGyepWz1vm7D7axrwR5pa7vUckerJ7MCLgihkaeTuTRwjDPYsj3c0tg> [in Ukrainian].
4. Innovatsiini tekhnolohii v haluzi soniachnoi enerhetyky: yak vony zminuiut nashe maibutnie [Innovative technologies in the field of solar energy: how they are changing our future. Reporter] (2024). *Reporter*. Retrieved from: <https://report.if.ua/socium/innovacijni-tehnologiyi-v-galuzi-sonyachnoyi-energetyky-yak-vony-zminyuyut-nashe-majbutnye/> [in Ukrainian].
5. Kohut, I. (2023). Systema avtomatyzovanoho upravlinnia kaskadom mikro-HES [The system of automated control of the micro-HPP cascade]. Retrieved from: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/50093/1/Koryt_I.pdf [in Ukrainian].
6. Levytskyi, O. (2023). Obgruntuvannia nyzkonapiromi mikro-HES dlia silskykh spozhyvachiv [Justification of the low-pressure micro-hydroelectric power plant for rural consumers]. Retrieved from: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/13727/1/Levytskyi_OI_KR_141_2023.pdf [in Ukrainian].
7. Naumenko, O. (2024). Chy varto vstanovliuvaty soniachni paneli dlia pryvatnoho budynku? [Should you install solar panels for a private house?]. *Heneratsiia-TM – Generation-TM*. Retrieved from: <https://generacia.energy/zelenyj-tarif/chi-var-to-vstanovljuvati-soniachni-paneli-dlja-privatnogo-budynku/> [in Ukrainian].
8. Nosenko, Yu. (2024). Suchasni soniachni tekhnolohii [Modern solar technologies]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/zhyttieve-seredovyshe/item/8292-suchasni-soniachni-tekhnolohii.html> [in Ukrainian].
9. Oliinichenko, V. (2024). Enerhiia zemli nadpotuzhna, i yii mozna akumuluvaty [The energy of the earth is extremely powerful, and it can be accumulated]. *Hromady maibutnoho – Communities of the future*. Retrieved from: <http://freedom.org.ua/valeriy-oliinichenko-enerhiia-zemli-nadpotuzhna-ta-akumuluiet-sia/> [in Ukrainian].
10. Panchuk, V. (2024). Heotermalne opalennia dlia domu [Geothermal heating for the home]. *Eco-volt*. Retrieved from: <https://eco-volt.com.ua/blog/geotermalnoye-otopleniye-dlya-doma> [in Ukrainian].
11. Pecheniuk, A.V. (2024) Perspektyvy rozvytku bioenerhetychnoi haluzi Ukrainy v konteksti yevropeiskoi intehratsii [Prospects for the development of the bioenergy industry of Ukraine in the context of European integration]. *Innovatsiina ekonomika – Innovative economy*, 1 (97). 173–179. Retrieved from: <http://inneco.org/index.php/inneco/article/view/1203/1301> [in Ukrainian].
12. Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm dopustymykh rivniv shumu v prymyshchenniakh zhytlovykh ta hromadskykh budynkiv i na terytorii zhytlovoi zabudovy [On the approval of the State sanitary norms of permissible noise levels in the premises of residential and public buildings and on the territory of residential buildings]. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy № 463 vid 22.02.2019 r. – Order of the Ministry of Health of Ukraine № 463 dated February 22, 2019. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> [in Ukrainian].
13. Furman, I., & Ksenych, D. (2024) Rozvytok bioenerhetyky v konteksti zabezpechennia enerhetychnoi bezpeky Ukrainy [Development of bioenergy in the context of ensuring energy security of Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society*. Retrieved from: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-41> [in Ukrainian].

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

УДК 619:618.1:619:612.1:636:2

Боднар О. О.

кандидат біологічних наук, доцент,
асистент кафедри ветеринарного акушерства,
внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: bodnar.vetdoc@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6161-6835

ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СПОСОБІВ УВЕДЕННЯ АНТИБІОТИКІВ У КОМПЛЕКСНИХ СХЕМАХ ЛІКУВАННЯ КОРІВ ЗА ПІСЛЯОТЕЛЬНОГО ЕНДОМЕТРИТУ

Анотація

Післяотельні захворювання матки є серйозною проблемою молочних корів, оскільки вони можуть вражати значну частку поголів'я і мати серйозні наслідки щодо репродуктивної здатності самок і виробництва молока. Тому профілактику та своєчасне й ефективне лікування пуерперальних ускладнень необхідно розглядати як важливу ланку в системі заходів із ліквідації неплідності та яловості корів.

У роботі наведені результати клініко-експериментальних досліджень із регіонарного застосування антибіотиків і стимулюючих препаратів у комплексних схемах лікування корів за післяотельного ендометриту. В основу раціональної етіотропної та патогенетичної терапії було покладено регіонарне введення лікарських препаратів: у внутрішню здухвинну артерію, паравагінально та внутрішньопіхво. Були науково обґрунтовані, розроблені й апробовані комплексно-послідовні схеми лікування хворих на ендометрит корів.

Клінічними дослідженнями встановлено, що комбіноване регіонарне введення енрофлораксину та метранідазолу в поєднанні із простагландином і утеротонічним препаратом виявилось більш ефективним методом лікування корів за гнійного ендометриту, ніж їх внутрішньом'язові ін'єкції. Ін'єктування антимікробних препаратів у магістральну судину, яка живить матку, дозволяє значною мірою сконцентрувати їхню фармакологічну дію в патологічному вогнищі. Водночас зросла запліднюваність корів, зменшилась частка рецидиву захворювання, скоротився термін лікування. Такий раціональний підхід до вдосконалення протоколів терапії дозволяє зменшити витрати на препарати, що забезпечує його оптимальні фармако-економічні показники. Установлено, що поєднане введення «броестрофану» та «доцитолу» завдяки синергічності їх дії забезпечило активну евакуацію ексудату з матки та лютеоліз, що позитивно вплинуло на результати лікування та відновлення відтворної функції корів.

Ключові слова: корова, матка, ендометрит, антибіотик, інфекція, ексудат, терапія, запалення, фертильність.

Вступ. Акушерські захворювання молочних корів є предметом ретельного вивчення науковців і практиків. Гнійний ендометрит у корів – це гостре системне захворювання з лихоманкою й ознаками токсемії внаслідок інфікування матки. Гострий ендометрит у корів виникає в ранньому післяотельному періоді та становить актуальну проблему в молочному скотарстві через великі економічні збитки. Тому профілактика та лікування корів за патології пуерперію є однією з найбільш часто досліджуваних тем здоров'я молочних корів. Незважаючи на велику кількість наукових публікацій, присвячених терапії корів із запаленням матки, питання оптимізації схем лікування та підвищення його ефективності залишається відкритим [1; 23].

За нормальної інволюції матки після отелення різноманітні аеробні й анаеробні бактерії, що містяться в родових шляхах, нейтралізуються за допомогою захисних механізмів організму. Мікробіота слизових оболонок статевих органів підтримується завдяки впливу комплексу імунологічних, механічних, хімічних чинників і мікробних взаємодій. Відомо, що резистентність організму ефективна в поєднанні із профілактичними заходами,

спрямованими на підтримання імунного статусу, забезпечення правильного енергетичного балансу, належної гігієни під час отелення. У разі зниження опірності організму після мікробного забруднення родових шляхів такі збудники, як *Arcanobacterium Pyogenes*, *Fusobacterium necrophorum* *Prevotella* та *Escherichia coli*, можуть спричинити запалення як слизової оболонки матки, так і глибоких шарів [6; 10; 22]. Через інфекційну природу ендометриту постає необхідність застосування антимікробних препаратів, серед яких найбільш дієвими та вживаними є антибіотики. Однак використання антибіотиків спричиняє селективний тиск і появу резистентних бактерій, а також може викликати дисбактеріоз, токсикоз та інші ускладнення. Тому антибактеріальна терапія має бути раціональною, що передбачає обґрунтування вибору препаратів, їх доз і способу введення, пошук альтернативи антибіотикам тощо [2; 12].

У ветеринарній практиці найбільш поширеними є внутрішньоматкове та парентеральне (підшкірне, внутрішньом'язове, внутрішньовенне) введення антибіотиків. Однак застосування лише внутрішньоматкової антимікробної терапії не зменшує ознак системного захворювання, спричиненого гострим ендометритом, хоча воно і створює більш високі концентрації препарату в ендометрії, проте не проникає у глибші шари матки й інші репродуктивні органи [18]. За різними оцінками, застосування внутрішньоматкової терапії в комбінації з ін'єкціями антибіотиків не виявило різниці порівняно з їх тільки внутрішньом'язовим введенням. Аналіз літературних джерел показує, що застосування ін'єкцій антибіотиків для лікування корів із гострим ендометритом може бути більш доцільним, ніж їх внутрішньоматкове введення [14; 24].

Важливим компонентом у комплексному лікуванні корів за гнійного ендометриту є вибір адекватної антимікробної терапії. Відомо, що антибактеріальна терапія хворих зі змішаними інфекціями, зокрема й анаеробною, буде успішною, якщо призначені антимікробні препарати володіють широким антибактеріальним спектром. Застосування водночас декількох антимікробних препаратів не лише підвищує ефективність антисептичної терапії, а й дозволяє зменшити курсову дозу кожного з компонентів та запобігти частоті виникнення ускладнень. Важливим компонентом адекватної антимікробної терапії також є пошук ефективних шляхів доставки препаратів до запального вогнища з метою створення тут їх високої концентрації. Це сприяло розробленню та впровадженню у практику регіонарних (гемотропних, ендолімфатичних тощо) методів введення антибіотиків, що лежать в основі сучасної раціональної антибіотикотерапії [1; 12]. Корови за ендометриту, з іншого боку, можуть потребувати системного лікування для відновлення гомеостазу стану організму. Тому таке лікування зазвичай включає комбінацію антибіотиків, нестероїдних протизапальних і стимулюючих засобів, гормонів, зокрема й утеротоніків і простагландинів [1; 25].

Для лікування хворих з анаеробною інфекцією широко використовують препарати із групи нітроїмідазолів, серед яких найбільш вживаним у гуманній і ветеринарній медицині є метронідазол [9; 13]. Його комбінують із багатьма іншими антимікробними препаратами, що дозволяє успішно як лікувати, так і профілактувати гнійно-запальні процеси, ускладнені неклостридіальною анаеробною інфекцією. За різними повідомленнями, протягом останніх років резистентність до метронідазолу виявляється стабільною та рідкою, що дозволяє цьому «старому» антибіотику зберігати ключову роль у лікуванні інфекцій, спричинених анаеробами [7; 26].

Фторхінолони є загальноприйнятим і ключовим класом антибіотиків, оскільки вони високоефективні проти складних інфекцій сечовивідних шляхів та інших органів, завдяки широкому спектру антибактеріальної дії. Це високоактивні синтетичні хіміотерапевтичні засоби, які мають високу антибактеріальну активність проти більшості збудників на всіх етапах її розвитку. Фторхінолони проявляють активну бактерицидну дію, яка зумовлена пригніченням субодинаці А ДНК-гідрази бактерій, що забезпечує реплікацію їх ДНК. Деякі фторхінолони активні також щодо анаеробних збудників [17; 20].

Мета роботи. Мета дослідження – розробити та визначити ефективність комплексної терапії корів за післяємного ендометриту, яка базується на регіонарному введенні препаратів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися в молочних господарствах Хмельниччини та лабораторії імунології відтворення ссавців кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Матеріалом для досліджень були корови української молочної чорно-рябої та червоної породи віком 3–5 років із середньою молочною продуктивністю за попередню лактацію 6,5 тис. кг, які утримувалися в типових приміщеннях із задовільними параметрами мікроклімату. Годівля та догляд за тваринами в основному відповідали їхньому фізіологічному стану та продуктивності.

Шляхом акушерської диспансеризації було відібрано та проліковано 36 корів із діагнозом «гострий гнійно-катаральний ендометрит». На першому етапі досліджень був проведений підбір антибіотиків і гормональних препаратів, визначені їх оптимальні дози, комбінації й апробовані раціональні методи введення. В основу комплексних схем лікування було покладено регіонарне введення лікарських препаратів: у внутрішню здухвинну артерію з фіксацією через пряму кишку, паравагінально та внутрішньопіхвоно [1; 4].

Коровам першої дослідної групи (далі – Д1) як антибіотикотерапію застосовували «Енрофлораксин-100» (1 мл препарату містить 100 мг енрофлораксину). Препарат, ін'єктували внутрішньом'язово в дозі 5 мг енрофлораксину на 1 кг маси тіла, що відповідає 5,0 мл препарату на 100 кг маси тіла, один раз на добу впродовж 4–5 діб. Коровам другої дослідної групи (далі – Д2) у першу добу «Енрофлораксин-100» вводили у внутрішню здухвинну артерію в дозі 2,5 мг на 1 кг маси тіла (далі – м. т.) (2,5 мл на 100 кг м. т.) (рис. 1, 2).



Рис. 1. Пункція внутрішньої здухвинної артерії



Рис. 2. Уведення антибіотика у внутрішню здухвинну артерію

Через добу антибіотик двічі з інтервалом 24 години ін'єктували паравагінально в дозі 5 мл на 100 кг м. т. Коровам третьої дослідної групи (далі – Д3) у перший день проводили внутрішньоартеріальне вливання препаратів «Енрофлоксацин-100» та «Метранідазол 5%», відповідно по 2,5 та 5,0 мл на 100 кг м. т., а через 24 годин препарати ін'єктували паравагінально в дозі 5,0 та 10,0 мл на 100 кг м. т. Перед інтраартеріальним введенням препарати змішували з 0,9% розчином натрію хлориду (1:1). У першу добу коровам Д1 внутрішньом'язово вводили по 2,0 мл «Броестрофану» та 10,0 мл «Доцитолу», у Д2, Д3 їх вводили інтраартеріально (1,0 мл «Броестрофану» та 5,0 мл «Доцитолу»). Перед першим введенням препаратів коровам усіх дослідних груп проводили трансректальний масаж геніталій, одночасно з яким визначали стан матки (величину, болючість, флуктуацію, ригідність) і маткових артерій, характер і об'єм виділень. Ураховуючи те, що ендометрит у більшості корів перебігав з ознаками вестибуло-вагініту, усім тваринам водночас з антибіотикотерапією в піхву за допомогою 50 мл шприца та полістиролової піпетки для штучного осіменіння вливали 40–50 мл суміші препарату АСД-ф-3 та соняшникової олії (1:10).

Під час розроблення протоколів лікування корів за післяютельного ендометриту ми базувалися на принципах раціонального та комплексного застосування антибактеріальних, гормональних і стимулюючих засобів, які передбачають регіонарні способи їх введення з урахуванням синергічного ефекту застосованих комбінацій лікарських речовин. З огляду на той факт, що ідентифікація збудників гнійно-запальних процесів у матці корів і визначення їхньої чутливості до антибактерійних засобів триває 2–4 доби, на практиці антибіотикотерапію

вимушено починають емпірично. Надалі, після отримання результату мікробіологічних тестувань, за необхідності проводять корекцію антибіотикотерапії. Також ураховують результати клінічних досліджень хворих корів під час лікування, згідно з якими вносять зміни у протокол терапії.

Аналіз результатів проведених клініко-експериментальних досліджень із визначення порівняльної ефективності різних способів введення антибіотиків, гормональних і стимулюючих препаратів показав їхню високу лікувальну ефективність за гостро-гнійної форми ендометриту в корів (табл. 1). Комбіноване застосування «Броестрофану» та «Доцитола», завдяки синергічному ефекту, спричинило активне скорочення матки й евакуацію ексудату, чому також сприяв трансректальний масаж геніталій. На нашу думку, це підсилило кровообіг у статевих органах, що сприяло притоку в запальне вогнище антибіотика та чинників природного захисту організму. Окрім того, одночасне застосування «Броестрофану» та «Доцитола» забезпечило високий лютеолітичний ефект, що сприяло швидкому відновленню статевої циклічності корів і скороченню сервіс-періоду.

Таблиця 1. Результати лікування корів

Групи корів	Видужало після одного курсу лікування, гол./%	Рецидивувало, гол./%	Запліднилося після першого осіменіння, гол./%	Тривалість періоду від отелення до запліднення, (діб)
Д1	9/80,4	3/25,0	8/66,7	78,54 ± 4,36
Д2	11/91,7	1/8,3	10/83,3	69,22 ± 4,40
Д3	12/100,0	–	11/91,7	66,24 ± 3,38

Уже через 72 години від початку лікування у хворих корів припинялися матково-вагінальні виділення; під час трансректального обстеження встановлювали зменшення розмірів, відсутність флуктуації та болючості матки, відновлення її скорочувальної здатності та симетричності рогів. Внутрішньоартеріальне введення «Броестрофану» та «Доцитола» у вдвічі меншій за рекомендовану настановою дозі (Д2, Д3) не менш позитивно відбилося на результатах лікування та відновленні фертильної функції корів.

Установлено, що регіонарна моноантибіотикотерапія (Д2) виявилася більш дієвою, ніж внутрішньом'язові ін'єкції енрофлоксацину (Д1): на 11,3% вищою була ефективність лікування, на 16,6% зросла їх запліднюваність після першого осіменіння та на 9,3% зменшився сервіс-період. Після проведення комбінованої регіонарної антибактеріальної терапії (Д3) клінічно одужали всі тварини, 91,7% із яких запліднилося після першого осіменіння, а сервіс-період був найкоротшим. Отже, результати проведених досліджень дають підставу стверджувати, що запропонована регіонарна антибіотикотерапія в поєднанні з лютеолітичним, утеротропним і стимулюючим препаратами є клінічно ефективним і економічно доцільним методом лікування корів за післяотельного ендометриту.

Отже, післяотельний ендометрит є одним із найпоширеніших захворювань молочних корів, що спричиняє зниження плодючості та значні економічні збитки [21; 23]. За своєю етіопатогенетичною суттю він є інфекційним процесом, пов'язаним із різними бактеріальними інфекціями в матці, тому його лікування насамперед потребує застосування антибактерійних засобів. Проте широке та часто невиправдане застосування антибіотиків стало причиною підвищення стійкості мікробів, появи мультирезистентних бактеріальних штамів, тому звичні методи лікування стали менш ефективними [5; 15; 21]. Останнім часом увага дослідників зосередилася на здоровому мікробіомі матки та піхви, щоб зробити акцент не на лікуванні, а на профілактиці інфекційних ускладнень пуерперію. Це узгоджується з тенденцією зменшення використання антибіотиків у медицині або, коли це можливо, заміни їх альтернативними варіантами лікування [25]. Тому дослідники шукають альтернативні антибіотикам препарати та методи лікування самок за пуерперальної інфекції, або вишукують нові способи раціональної антибіотикотерапії. Із цією метою етіотропну терапію гнійно-запальних процесів поєднують із різними імунomodulatory, стимулюючими засобами впливу, озонотерапією, наночастками ZnO, препаратами йоду, синтетичними аналогами PGF 2α, утеротоніками, вакцинацією й іншими методами, серед яких і спрямоване (регіонарне) введення препаратів [1; 3–5; 8; 14; 19]. Отже, підвищення стійкості бактеріальних збудників до антибіотиків уже визнано головною проблемою охорони здоров'я у 21 ст., а з урахуванням факту порушення гомеостазу й імуносупресії організму корів під час отелення постає необхідність раціонального застосування антибіотиків із метою зменшення їхніх побічних ефектів [2; 16].

Дані положення нами були враховані під час розроблення комплексних схем лікування корів за гострого ендометриту, насамперед переваги регіонарного введення антибіотиків, принципи синергічної дії препаратів і оптимізація їх дозування. Беручи до уваги численні повідомлення про розвиток у порожнині матки корів змішаної інфекції, анаеробної також, нами були призначені антимікробні препарати, які володіють широким антибактеріальним спектром і бактерицидною дією [6; 22; 23]. Введення енрофлоксацину та метранідазолу в артерію, яка живить матку, дозволяє спрямовано сконцентрувати фармакологічну дію препаратів у патологічному вогнищі, що зменшило курсову дозу антибіотиків у 2–2,5 раза та скоротило термін лікування. Інтраартеріальне введення «Броестрофану» у комбінації з «Доцитолом» поряд зі зменшенням їхніх доз удвічі прискорило індукцію статевої охоти та запліднюваність корів, а також запобігло рецидивам запального процесу в матці.

Отже, результати проведених клінічних досліджень дають підставу стверджувати, що лікування пуерперальної інфекції у корів має бути етіотропним, динамічним, послідовним, комплексним і системним. Основним

компонентом комплексно-послідовної терапії корів за ендометриту є антибіотики, а їх раціональне застосування значною мірою визначає ефективність лікування.

Висновки. Регіонарне введення енрофлоксацину та метранідазолу виявилося більш ефективним способом лікування корів за післятотельного ендометриту, ніж їх внутрішньом'язові ін'єкції. Раціональне застосування антибіотиків у комбінації з утеротонічними та стимулюючими засобами терапії дозволяє у 2–2,5 раза зменшити курсові дози препаратів і скоротити термін лікування, що забезпечило оптимальні клініко-економічні показники. Результати досліджень можуть бути використані в навчальному процесі під час підготовки спеціалістів ветеринарної медицини, у практичній і науковій роботі фахівців даного профілю.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розроблення ефективних методів терапії корів з ускладненим пуерперієм, які базуються на принципах раціональної антибіотикотерапії з урахуванням переваг регіонарного введення препаратів.

Список використаних джерел

1. Боднар О. Ефективність терапії корів за післятотельного гнійного ендометриту залежно від способу введення препаратів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2021. Вип. 101. С. 40–43. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2021.101.07>.
2. Боднар О. Аналіз взаємозв'язків показників клітинного імунітету організму корів за післятотельного ендометриту. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. № 33. С. 166–171. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-18>.
3. Боднар О.О., Керничний С.П., Захарова Т.В., Боднар О.О. Регіонарне застосування антибіотиків та препаратів йоду в комплексних схемах лікування корів за гнійного ендометриту. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. Вип. 237. С. 149–158.
4. Спосіб лікування гнійного ендометриту у корів : пат. 85115 Україна. № 03110 ; заявл. 23.03.2007 ; опубл. 25.12.2008. Бюл. № 24. 3 с.
5. Amin Y.A., Abdelaziz S.G., Said A.H. Treatment of postpartum endometritis induced by multidrug-resistant bacterial infection in dairy cattle by green synthesized zinc oxide nanoparticles and in vivo evaluation of its broad spectrum antimicrobial activity in cow uteri. *Research in Veterinary Science*. 2023. Vol. 165. P. 105074. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105074>.
6. Benzaquen M.E., Risco C.A., Archbald, L.F., Melendez P., Thatcher M.J., Thatcher W.W. Rectal temperature, calving-related factors, and the incidence of puerperal metritis in postpartum dairy cows. 2007. *J. Dairy Sci.* Vol. 90. P. 2804–2814. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-482>.
7. Boyanova L., Kolarov R., Mitov I. Recent evolution of antibiotic resistance in the anaerobes as compared to previous decades. *Anaerobe*. 2015. Vol. 31. P. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2014.05.004>.
8. Deori S., Phookan A. Bovine Postpartum Metritis and its Therapeutics: A Review. *Indian Journal of Science and Technology*. 2015. Vol. 8 (23). P. 1–5. [10.17485/ijst/2015/v8i23/52386](https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i23/52386).
9. Dingsdag S.A., Hunter N. Metronidazole: An update on metabolism, structure–cytotoxicity and resistance mechanisms. *J. Antimicrob. Chemother.* 2018. Vol. 73. P. 265–279. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx351>.
10. Ghanem M.E., Tezuka E., Sasaki K., Takahashi, M., Yamagishi N., Izaika Y., Osawa T. Correlation of blood metabolite concentrations and body condition scores with persistent postpartum uterine bacterial infection in dairy cows. 2016. *J. Reprod. Dev.* Vol. 62. P. 457–463. <https://doi.org/10.1262/jrd.2015-103>.
11. Haimlerl P., Arlt S., Borchardt S., Heuwieser W. Antibiotic treatment of metritis in dairy cows – A meta-analysis. 2017. *J. Dairy Sci.* Vol. 100. P. 3783–3795. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11834>.
12. Haimlerl P., Heuwieser W. Invited review: Antibiotic treatment of metritis in dairy cows: a systematic approach. *J. Dairy Sci.* 2014. Vol. 97. P. 6649–6661. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8462>.
13. Hernández Ceruelos A., Romero-Quezada L.C., Ruvalcaba Ledezma J.C., López Contreras L. Therapeutic uses of metronidazole and its side effects: an update. *Eur Rev Med Pharmacol Sci. Jan.* 2019. Vol. 23 (1). P. 397–401. https://doi.org/10.26355/eurrev_201901_16788.
14. Jeremejeva J., Orro T., Waldmann A., Kask K. Treatment of dairy cows with PGF2α or NSAID, in combination with antibiotics, in cases of postpartum uterine inflammation. *Acta. Vet. Scand.* 2012. Vol. 54. P. 45. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-54-45>.
15. Le Blanc S.J. Review: Postpartum reproductive disease and fertility in dairy cows. *Animal*. 2023. Vol. 17. Sup. 1. P. 100781. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100781>.
16. Machado V.S., Bicalho M.L.S., Gilbert R.O., Bicalho R.C. Short communication: Relationship between natural antibodies and postpartum uterine health in dairy cows. 2014. *J. Dairy Sci.* Vol. 97. P. 1–5. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8393>.
17. Maris A.S., Brewer D.J., Humphries R.M. The Fluoroquinolones: An Update for the Clinical Microbiologist. *Clinical Microbiology Newsletter*. 2021. Vol. 43 (12). P. 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2021.06.001>.
18. Masera J., Gustafsson B.K., Afify M.M., Stowe C.M., Bergt G.P. Disposition of oxytetracycline in the bovine genital tract: systemic vs intrauterine administration. *J. of the Am. Vet. Med. Assoc.* 1980. Vol. 176. P. 1099–1102.
19. Parmar K.H. Endometritis in Bovine : A Review. *Agricultural Reviews*. 2021. Vol. 42 (3). P. 342–347. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2038>.
20. Reissier S., Penven M., Guérin F. Recent Trends in Antimicrobial Resistance among Anaerobic Clinical Isolates. *Journals Microorganisms*. 2023. Vol. 11 (6). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061474>.
21. Sheldon I.M., Owens S.E. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. In *Proceedings of the 33rd Annual Scientific Meeting of the European Embryo Transfer Association (AETE)*. Bath. UK. 8–9 September. 2017. Vol. 14. P. 622–629. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006>.
22. Sheldon I.M., Williams E.J., Miller A.N., Nash D.M., Herath S. Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet J.* 2008. Vol. 176. P. 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.031>.

23. Sheldon I.M., Rycroft A.N., Znou C. Association between postpartum pyrexia and uterine bacterial infection in dairy cattle. *Vet Rec.* 2004. Vol. 154. P. 289–293. <https://doi.org/10.1136/vr.154.10.289>.
24. Smith B.I., Donovan A., Risco C., Littell R., Young C., Stanker L.H., Elliott J. Comparison of various antibiotic treatments for cows diagnosed with toxic puerperal metritis. *J. Dairy Sci.* 1998. Vol. 81. P. 1555–1562. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75721-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75721-2).
25. Várhidi Z., Csikó G., Bajcsy Á.C., Jurkovich V. Uterine Disease in Dairy Cows: A Comprehensive Review Highlighting New Research Areas. *Journals Veterinary Sciences.* 2024. Vol. 11 (2). 66. <https://doi.org/10.3390/vetsci11020066>.
26. Wybo I., Van den Bossche D., Soetens O., Vekens E., Vandoorslaer K., Claeys, G., Glupczynski Y., Ieven M., et al. Fourth Belgian multicentre survey of antibiotic susceptibility of anaerobic bacteria. 2014. *J. Antimicrob. Chemother.* Vol. 69. P. 155–161. <https://doi.org/10.1093/jac/dkt344>.

Bodnar O. O.

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Assistant at the Department of Veterinary Obstetrics,
Internal Pathology and Surgery,
Higher Educational Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: bodnar.vetdoc@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6161-6835*

EFFECTIVENESS OF VARIOUS METHODS OF ADMINISTRATION OF ANTIBIOTICS IN COMPREHENSIVE SCHEMES OF TREATMENT OF COWS FOR POST-CALVATIONAL ENDOMETRITIS

Abstract

Post-calvation diseases of the uterus are a serious problem of dairy cows, as they can affect a significant proportion of the population and have serious consequences for the reproductive ability of females and milk production. Therefore, the prevention and timely and effective treatment of puerperal complications should be considered as an important link in the system of measures to eliminate infertility and barrenness of cows.

The paper presents the results of clinical and experimental studies on the regional use of antibiotics and stimulating drugs in comprehensive treatment schemes of cows for post-calvation endometritis. The basis of rational etiologic and pathogenetic therapy was regional administration of drugs: into the internal iliac artery, paravaginally and intravaginally. Comprehensive and sequential treatment regimens for patients with endometritis in cows were scientifically substantiated, developed and tested.

Clinical studies have shown that combined regional administration of enrofloxacin and metronidazole in combination with prostaglandin and a uterotonic drug turned out to be a more effective method of treating cows with purulent endometritis than their intramuscular injections. Injection of antimicrobial drugs into the main vessel that feeds the uterus allows to significantly concentrate their pharmacological action in the pathological focus. At the same time, the fertility of cows increased, the proportion of disease recurrence decreased, and the treatment period was shortened. Such a rational approach to improving therapy protocols allows reducing drug costs, which ensures its optimal pharmacoeconomic indicators. It was established that the combined administration of “broestrophan” and “docitol” due to the synergy of their action ensured active evacuation of exudate from the uterus and luteolysis, which positively affected the results of treatment and restoration of the reproductive function of cows.

Key words: cow, uterus, endometritis, antibiotic, infection, exudate, therapy, inflammation, fertility.

References

1. Bodnar, O. (2021). Efektyvnist terapii koriv za pisliaotelnoho hniinoho endometrytu zalezno vid sposobu vvedennia preparativ [The effectiveness of treatment of cows with post-calving purulent endometritis depending on the method of drug administration] *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ia [Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral]*. 101, 40–43. DOI: 10.37000/abbsl.2021.101.07 [in Ukrainian].
2. Bodnar, O. (2020). Analiz vzaiemozvy'iazkiv pokaznykiv klitynnoho imunitetu orhanizmu koriv za pisliaotelnoho endometrytu [Analysis of the relationships between indicators of cellular immunity of the body of cows in post-hospital endometritis]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podilskyi Visnyk: Agriculture, Technology, Economics]*. 32, 166–171 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-18>.
3. Bodnar, O.O., Kernychnyi, S.P., Zakharova, T.V., Bodnar, O.O. (2016). Regionarne zastosuvannia antybiotykyv ta preparativ yodu v kompleksnykh skhemakh likuvannia koriv za hniinoho endometrytu [Regional use of antibiotics and iodine preparations in complex treatment regimens for cows with purulent endometritis]. *Nauk. visnyk NUBiP Ukrainy [Sci. Bulletin of the NUBiP of Ukraine]*. 237, 149–158 [in Ukrainian].
4. Sposib likuvannia hniinoho endometrytu u koriv: pat. 85115. Ukraina. № 03110; zaiavl. 23.03.2007; opubl. 25.12.2008. Biul. № 24. 3 s. [Method of treating purulent endometritis in cows: pat. 85115. Ukraine]. № 03110; appl. 23.03.2007; publ. 25.12.2008, Bull. № 24. 3 p. [in Ukrainian].
5. Amin, Y.A., Abdelaziz, S.G., Said, A.H. (2023). Treatment of postpartum endometritis induced by multidrug-resistant bacterial infection in dairy cattle by green synthesized zinc oxide nanoparticles and in vivo evaluation of its broad spectrum antimicrobial activity in cow uteri. *Research in Veterinary Science.* 165, 105074. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105074> [in English].

6. Benzaquen, M.E., Risco, C.A., Archbald, L.F., Melendez, P., Thatcher, M.J., Thatcher, W.W. (2007). Rectal temperature, calving-related factors, and the incidence of puerperal metritis in postpartum dairy cows. *J Dairy Sci.* 90, 2804–2814. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-482> [in English].
7. Boyanova, L., Kolarov, R., Mitov, I. (2015). Recent evolution of antibiotic resistance in the anaerobes as compared to previous decades. *Anaerobe.* 31, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2014.05.004> [in English].
8. Deori, S., Phookan, A. (2015). Bovine Postpartum Metritis and its Therapeutics: A Review. *Indian Journal of Science and Technology.* 8 (23), 1–5. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i23/52386 [in English].
9. Dingsdag, S.A., Hunter, N. (2018). Metronidazole: An update on metabolism, structure–cytotoxicity and resistance mechanisms. *J. Antimicrob. Chemother.* 73, 265–279. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx351> [in English].
10. Ghanem, M.E., Tezuka, E., Sasaki, K., Takahashi, M., Yamagishi, N., Izaike, Y., Osawa, T. (2016). Correlation of blood metabolite concentrations and body condition scores with persistent postpartum uterine bacterial infection in dairy cows. *J. Reprod. Dev.* 62, 457–463. <https://doi.org/10.1262/jrd.2015-103> [in English].
11. Haimerl, P., Arlt, S., Borchardt, S., Heuwieser, W. (2017). Antibiotic treatment of metritis in dairy cows – A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 100, 3783–3795. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11834> [in English].
12. Haimerl, P., Heuwieser, W. (2014). Invited review: Antibiotic treatment of metritis in dairy cows: a systematic approach. *J. Dairy Sci.* 97, 6649–6661. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8462> [in English].
13. Hernández Ceruelos, A., Romero-Quezada, L.C., Ruvalcaba Ledezma, J.C., López Contreras, L. (2019). Therapeutic uses of metronidazole and its side effects: an update. *Eur Rev Med Pharmacol Sci. Jan.* 23 (1), 397–401. https://doi.org/10.26355/eur-rev_201901_16788 [in English].
14. Jeremejeva, J., Orro, T., Waldmann, A., Kask, K. (2012). Treatment of dairy cows with PGF_{2α} or NSAID, in combination with antibiotics, in cases of postpartum uterine inflammation. *Acta. Vet. Scand.* 54, 45. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-54-45> [in English].
15. Le Blanc, S.J. (2023). Review: Postpartum reproductive disease and fertility in dairy cow. *Animal.* 17 (1), 100781. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100781> [in English].
16. Machado, V.S., Bicalho, M.L.S., Gilbert, R.O., Bicalho, R.C. (2014). Short communication: Relationship between natural antibodies and postpartum uterine health in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97, 1–5. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8393> [in English].
17. Maris, A.S., Brewer, D.J., Humphries, R.M. (2021). The Fluoroquinolones: An Update for the Clinical Microbiologist. *Clinical Microbiology Newsletter.* 43 (12), 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2021.06.001>.
18. Masera, J., Gustafsson, B.K., Afiefy, M.M., Stowe, C.M., Bergt, G.P. (1980). Disposition of oxytetracycline in the bovine genital tract: systemic vs intrauterine administration. *J. of the Am. Vet. Med. Assoc.* 176, 1099–1102 [in English].
19. Parmar, K.H. (2021). Endometritis in Bovine: A Review. *Agricultural Reviews.* 42 (3), 342–347. DOI: 10.18805/ag.R-2038 [in English].
20. Reissier, S., Penven, M., Guérin, F. (2023). Recent Trends in Antimicrobial Resistance among Anaerobic Clinical Isolates. *Journals Microorganisms.* 11 (6). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061474> [in English].
21. Sheldon, I.M., Owens, S.E. (2017). Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. In *Proceedings of the 33rd Annual Scientific Meeting of the European Embryo Transfer Association (AETE). Bath. UK. 8–9 September.* 14, 622–629. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006> [in English].
22. Sheldon, I.M., Williams, E.J., Miller, A.N., Nash, D.M., Herath, S. (2008). Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet J.* 176, 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.031> [in English].
23. Sheldon, I.M., Rycroft, A.N., Znou, C. (2004). Association between postpartum pyrexia and uterine bacterial infection in dairy cattle. *Vet Rec.* 154, 289–293. <https://doi.org/10.1136/vr.154.10.289> [in English].
24. Smith, B.I., Donovan, A., Risco, C., Littell, R., Young, C., Stanker, L.H., Elliott, J. (1998). Comparison of various antibiotic treatments for cows diagnosed with toxic puerperal metritis. *J. Dairy Sci.* 81, 1555–1562. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75721-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75721-2) [in English].
25. Várhidi, Z., Csikó, G., Bajcsy, Á.C., Jurkovich, V. (2024). Uterine Disease in Dairy Cows: A Comprehensive Review Highlighting New Research Areas. *Journals Veterinary Sciences.* 11 (2). <https://doi.org/10.3390/vetsci11020066> [in English].
26. Wybo, I., Van den Bossche, D., Soetens, O., Vekens, E., Vandoorslaer, K., Claeys, G., Glupczynski, Y., Ieven, M., Melin, P., Nonhoff, C. et al. (2014). Fourth Belgian multicentre survey of antibiotic susceptibility of anaerobic bacteria. *J. Antimicrob. Chemother.* 69, 155–161. <https://doi.org/10.1093/jac/dkt344> [in English].

УДК 636.7:616.36:577.1

Горюк В. В.

кандидат ветеринарних наук, доцент,
доцент кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: horiukv@ukr.net
ORCID: 0000-0002-1633-7287

Горюк Ю. В.

доктор ветеринарних наук, доцент,
професор кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: goriuky@ukr.net
ORCID: 0000-0002-7162-8992

Кожин В. А.

доктор філософії з ветеринарної медицини,
асистент кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: vlad.kozhyn@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2377-3589

Васильків О. Б.

аспірант,
Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН
Тернопіль, Україна
E-mail: vasylkiv72@gmail.com
ORCID: 0009-0005-3748-3266

ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ГЕМАТОБІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У СОБАК З ПАТОЛОГІЯМИ ПЕЧІНКИ

Анотація

Печінка є однією з найбільш важливих залоз організму, яка виконує численні біохімічні та фізіологічні функції, критично необхідні для метаболізму. Це дозволяє їй виконувати свої завдання навіть після серйозних патологічних змін, завдяки великій здатності до регенерації та значним функціональним резервам. Однак захворювання печінки, такі як гострий і хронічний гепатит, цироз, холестази і холангіогепатит, є одними з основних причин смертності серед собак. Зміни в гематологічних та біохімічних показниках крові можуть бути важливими індикаторами для діагностики цих захворювань. Метою дослідження було вивчення змін гематологічних і біохімічних показників при різних патологіях печінки у собак.

Дослідження проводилося на собаках різних порід і вікових груп, які лікувалися у клініках ветеринарної медицини. Встановлено, що при хронічному гепатиті та холестазі знижується рівень гемоглобіну, еритроцитів і гематокриту, що може бути пов'язано з порушенням кровообігу або підвищенням крихкості еритроцитів. Нейтрофілія та зниження кількості тромбоцитів були зафіксовані при всіх патологіях, що свідчить про порушення функції кісткового мозку або секвестрацію тромбоцитів у селезінці.

У дослідженні також було виявлено, що активність трансаміназ (АЛТ і АСТ), лужної фосфатази (ЛФ) та гамма-глутамілтрансферази (ГГТ) підвищується при гепатитах і холестазах. Значне збільшення рівня білірубіну було зафіксовано при холестазах та хронічному гепатиті. Зниження рівня альбуміну, глобуліну та загального білка при хронічних захворюваннях печінки підтверджує порушення білкового обміну, що може бути пов'язано з мальабсорбцією та запальними процесами. Відзначено також зниження рівня холестерину і глюкози, що відображає порушення метаболізму при печінкових захворюваннях.

Отже, дослідження показало, що зміни в гематологічних і біохімічних показниках можуть бути корисними діагностичними маркерами для виявлення та моніторингу патологій печінки у собак.

Ключові слова: печінка, собаки, гематологічні показники, біохімічні показники, гепатит, холестази.

Вступ. Печінка є одним із найважливіших органів організму та найбільшою паренхіматозною залозою, яка має значні функціональні резерви (70–80%) і здатність до регенерації [1; 4; 8]. Це дозволяє їй виконувати свої функції навіть після серйозних патологічних змін. Печінка виконує численні біохімічні, синтетичні, екскреторні та регуляторні функції, критично важливі для метаболізму організму [5; 15]. Захворювання печінки є однією з п'яти основних причин смертності серед собак [7; 13]. Частота захворювань печінки у собак становить близько 1–2%. Серед захворювань печінки у собак найпоширенішими є гострий гепатит, хронічний гепатит і цироз. Печінка також відіграє ключову роль у підтриманні гемостазу, виробляючи антикоагулянтні та фібринолітичні білки, а також очищаючи кров від факторів згортання [10; 16].

Діагностика захворювань печінки може бути складною, оскільки симптоми цього органу часто є неоднозначними або перекриваються з симптомами інших захворювань [1; 19; 23]. Причини захворювань печінки різноманітні, включаючи інфекційні, генетичні, аутоімунні та метаболічні фактори. Це ускладнює постановку точного діагнозу, тому важливо правильно визначити основну причину захворювання.

Диференціальна діагностика найпоширеніших патологій печінки, зокрема гепатиту, гепатодистрофії та цирозу у собак, повинна ґрунтуватися на комплексній оцінці клінічних ознак, результатів ультразвукового дослідження органу та показників гематологічного й біохімічного аналізів крові [1; 20; 21]. При аналізі функції печінки, зазвичай, оцінюються такі показники, як аланінамінотрансфераза, аспартатамінотрансфераза, лужна фосфатаза, гамма-глутамілтрансфераза, загальний білірубін, кон'югований (прямий) білірубін, некон'югований (непрямий) білірубін, протромбіновий час, лактатдегідрогеназа, загальний білок, глобуліни та альбумін. Ці тести допомагають визначити зону ураження печінки, а також дозволяють сформулювати диференційну діагностику [2; 11; 18].

Мета дослідження. Мета роботи визначити та порівняти гематологічні та біохімічні зміни крові при різних патологіях печінки у собак.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Дослідження проводилося на собаках різних порід та вікових груп, яких лікували до клініках ветеринарної медицини Хмельницької області протягом 2023–2024 років. Попередньо тваринам було встановлено діагнози: гострий гепатит, хронічний гепатит та холестаз/холангіогепатит.

Гематологічні показники визначалися за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора для ветеринарії HBVET-1 (SINNOWA, Китай) відповідно до рекомендацій виробника. Для визначення біохімічних показників крові використовували напівавтоматичний біохімічний аналізатор BS3000M (SINNOWA Medical Science & Technology Co., LTD, Китай) згідно з інструкцією. Ультразвукову діагностику проводили використовуючи УЗД апарат експертного класу Siemens Acuson S2000 (Китай). Перед проведенням дослідження з області сканування видалили шерсть, ретельно очистили шкіру медичним спиртом від забруднень та шкірного жиру, після чого нанесли акустичний гель для покращення контакту шкіри з апаратом.

Отримані результати досліджень були статистично оброблені з використанням програм Microsoft Excel та Statistica 10 Edition. Результати середніх значень вважалися вірогідними при $P \leq 0,05$.

Порушення функції гепатобіліарної системи спостерігаються при багатьох гострих і хронічних клінічних станах [17; 22]. До них можуть призводити гепатотоксичність, викликана лікарськими засобами, інфекційні захворювання, вроджені або неопластичні патології, метаболічні порушення, дегенеративні процеси, судинні ураження, аутоімунні захворювання, а також тупі травми. Усі ці фактори здатні викликати значні зміни у структурі та функції печінки й жовчовивідних шляхів, що потребує своєчасної діагностики та комплексного підходу до лікування.

Через складну анатомічну та фізіологічну будову печінки не існує єдиного тесту, який би міг точно ідентифікувати печінкове захворювання або його причину. Саме тому для діагностики гепатобіліарних патологій необхідне використання комплексу досліджень. До рекомендованого переліку скринінгових досліджень у тварин з підозрою на гепатобіліарну патологію входять: загальний аналіз крові (CBC), біохімічний профіль сироватки крові, аналіз сечі, копрологічне дослідження, рентгенографія та ультрасонографія [19; 23]. На рис. 1 зображено результати УЗД діагностики у собаки з патологією печінки та встановлено попередній діагноз ліпідоз + холестаза + гепатомегалія.

Результати дослідження, які зображено на рис. 2, демонструють зміни у печінці собаки при холестазі та ліпідозі.

У таблиці 1 наведено результати дослідження гематологічних показників у собак за різних патологій печінки.

Результати дослідження показують, що при гострому гепатиті вміст гемоглобіну, гематокриту, кількість еритроцитів та тромбоцитів становили $10,61 \pm 0,58$ г/дл, $30,95 \pm 1,95\%$, $5,23 \pm 0,21 \times 10^6$ /мл та $3,25 \pm 0,17 \times 10^5$ /мл відповідно. Усі ці показники були дещо менші порівняно зі здоровими собаками. Незначно зросла кількість лейкоцитів до $13,94 \pm 0,61 \times 10^3$ /мл. Час згортання крові збільшився майже у 1,5 раза порівняно з контрольною групою. Диференційований лейкоцитарний склад показав, що нейтрофіли, лімфоцити, моноцити, еозинофіли та базофіли становили $24,41 \pm 1,80\%$, $3,60 \pm 0,32\%$, $0,60 \pm 0,15\%$ та $0,11 \pm 0,09\%$ відповідно. На цьому фоні спостерігали збільшення вмісту нейтрофілів порівняно зі здоровими тваринами.



Рис. 1. УЗД зображення печінки собаки при ліпідозі + холестазі + гепатомегалії

Таблиця 1. Гематологічні показники у собак при захворюваннях печінки

Показники	Контроль, здорові тварини, n=5	Собаки з ознаками гострого гепатиту, n=6	Собаки з ознаками хронічного гепатиту, n=9	Собаки з ознаками холестазу/ холангіогепатиту, n=5
Гемоглобін, г/дл	11,97 ± 0,50	10,61 ± 0,58	8,32 ± 0,40	8,17 ± 0,62
Гематокрит, %	34,69 ± 2,11	30,95 ± 1,95	26,14 ± 1,46	26,41 ± 2,09
Вміст еритроцитів, 10 ⁶ /мл	5,89 ± 0,31	5,23 ± 0,21	4,62 ± 0,24	4,39 ± 0,41
Вміст лейкоцитів, 10 ³ /мл	11,63 ± 0,87	13,94 ± 0,61	14,85 ± 0,89	14,71 ± 0,83
Вміст тромбоцитів, 10 ⁵ /мл	3,59 ± 0,21	3,25 ± 0,17	2,63 ± 0,29	2,30 ± 0,21
Час згортання крові, хв	2,09 ± 0,62	3,00 ± 0,09	2,52 ± 0,22	3,20 ± 0,17
Диференціальна лейкоцитарна формула, %				
Нейтрофіли	64,90 ± 1,68	71,20 ± 3,25	68,49 ± 3,71	64,97 ± 2,79
Лімфоцити	25,76 ± 1,64	24,41 ± 1,80	24,81 ± 1,30	27,55 ± 2,20
Моноцити	5,61 ± 0,21	3,60 ± 0,32	4,51 ± 0,24	4,71 ± 0,31
Еозинофіли	3,25 ± 0,19	0,60 ± 0,15	2,13 ± 0,18	2,82 ± 0,24
Базофіли	0,17 ± 0,11	0,11 ± 0,09	0,21 ± 0,04	0,19 ± 0,05



Рис. 2. УЗД зображення печінки собаки при ліпідозі + холестазі

Таблиця 2. Біохімічні показники у собак при захворюваннях печінки

Показники	Контроль, здорові тварини, n=5	Собаки з ознаками гострого гепатиту, n=6	Собаки з ознаками хронічного гепатиту, n=9	Собаки з ознаками холестази/ холангіогепатиту, n=5
АЛТ, Од/л	47,35 ± 2,1	1011,76 ± 190	532,78 ± 17,46	433,51 ± 5,94
АСТ, Од/л	30,22 ± 1,98	417,28 ± 18,30	381,39 ± 14,60	197,11 ± 21,29
ЛФ, Од/л	65,32 ± 6,90	285,12 ± 65,56	405,61 ± 69,12	941,19 ± 128
ГГТ, Од/л	8,90 ± 0,62	13,59 ± 1,70	15,14 ± 2,20	18,35 ± 3,12
Глюкоза, мг/дл	91,66 ± 2,30	83,25 ± 4,50	64,67 ± 2,12	69,65 ± 4,23
Холестерол, мг/дл	214,32 ± 2,77	197,04 ± 11,52	118,23 ± 9,37	159,76 ± 8,53
Загальний білок, г/дл	6,40 ± 0,06	6,01 ± 0,20	5,27 ± 0,16	5,63 ± 0,25
Альбумін, г/дл	2,98 ± 0,04	2,75 ± 0,12	2,19 ± 0,08	2,67 ± 0,13
Глобулін, г/дл	3,43 ± 0,03	3,31 ± 0,11	3,10 ± 0,11	3,05 ± 0,20
А/Г	0,88 ± 0,01	0,86 ± 0,04	0,72 ± 0,03	0,84 ± 0,02
Білірубін, мг/дл	1,05 ± 0,12	1,90 ± 0,47	2,16 ± 0,74	3,09 ± 1,64
Сечовина, мг/дл	20,36 ± 1,86	22,60 ± 2,29	405,61 ± 69,12	26,30 ± 2,56
Креатинін, мг/дл	1,37 ± 0,16	1,49 ± 0,19	1,54 ± 0,11	0,98 ± 0,12

За хронічного гепатиту у собак середні значення вмісту гемоглобіну, гематокриту, кількість еритроцитів та тромбоцитів були дещо меншими порівняно з контрольною групою тварин та становили $8,32 \pm 0,40$ г/дл, $26,14 \pm 1,46\%$, $4,62 \pm 0,24 \times 10^6$ /мл та $2,63 \pm 0,29 \times 10^5$ /мл відповідно. В той час вміст лейкоцитів ($14,85 \pm 0,89 \times 10^6$ /мл) та час згортання крові ($2,52 \pm 0,22$ хв) зросли. Лейкоцитарний склад майже не змінювався, окрім нейтрофілів, кількість яких була дещо більшою порівняно з контролем.

Як і у випадках гострого та хронічного гепатитів, середні значення вмісту гемоглобіну, гематокриту, кількість еритроцитів та тромбоцитів були меншими порівняно з контролем, в той час вміст лейкоцитів дещо підвищувався. Також спостерігали збільшення часу згортання крові у 1,53 раза порівняно зі здоровими собаками. Загальний лейкоцитарний склад крові залишався без змін.

У таблиці 2 наведено результати дослідження з визначення основних біохімічних показників крові собак за хвороб печінки.

За гострого гепатиту середні показники АЛТ, АСТ та ЛФ становили $1011,76 \pm 190$ Од/л, $417,28 \pm 18,30$ Од/л та $285,12 \pm 65,56$ Од/л відповідно. Спостерігалось значне збільшення цих показників порівняно з групою здорових собак. Значення ГГТ, білірубину, креатиніну та сечовини становили $13,59 \pm 1,70$ Од/л, $1,90 \pm 0,47$ мг/дл, $1,49 \pm 0,19$ мг/дл і $22,60 \pm 2,29$ мг/дл відповідно, і були незначно підвищені порівняно з контрольною групою. Плазма глюкоза, холестерин, загальний білок, альбумін, глобулін та їх співвідношення становили $83,25 \pm 4,50$ мг/дл, $197,04 \pm 11,52$ мг/дл, $6,01 \pm 0,20$ г/дл, $2,75 \pm 0,12$ г/дл, $3,31 \pm 0,11$ г/дл і $0,86 \pm 0,04$ відповідно. Всі ці показники незначно зменшилися порівняно з контрольною групою.

При хронічному гепатиті середні значення АЛТ, АСТ, ЛФ і вмісту сечовини становили $532,78 \pm 17,46$ Од/л, $381,39 \pm 14,60$ Од/л, $405,61 \pm 69,12$ Од/л і $405,61 \pm 69,12$ мг/дл відповідно. Усі ці параметри значно перевищували показники групи здорових собак. Значення ГГТ, білірубину та креатиніну становили $15,14 \pm 2,20$ Од/л, $2,16 \pm 0,74$ мг/дл і $1,54 \pm 0,11$ мг/дл відповідно, при цьому ці показники були лише злегка підвищені. Показники загального білка, альбуміну, глобуліну, співвідношення А/Г, плазмової глюкози та холестерину становили $5,27 \pm 0,16$ г/дл, $2,19 \pm 0,08$ г/дл, $3,10 \pm 0,11$ г/дл, $0,72 \pm 0,03$, $64,67 \pm 2,12$ мг/дл і $118,23 \pm 9,37$ мг/дл відповідно. Усі ці значення значно знизилися порівняно з контрольною групою тварин.

При холестази/холангіогепатиті середні значення АЛТ, АСТ, ЛФ, ГГТ, білірубину та сечовини становили $433,51 \pm 5,94$ Од/л, $197,11 \pm 21,29$ Од/л, $941,19 \pm 128$ Од/л, $18,35 \pm 3,12$ Од/л, $3,09 \pm 1,64$ мг/дл і $26,30 \pm 2,56$ мг/дл відповідно. Всі ці показники були значно підвищені порівняно з контрольною групою. Креатинін ($0,98 \pm 0,12$ мг/дл) зменшився незначно порівняно із здоровими собаками. Показники загального білка, альбуміну, плазмової глюкози та холестерину становили $5,63 \pm 0,25$ г/дл, $2,67 \pm 0,13$ г/дл, $69,65 \pm 4,23$ мг/дл і $159,76 \pm 8,53$ мг/дл відповідно, і всі вони значно знизилися порівняно з контролем. Глобулін і співвідношення А/Г становили $3,05 \pm 0,20$ г/дл і $0,84 \pm 0,02$, при цьому ці показники зменшилися незначно порівняно з контрольною групою.

У нашому дослідженні продемонстровано порівняння гематологічних та біохімічних показників за різних патологічних станів печінки у собак, а саме гострого та хронічного гепатитів і холестази. Встановлено, що за хронічного гепатиту та холестази у собак значно знижуються показники гемоглобіну, гематокриту та кількість еритроцитів. Це пояснюється підвищеною деградацією еритроцитів через збільшення часу їх транзиту через селезінку внаслідок зниження портального кровотоку або через підвищену крихкість еритроцитів внаслідок підвищеного рівня жовчних кислот. Також це може бути пов'язано з порушенням функцій кісткового мозку, скороченням тривалості життя еритроцитів, зниженням поглинання поживних речовин через знижену апетитність або анорексію, а також обмежену доступність мікроелементів для печінки [3].

Нейтрофілія спостерігалася при всіх трьох патологіях з помітною нейтрофільною лейкоцитозом при гострому гепатиті [4; 6]. Середня кількість тромбоцитів була суттєво знижена в усіх трьох групах. Для тромбоцитопенії при печінкових захворюваннях запропоновано кілька механізмів, зокрема, збільшену секвестрацію тромбоцитів у селезінці через конгестивну спленомегалію, зменшене виробництво тромбоцитопоетину печінкою, підвищене руйнування тромбоцитів через антитіла [5; 9] і підвищене споживання через низькосортну дисеміновану інтраваскулярну коагулопатію. Загалом, підвищення кількості нейтрофілів при захворюваннях печінки можна розглядати як адаптаційний механізм, що використовується організмом для боротьби з патологічним процесом. Нейтрофіли відіграють важливу роль у захисті від інфекцій, регуляції імунної відповіді, володіють протипухлинними властивостями та сприяють відновленню тканин. Водночас, за певних умов, нейтрофіли можуть мати і негативний вплив, спричиняючи ушкодження тканин, імунний параліч і навіть сприяти метастазуванню пухлин в умовах специфічного мікросередовища пухлини [1; 19].

Час згортання крові був суттєво збільшений у всіх патологічних станах, що може бути наслідком порушення синтезу білків у печінці, необхідних для механізмів згортання. Дослідники [13; 21] зазначили, що печінка є основним органом, де виробляються всі фактори згортання крові відповідно зменшення їх синтезу в печінці призводить до клінічно значущого гіпокоагуляційного стану.

Активність АЛТ, АСТ та ЛФ була суттєво підвищена при гострому та хронічному гепатиті, а також при холестази/холангіогепатиті. Активність ГГТ була суттєво підвищена при холестази/холангіогепатиті та показала незначне підвищення при гострому та хронічному гепатиті. Підвищення рівнів плазмових трансаминаз, таких як АЛТ і АСТ, вказує на порушення прохідності мембран гепатоцитів, некроз гепатоцитів та запалення, ступінь якого пропорційний кількості пошкоджених гепатоцитів [12]. ЛФ – це мембранний фермент, що знаходиться на каналцевій мембрані гепатоцитів і на лімінарній поверхні епітеліальних клітин жовчних протоків. Його ізоензими присутні в нирках, кишечнику, плаценті та кістках, однак підвищення рівня ЛФ у собак старше одного року, зазвичай, вказує на печінкове походження, якщо не спостерігається захворювань кісток, оскільки ізоензими з інших органів мають дуже короткий період напівжиття. Значне збільшення активності ЛФ та ГГТ було зафіксовано в умовах, що викликають холестаз, холангіогепатит, жовчний цироз, обструкцію жовчних протоків і холецистит при холелітіазі [8].

У поточному дослідженні було зафіксовано значне збільшення рівня загального білірубину, причому зміни були більш вираженими при холестази/холангіогепатиті та хронічному гепатиті, що відповідає даним різних авторів [10]. У цьому дослідженні холестаз/холангіогепатит ($3,05 \pm 0,20$ мг/дл) продемонстрував найбільше підвищення рівня білірубину, за ним слідує хронічний гепатит ($2,16 \pm 0,74$ мг/дл) та гострий гепатит ($1,90 \pm 0,47$ мг/дл). Гіпербілірубінемія обумовлена порушенням балансу між швидкістю виробництва білірубину та його метаболізмом і екскрецією. У даному дослідженні підвищення рівня білірубину могло бути результатом зниження екскреції через значне пошкодження гепатоцитів або обструкцію жовчних шляхів, або ж комбінацією цих факторів [8].

Також було зафіксовано значне зниження рівнів загального білка, альбуміну, глобуліну та співвідношення А/Г при хронічному гепатиті та холестази/холангіогепатиті, тоді як у разі гострого гепатиту спостерігалось незначне зниження. Оскільки печінка є основним місцем синтезу і деградації більшості білків, будь-яке захворювання печінки (хронічний гепатит і цироз) може спричинити зниження концентрації альбуміну. Загальний рівень плазмових білків також міг знизитися через значне зниження харчового споживання, мальабсорбцію та постійні білкові втрати при ентеропатіях, таких як гастроентерит, виразки шлунково-кишкового тракту та хронічний гастрит. Запалення також призводить до підвищення проникності кишечника, що спричиняє втрату рідини, електrolітів, білків і клітин. Результати нашого дослідження узгоджуються з висновками [2; 11]. Однак гіпоальбумінемія може виникати також без порушення синтезу альбуміну в печінці через витікання альбуміну з лімфи печінки або збільшення об'єму розподілу, як у випадку з асцитом. Гіперглобулінемія при хронічних захворюваннях печінки, як було показано в цьому дослідженні, може бути результатом підвищеного синтезу гамма-глобуліну, що пов'язано з підвищеною системною імунною реактивністю проти порталів або вторинно через продукцію антитіл. Однак при гострому гепатиті рівні загального білка, альбуміну, глобуліну та співвідношення А/Г знижувалися незначно, що може бути пов'язано з коротким періодом хвороби або короткочасним ушкодженням синтезу білка в печінці [4; 13]. Значне зниження рівня холестерину було зафіксовано в усіх трьох групах собак, що можна пояснити зниженням синтезу або абсорбції холестерину з кишечника, або надмірним перетворенням холестерину в жовчні кислоти [9].

Було зафіксовано значне зниження рівня глюкози в плазмі, що підтверджує висновки щодо собак з печінковими дисфункціями [7]. Значна гіпоглікемія спостерігалася при хронічному гепатиті та холестази/холангіогепатиті, тоді як при гострому гепатиті було зафіксовано незначне зниження рівня глюкози. Гіпоглікемія у постраждалих собак може бути результатом зниження апетиту/анорексії, що супроводжується мальабсорбцією з кишечника. Гіпоглікемія у пацієнтів з печінковими захворюваннями виникає через зменшення глікогенолізу та глюконеогенезу в поєднанні з гіперинсулініемією через знижений метаболізм в печінці. Рівень сечовини в крові значно підвищувався при хронічному гепатиті та холестази/холангіогепатиті і незначно підвищувався при гострому гепатиті, причому підвищення було більш виражене при хронічному гепатиті. Рівень креатиніну був незначно підвищений при гострому та хронічному гепатиті та незначно знижений при холестази/холангіогепатиті [12; 13]. Це може бути пов'язано з нирковими аномаліями та затримкою сечі через обструкцію.

Отже, гематобіохімічні зміни, виявлені в ході дослідження, можуть служити важливими діагностичними маркерами захворювань печінки у собак, допомагаючи ветеринарам у виявленні та моніторингу різних патологічних станів печінки.

Висновки. Дослідження показало, що у собак з гострим і хронічним гепатитом, а також холестазом, спостерігаються значні зміни в гематологічних та біохімічних показниках. Зокрема, відзначено зниження рівня еритроцитів, гемоглобіну, тромбоцитів, а також підвищення рівнів трансаминаз, лужної фосфатази і білірубину, що свідчить про пошкодження печінки. Крім того, спостерігалися порушення в обміні глюкози, білків і холестерину. Ці дослідження можуть бути використані для діагностики та моніторингу захворювань печінки у собак.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно зосередити на розширенні вибірки тварин і вивченні динаміки гематобіохімічних показників на різних стадіях захворювань печінки. Важливо

дослідити імунологічні та молекулярні маркери для точнішої диференціації патологій, а також враховувати вплив супутніх хвороб. Перспективним є вивчення ефективності сучасних терапевтичних підходів і розробка стандартів діагностики та лікування гепатопатій у собак.

Список використаних джерел

1. Assawarachan S. N., Chuchalernporn P., Maneesaay P., Thengchaisri N. Changes in serum lipid profiles among canine patients suffering from chronic hepatitis. *Veterinary Sciences*. 2021. 8(10). 221. <https://doi.org/10.3390/vetsci8100221>
2. Chhibber S., Hussain K., Shah M., Mir M., Singh R. Clinico-Haematological and Biochemical Studies in Dogs with Renal Failure. *International Journal of Livestock Research*. 2017. 1. 1–10. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170215041801>
3. DeMarle K. B., Webster C. R. L., Penninck D., Ferrer L. Approach to the diagnosis of hepatocutaneous syndrome in dogs: A retrospective study and literature review. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2020. 57(1). 15–25. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-7072>
4. Devriendt N., Serrano G., Croubels S., Stock E., Vandermeulen E., Paepe D., Luckner J., Rooster H. Evaluation of serum lidocaine/monoethylglycylxylidide concentration to assess shunt closure in dogs with extrahepatic portosystemic shunts. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2021. 35(1). 261–268. <https://doi.org/10.1111/jvim.16030>
5. Ghoshal D. R. K., Pal D. K. Ultrasonographic Study of Ascites with Clinicopathological Correlation. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2016. 15(07). 1–8. <https://doi.org/10.9790/0853-1507120108>
6. Gibson E. A., Goldman R. E., Culp W. T. N. Comparative oncology: Management of hepatic neoplasia in humans and dogs. *Veterinary Sciences*. 2022. 9(9). 489. <https://doi.org/10.3390/vetsci9090489>
7. Grzegorzewski J., Bartsch F., Köller A., König M. Pharmacokinetics of caffeine: A systematic analysis of reported data for application in metabolic phenotyping and liver function testing. *Frontiers in Pharmacology*. 2022. 12. 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.752826>
8. Horiuk Y. V., Kukhtyn M. D., Kovalenko V. L., Mizyk V. P. Toxicological evaluation of the drug «Fagomast» for the treatment of mastitis in cows. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*. 2021. 7. 29–34. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2021.07.04>
9. Kashliak N. O., Vlizlo V. V. Symptoms, biochemical indicators, and general blood analysis for hepatopathy in dogs. Scientific Messenger of LNU of *Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2023. 25(112). 193–200. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11230>
10. Klein R., Nagy O., Tóthová C., Chovanová F. Clinical and Diagnostic Significance of Lactate Dehydrogenase and Its Isoenzymes in Animals. *Veterinary Medicine International*. 2020. 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/5346483>
11. Kumar V. A., Ratnalikar V. K., Chaitanya M. K. Clinico diagnostic and therapeutic management of Babesia gibsoni infection in dogs. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*. 2024. 8(10S). 1516–1519. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i10sr.3213>
12. Lakshmi K. Ultrasonographic Evaluation of Hepatic Disorders in Dogs. *Journal of Animal Research*. 2022. 12(5). 1–10. <https://doi.org/10.30954/2277-940x.05.2022.17>
13. Lakshmi K. Clinico-Diagnostic Studies on Hepatic Disorders in Dogs. *Journal of Animal Research*. 2023. 13(5). 1–10. <https://doi.org/10.30954/2277-940x.05.2023.8>
14. Laudhittirut T., Rujvivipat N., Saringkarisate K., Soponpattana P., Tunwichai T., Surachetpong S. D. Accuracy of methods for diagnosing heart diseases in cats. *Veterinary World*. 2020. 13(5). 872–878. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.872-878>
15. Nguyen G. N., Everett J. K., Kafe S., Roche A. M., Raymond H. E., Leiby J., Wood C., Assenmacher C.-A., Merricks E. P., Long C. T., Kazazian H. H., Nichols T. C., Bushman F. D., Sabatino D. E. A long-term study of AAV gene therapy in dogs with hemophilia A identifies clonal expansions of transduced liver cells. *Nature Biotechnology*. 2020. 39(1). 47–55. <https://doi.org/10.1038/s41587-020-0741-7>
16. Prosyaniy S. B., Horiuk Y. V. Analysis of blood parameters and coprogram in infectious pathologies of the alimentary tract in dogs. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2023. 36. 67–72. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-19>
17. Prosyaniy S. B., Horiuk Y. V. Lipid profile of blood serum of chickens under conditions of long-term exposure to extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. 27(1). 188–192. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.32>
18. Salati S. A. Serum liver enzyme alterations after laparoscopic cholecystectomy – A study. *Journal of Health Science Research*. 2022. 24–27. <https://doi.org/10.7324/jhsr.2022.725>
19. Sarkar B. D., Barman D., Kumar Nath M., Ghosh T., Hazorika M., Kachari J., Srikanth S. Haemato-biochemical Alteration in Bacteria Associated Respiratory Tract Infection in Dog. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2024. 15(7). 1–7. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5373>
20. Scoditti E., Sabatini S., Carli F., Gastaldelli A. Hepatic glucose metabolism in the steatotic liver. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2024. 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41575-023-00888-8>
21. Verma P., Arora N., Kalita J. C., Singh A. K., Prasad A., Mrigesh M. An investigation of canine hepatic dysfunction using different diagnostic methods. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2024. 15(5). 1–8. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5265a>
22. Verma S., Srivastava M. K., Tiwari J., Kumar A., Bhatt S., Sachan R., Raikwar A., Singh S. Investigation of Hepatozoon canis related alterations in the haemato-biochemical profile of dogs. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2024. 27(9). 603–611. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i91333>
23. Wilkinson A., Panciera D., DeMonaco S., Boes K., Leib M., Clapp K., Ruth J., Cecere T., McClendon D. Platelet function in dogs with chronic liver disease. *Journal of Small Animal Practice*. 2021. 1–10. <https://doi.org/10.1111/jsap.13342>

Horiuk V. V.

*Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Veterinary Obstetrics, Internal Pathology and Surgery,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: horiukv@ukr.net
ORCID: 0000-0002-1633-7287*

Horiuk Y. V.

*Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Veterinary Obstetrics, Internal Pathology and Surgery,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: goruky@ukr.net
ORCID: 0000-0002-7162-8992*

Kozhyn V. A.

*Ph. D. in Veterinary Medicine,
Assistant at the Department of Veterinary Obstetrics, Internal Pathology and Surgery,
Higher Educational Institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: vlad.kozhyn@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2377-3589*

Vasylykiv O. B.

*Postgraduate Student,
Ternopil research station of the Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Sciences
Ternopil, Ukraine
E-mail: vasylykiv72@gmail.com
ORCID: 0009-0005-3748-3266*

THE DIAGNOSTIC SIGNIFICANCE OF HEMATOBIOCHEMICAL PARAMETERS IN DOGS WITH LIVER PATHOLOGIES

Abstract

The liver is one of the most important glands in the body, performing numerous biochemical and physiological functions that are critically necessary for metabolism. This allows it to perform its tasks even after significant pathological changes, thanks to its high regenerative capacity and substantial functional reserves. However, liver diseases such as acute and chronic hepatitis, cirrhosis, cholestasis, and cholangiohepatitis are among the leading causes of mortality in dogs. Changes in hematological and biochemical blood parameters can be important indicators for diagnosing these diseases. The aim of the study was to investigate the changes in hematological and biochemical parameters in dogs with various liver pathologies.

The study was conducted on dogs of different breeds and age groups that visited veterinary clinics. It was found that in chronic hepatitis and cholestasis, the levels of hemoglobin, erythrocytes, and hematocrit decrease, which may be associated with circulatory disorders or increased fragility of erythrocytes. Neutrophilia and a decrease in platelet count were observed in all pathologies, indicating bone marrow dysfunction or sequestration of platelets in the spleen.

The study also revealed that the activity of transaminases (ALT and AST), alkaline phosphatase (ALP), and gamma-glutamyltransferase (GGT) increases in cases of hepatitis and cholestasis. A significant increase in bilirubin levels was recorded in cholestasis and chronic hepatitis. Decreased levels of albumin, globulin, and total protein in chronic liver diseases confirm the disturbance in protein metabolism, which may be related to malabsorption and inflammatory processes. A decrease in cholesterol and glucose levels was also noted, reflecting metabolic disturbances in liver diseases.

Thus, the study showed that changes in hematological and biochemical parameters can be useful diagnostic markers for detecting and monitoring liver pathologies in dogs.

Key words: liver, dogs, hematological parameters, biochemical parameters, hepatitis, cholestasis.

References

1. Assawarachan, S. N., Chuchalernporn, P., Maneesaay, P., & Thengchaisri, N. (2021). Changes in serum lipid profiles among canine patients suffering from chronic hepatitis. *Veterinary Sciences*, 8(10), 221. <https://doi.org/10.3390/vetsci8100221> [in English].
2. Chhibber, S., Hussain, K., Shah, M., Mir, M., & Singh, R. (2017). Clinico-Haematological and Biochemical Studies in Dogs with Renal Failure. *International Journal of Livestock Research*, 1, 1-10. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170215041801> [in English].
3. DeMarle, K. B., Webster, C. R. L., Penninck, D., & Ferrer, L. (2020). Approach to the diagnosis of hepatocutaneous syndrome in dogs: A retrospective study and literature review. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 57(1), 15–25. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-7072> [in English].
4. Devriendt, N., Serrano, G., Croubels, S., Stock, E., Vandermeulen, E., Paepe, D., Luckner, J., & Rooster, H. (2021). Evaluation of serum lidocaine/monoethylglycylxylidide concentration to assess shunt closure in dogs with extrahepatic portosystemic shunts. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(1), 261–268. <https://doi.org/10.1111/jvim.16030> [in English].
5. Ghoshal, D. R. K., & Pal, D. K. (2016). Ultrasonographic Study of Ascites with Clinicopathological Correlation. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 15(07), 1–8. <https://doi.org/10.9790/0853-1507120108> [in English].
6. Gibson, E. A., Goldman, R. E., & Culp, W. T. N. (2022). Comparative oncology: Management of hepatic neoplasia in humans and dogs. *Veterinary Sciences*, 9(9), 489. <https://doi.org/10.3390/vetsci9090489> [in English].
7. Grzegorzewski, J., Bartsch, F., Köller, A., & König, M. (2022). Pharmacokinetics of caffeine: A systematic analysis of reported data for application in metabolic phenotyping and liver function testing. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.752826> [in English].
8. Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., & Mizyk, V. P. (2021). Toxicological evaluation of the drug «Fagomast» for the treatment of mastitis in cows. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 7, 29–34. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2021.07.04> [in English].
9. Kashliak, N. O., & Vlizlo, V. V. (2023). Symptoms, biochemical indicators, and general blood analysis for hepatopathy in dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(112), 193–200. <https://doi.org/10.32718/nvl-vet11230> [in English].
10. Klein, R., Nagy, O., Tóthová, C., & Chovanová, F. (2020). Clinical and Diagnostic Significance of Lactate Dehydrogenase and Its Isoenzymes in Animals. *Veterinary Medicine International*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/5346483> [in English].
11. Kumar, V. A., Ratnalikar, V. K., & Chaitanya, M. K. (2024). Clinico diagnostic and therapeutic management of Babesia gibsoni infection in dogs. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(10S), 1516–1519. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i10sr.3213> [in English].
12. Lakshmi, K. (2022). Ultrasonographic Evaluation of Hepatic Disorders in Dogs. *Journal of Animal Research*, 12(5). <https://doi.org/10.30954/2277-940x.05.2022.17> [in English].
13. Lakshmi, K. (2023). Clinico-Diagnostic Studies on Hepatic Disorders in Dogs. *Journal of Animal Research*, 13(5), 1-10. <https://doi.org/10.30954/2277-940x.05.2023.8> [in English].
14. Laudhittirut, T., Rujvivipat, N., Saringkarisate, K., Soponpattana, P., Tunwichai, T., & Surachetpong, S. D. (2020). Accuracy of methods for diagnosing heart diseases in cats. *Veterinary World*, 13(5), 872–878. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.872-878> [in English].
15. Nguyen, G. N., Everett, J. K., Kafle, S., Roche, A. M., Raymond, H. E., Leiby, J., Wood, C., Assenmacher, C.-A., Merriks, E. P., Long, C. T., Kazazian, H. H., Nichols, T. C., Bushman, F. D., & Sabatino, D. E. (2020). A long-term study of AAV gene therapy in dogs with hemophilia A identifies clonal expansions of transduced liver cells. *Nature Biotechnology*, 39(1), 47–55. <https://doi.org/10.1038/s41587-020-0741-7> [in English].
16. Prosyaniy, S. B., & Horiuk, Y. V. (2023). Analysis of blood parameters and coprogram in infectious pathologies of the alimentary tract in dogs. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 36, 67–72. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-19> [in English].
17. Prosyaniy, S. B., & Horiuk, Y. V. (2024). Lipid profile of blood serum of chickens under conditions of long-term exposure to extremely low frequency variable pulsed electromagnetic field. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), 188–192. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.32> [in English].
18. Salati, S. A. (2022). Serum liver enzyme alterations after laparoscopic cholecystectomy – A study. *Journal of Health Science Research*, 24–27. <https://doi.org/10.7324/jhsr.2022.725> [in English].
19. Sarkar, B. D., Barman, D., Kumar Nath, M., Ghosh, T., Hazorika, M., Kachari, J., & Srikanth, S. (2024). Haemato-biochemical Alteration in Bacteria Associated Respiratory Tract Infection in Dog. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 15(7), 1–7. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5373> [in English].
20. Scoditti, E., Sabatini, S., Carli, F., & Gastaldelli, A. (2024). Hepatic glucose metabolism in the steatotic liver. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41575-023-00888-8> [in English].
21. Verma, P., Arora, N., Kalita, J. C., Singh, A. K., Prasad, A., & Mrigesh, M. (2024). An investigation of canine hepatic dysfunction using different diagnostic methods. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 15(5), 1–8. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5265a> [in English].

22. Verma, S., Srivastava, M. K., Tiwari, J., Kumar, A., Bhatt, S., Sachan, R., Raikwar, A., & Singh, S. (2024). Investigation of Hepatozoon canis related alterations in the haemato-biochemical profile of dogs. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(9), 603–611. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i91333> [in English].

23. Wilkinson, A., Panciera, D., DeMonaco, S., Boes, K., Leib, M., Clapp, K., Ruth, J., Cecere, T., & McClendon, D. (2021). Platelet function in dogs with chronic liver disease. *Journal of Small Animal Practice*, 1–10. <https://doi.org/10.1111/jsap.13342> [in English].

УДК 579.62

Цимбалістий В. П.*аспірант кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail: cymbalistyi@pdatu.edu.ua**ORCID: 0009-0007-9158-6543***Горюк Ю. В.***доктор ветеринарних наук,**професор кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail: goruky@ukr.net**ORCID: 0000-0002-7162-8992*

БАКТЕРІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОГО ОТИТУ У СОБАК

Анотація

Зовнішній отит – це запалення зовнішнього слухового проходу, що є поширеним дерматологічним захворюванням серед собак. Мікроорганізми вважаються постійними сприятливими факторами розвитку цього захворювання. Мета дослідження – охарактеризувати та визначити бактеріальну та грибову мікробіоту зразків вух здорових собак порівняно з клінічно ураженими зразками. Дослідження проведено протягом 2021–2024 років у клініках ветеринарної медицини м. Борщова, Кам'янця-Подільського, Чернівців. Мікробіологічні дослідження щодо виділення мікрофлори проводили за загальноприйнятими у мікробіологічній практиці методами. Встановлено, що найчастіше від запалення зовнішнього вуха страждають собаки порід лабрадор (23,4%), шарпей (20,1), німецька вівчарка (10,3%), кокер-спаніель (9,6%), французький бульдог (6,4%), йоркширський тер'єр (5,8%) та помісі собак, для яких характерне обвисання вух (24,5%). Не виявлено статистично значущих відмінностей між досліджуваними віковими категоріями собак та їх статтю. Проте найчастіше собаки страждають від такої хвороби восени та навесні, що пояснюється різкими перепадами температури навколишнього середовища та зниженням ефективності роботи імунної системи. Встановлено відмінності в мікробіоті між здоровими та ураженими тваринами. Основними бактеріальними родами, які зазнають змін, є *Staphylococcus* та *Pseudomonas*, частота виділення яких зросла у разі розвитку зовнішнього отиту у 1,5 та 27 разів. При цьому *Staphylococcus spp.*, зокрема вид *S. pseudintermedius* (56%), дуже поширений як серед здорових, так і хворих тварин, тоді як *P. aeruginosa* (27%) виявлено більшою мірою у разі отиту. Найпоширенішим видом грибів серед здорових і хворих собак є *M. pachydermatis*, кількість якого зростає у разі розвитку отиту, що ускладнює хворобу. Отже, розуміння взаємодії патогенів, включених у вушні інфекції собак, та їх роль у патогенезі зовнішнього отиту у собак є важливою для розробки нових підходів до профілактики та лікування цього захворювання, не спричиняючи при цьому дисбактеріозу у вушній раковині.

Ключові слова: собаки, мікрофлора вух, зовнішній отит, етіологія, збудники.

Вступ. Зовнішній отит – це запалення зовнішнього слухового проходу, яке може вражати будь-яку частину каналу – від входу у вухо до барабанної перетинки. Захворювання може бути досить болісним та/або зі свербіжем, протікати гостро або хронічно та вражати одне або два вуха [3; 4]. Зовнішній отит є поширеним дерматологічним захворюванням серед собак, його частка серед інших захворювань становить від 5 до 20% [7; 11]. Незважаючи на те, що діагностика цього захворювання досить проста та базується на клінічних ознаках та візуальному огляді, це хвороба багатофакторної етіології [8; 16].

Причини зовнішнього отиту поділяються на первинні, вторинні, а також мають вплив сприяючі фактори [12]. Найпоширенішими причинами, що безпосередньо викликають зовнішній отит, є паразити, сторонні тіла, аутоімунні захворювання тощо [9; 14]. Сприяючими чинниками можуть бути мацерація слухового проходу, температура, вологість, обструктивні захворювання. Мікроорганізми, як бактерії, так і гриби, вважаються не тільки сприятливими, але і постійними факторами [13]. З цієї причини багато дослідницьких зусиль було зосереджено на розумінні ролі коменсальної мікробіоти вуха собак у розвитку зовнішнього отиту [5; 8].

Мікробіота здорового собачого вуха підтримується завдяки складній комбінації механічних, хімічних, імунологічних та мікробних взаємодій [15; 18]. Цьому сприяє вроджений та набутий імунітет тварини, який забезпечується опосередкованими захисними пептидами господаря, включаючи бета дефенсин, кателіцидин, секретією *IgA*, *IgM* та *IgG* у самому серумі. Бактеріальні та епідермальні антимікробні пептиди здатні обмежувати ріст патогенів та сприяти розвитку коменсальної мікробіоти [1; 17]. Порушення складу мікрофлори може призвести до стійкого дисбактеріозу та розвитку вторинних інфекцій. Розуміння цих процесів може значно допомогти в розробці більш ефективних методів лікування зовнішнього отиту у собак.

Найпоширенішими збудниками отиту у собак вважаються *Staphylococcus* spp., *Pseudomonas* spp., *Escherichia coli*, *Proteus* spp., *Corynebacterium* spp., а також дріжджові гриби, такі як *Malassezia* spp. [1; 6]. Протоколи лікування отиту зазвичай базуються на клінічних проявах, а іноді й на аналізі мазка ексудату, пофарбованого за Грамом, що призводить до емпіричного призначення антибіотиків і місцевих протизапальних препаратів [2]. Неадекватні протоколи лікування зовнішнього отиту собак і потенційне неправильне використання антимікробної терапії призводять до розвитку мультирезистентних мікроорганізмів, що становлять значний ризик для глобальної системи охорони здоров'я і є основною метою проєктів One Health [10; 16].

Незважаючи на частоту виявлення моно- чи коінфекцій у вушному біотопі собак, все ще недостатньо з'ясовано і не охарактеризовано взаємодію між збудниками, які виявляються у разі вушних інфекцій, та їх роль у патогенезі зовнішнього отиту. Краще розуміння сприяючих чинників розвитку отиту у собак допоможе пропонувати нові підходи до запобігання розвитку та ускладнення захворювання, розумно використовувати засоби для чищення вух та уникати надмірного використання антимікробних речовин за цієї проблеми.

Мета дослідження. Мета цього дослідження – охарактеризувати та визначити бактеріальну та грибову мікробіоту зразків вух здорових собак порівняно з клінічно ураженими зразками.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведено протягом 2021–2024 років у клініках ветеринарної медицини м. Борщова, Кам'янця-Подільського, Чернівців. Усього досліджено 496 собак різного віку, статі та породи.

Усі тварини, долучені до цього дослідження, надійшли до ветеринарних клінік з ознаками зовнішнього отиту, які включали ураження одного або обох вух, еритему, болючість, свербіж та виділення зі слухового проходу. Візуально, використовуючи овоскоп, оцінювали стан внутрішнього вуха, барабанної перетинки, наявність чужорідних агентів та/чи новоутворень. Виключали присутність *Otodectes cynotis* з огляду на наявність характерних кірочок та дослідження скрібка з вуха. Хвороба була підтверджена цитологічно: у зразках з виділень у полі зору мікроскопа знаходили більше двох бактерій та/або грибів.

У дослід з визначення складу мікрофлори уражених вушних раковин відбиралися собаки за виключенням тих, яким застосовували попередньо будь-які місцеві чи системні засоби для лікування вух за два тижні до відбору зразків.

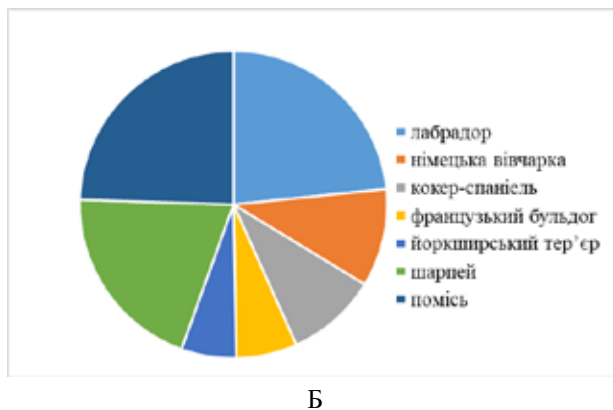
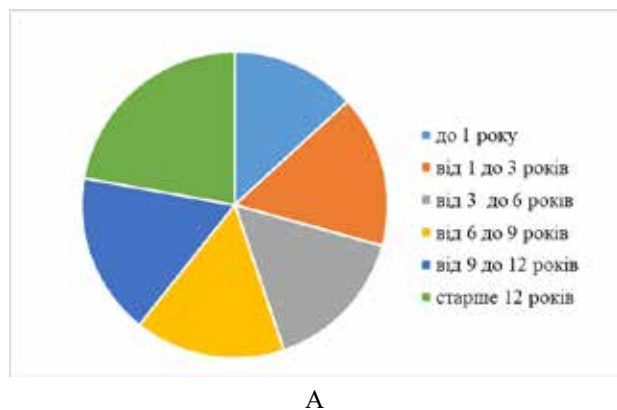
Для дослідження мікрофлори вух здорових тварин відбирали собак, які надходили до клінік для проведення планових процедур (найчастіше щеплення або плановий клінічний огляд). При цьому тварини не отримували жодних системних протимікробних препаратів протягом останніх двох місяців та жодних місцевих засобів для чищення чи лікування вух протягом останніх двох тижнів. Крім того, кожна собака була обстежена на наявність шкірних захворювань, включаючи еритему, алопецію, ескоріацію, гіперпигментацію шкіри, папульозні чи пустульозні висипання.

Мікробіологічні дослідження щодо виділення мікрофлори проводили за загальноприйнятими у мікробіологічній практиці методами [9; 15]. Ідентифікацію виділених культур мікроорганізмів здійснювали за стандартними методиками з висіванням на відповідні середовища [8].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програми Statistica 9.0 (StatSoft Inc., USA). Визначали середнє арифметичне (m), стандартну похибку середньої величини ($M \pm m$). Різниця між величинами вважалася вірогідною за p не нижче 0,05.

Через значне поширення бактеріального отиту у собак та поліетіологічність хвороби нами було проведено комплексне дослідження з визначення чинників, які потенційно можуть сприяти розвитку такої патології. На рисунку 1 наведено результати з визначення залежності розвитку захворювання від віку, породи, статі та пори року.

З даних рис. 1А відзначаємо, що отит зовнішнього вуха собак реєструвався від кількох місяців до 14 років, при цьому статистично вірогідні відмінності між віковими категоріями не спостерігалися. Водночас під час дослідження шести різних порід собак та їх помісей виявлено найчастіше ураження вушної раковини у порід



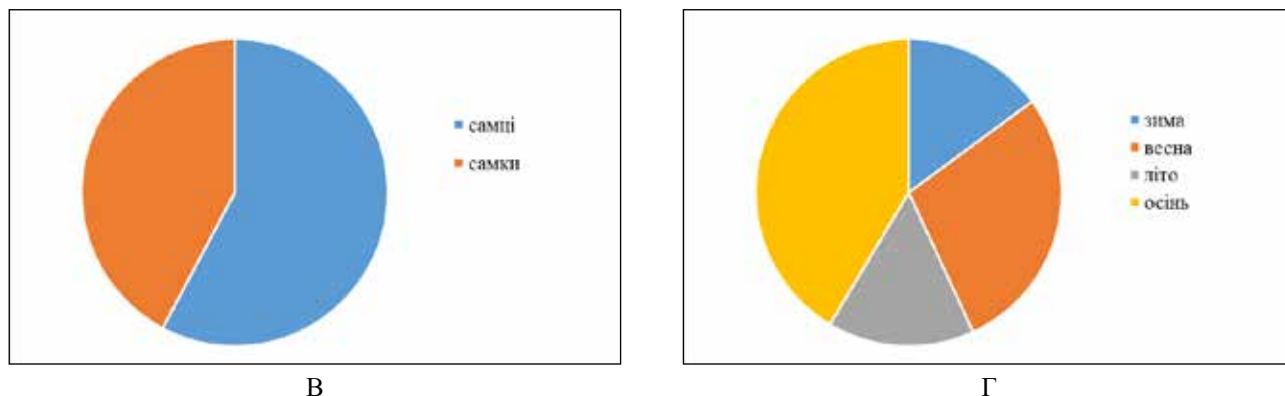


Рис. 1. Частота виникнення отиту у собак залежно від: А – віку тварини; Б – породи; В – статі; Г – пори року, n = 496, %

з висячими вухами (рис. 1Б), зокрема у лабрадорів та шарпеїв зовнішній отит діагностували у 20,1–23,4% випадків. Також значне поширення отиту було серед помісєй різних порід – 24,5%. Отже, дослідження підкреслили залежність між породною приналежністю собак та частотою виникнення отиту, адже частіше до такого захворювання схильні собаки з великими вушними раковинами або вухами з великою кількістю шерсті, які погано вентилюються і при цьому створюються сприятливі умови для розвитку інфекції.

Крім того, встановлено, що етіологічні чинники зовнішнього отиту у собак мали певну сезонність. Так, найчастіше захворювання діагностувалося в осінній період – 41,4% та навесні – 28,2% випадків. Дещо рідше виявляли отит зимою та влітку, приблизно в 15,5% випадків. Це може бути пов'язано зі зміною температури на фоні підвищення вологості у навколишньому середовищі.

Відомо, що опортуністична бактеріальна та/або грибкова мікробіота у собак може ставати патогенною для тварини внаслідок ослаблення імунної системи, розвитку хронічних захворювань тощо. Тому важливим етапом дослідження є визначення складу мікрофлори вух здорових собак (рис. 2).

З даних, наведених на рисунку 2, видно, що до нормальної мікрофлори вушної раковини здорових собак можна віднести стафілококи, а саме вид *S. pseudintermedius* та КНС, які виділялися у 33–41% досліджених зразків, водночас *S. schleiferi* обсіював вуха собак у 8,6–10,7 рази рідше, ніж попередні види.

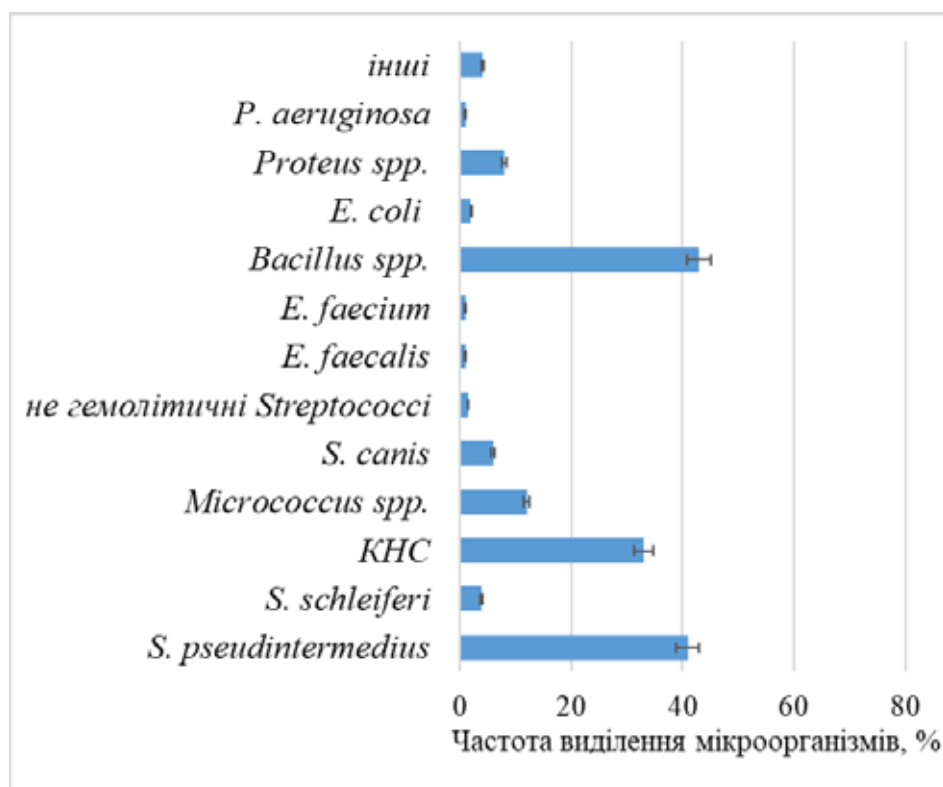


Рис. 2. Частота виділення бактерій з вух здорових собак, %

Майже з такою самою частотою, як і *S. pseudintermedius*, ми виділяли *Bacillus* spp. – у 43% випадків.

Інші досліджувані мікроорганізми обсіювали вуха здорових собак значно рідше. Так, стрептококи (негемолітичні види, *S. canis*) та ентерококи (*E. faecalis* та *E. faecium*) були комменсалами вушного проходу собак у 1–6%. Така ж кількість реєструвалася під час дослідження *E. coli*. У 8% досліджених собак ми виділяли *Proteus* spp. І лише у 1% проб знаходили *P. aeruginosa*.

До нормального мікробіому шкіри та вух собак відносять і гриби. Дослідження складу грибків, які виділялися з вух здорових собак, наведено на рисунку 3.

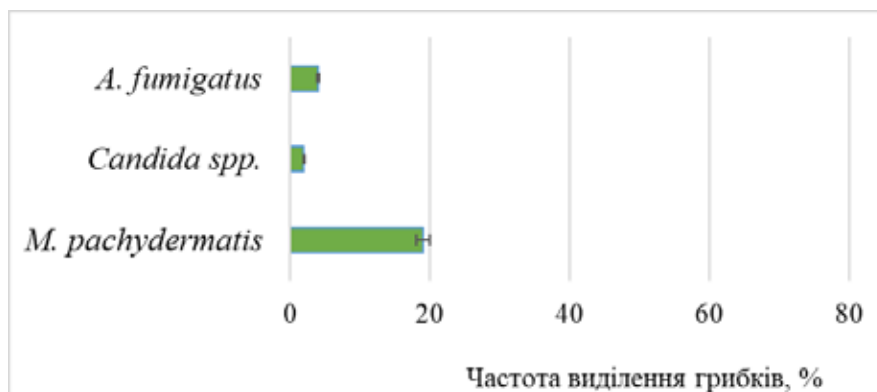


Рис. 3. Частота виділення грибів з вушного проходу здорових собак, %

Дані рис. 3 вказують, що гриби є резидентною мікробіотою здорових тварин. Однак дослідження виявило, що домінуючим родом грибів є *Malassezia*, оскільки вид *M. pachydermatis* виділяли в 19% досліджених зразків з вушного проходу собак без будь-яких симптомів хвороби, і лише у 2–4% собак виявляли гриби роду *Candida* spp. та вид *Aspergillus fumigatus*.

Серед ідентифікованих нами видів бактерій та грибів присутні роди класифікуються як умовно-патогенні та патогенні мікроорганізми. Для розуміння ролі вірулентності збудника у розвитку отиту у собак нами було визначено склад мікрофлори зовнішнього вуха тварин у разі отиту (рис. 4).

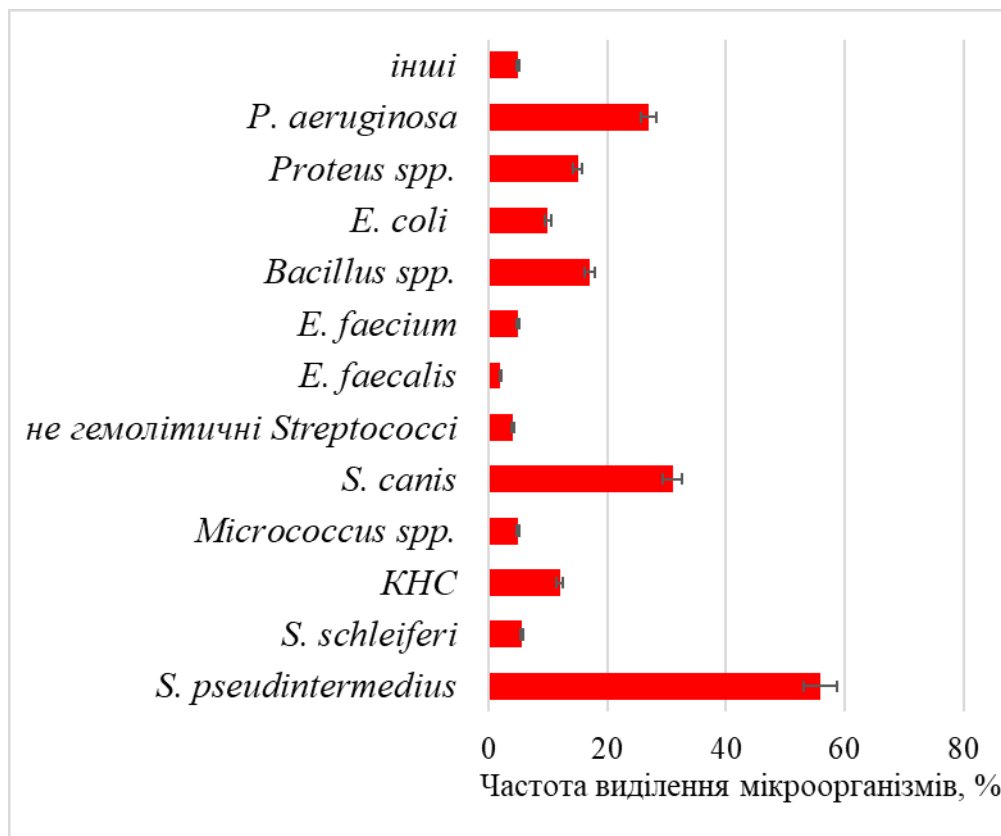


Рис. 4. Частота виділення бактерій із зовнішнього вух собак у разі отиту, %

Аналіз рис. 4 показує, що у разі зовнішнього отиту у собак видовий склад мікрофлори подібний до складу бактерій здорових тварин. Проте виявлено значні відмінності у частоті виділення окремих видів. Так, найпоширенішим мікроорганізмом за отиту був *S. pseudintermedius*, який виділяли у 56% собак, що майже у 1,5 раза частіше, ніж у здорових тварин. Схожі дані отримали за визначення частоти виділення *S. schleiferi*, який є менш поширеним видом стафілококів, проте він може переносити численні потенційні фактори вірулентності, наприклад *TSST* і *SEs*. Серед ізолятів коагулазонегативних стафілококів виділяли види *S. epidermidis*, *S. chromogenes* та *S. hyicus*. Частота виділення цих бактерій була більшою у здорових тварин, що відносить їх до нормальної мікробіоти зовнішнього вуха собак. Зменшення частоти виділення КНС у хворих собак у 2,7 раза можна пояснити домінуванням кількості інших патогенних збудників у вогнищі запалення.

Вважається, що вид *P. aeruginosa* – один з найбільш поширених грамнегативних бактерій, виявлених у випадках отиту собак. Наші дослідження однозначно підтверджують цей факт, оскільки синьогнійна паличка виділялася у 27% хворих на отит собак.

Також спостерігали збільшення частоти виявлення у хворих на отит собак кишкової палички у 5 разів та *Proteus* spp. у 2 рази, що відповідає значенням, описаним раніше.

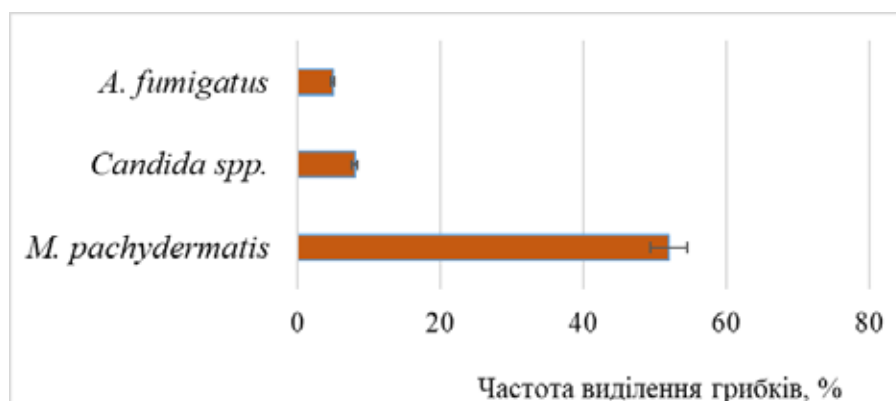


Рис. 5. Частота виділення грибів із зовнішнього вуха собак у разі отиту, %

Найпоширенішим видом грибів, як у здорових (рис. 3), так і хворих собак, був *M. Pachydermatis* (рис. 5). Проте його частота виділення зростала у разі захворювання у 2,7 раза. Іншими видами грибів, які виявляли серед мікрофлори вух собак, були *A. fumigatus* та *Candida* spp. Рівень їх виявлення був у межах 5–8%, що може свідчити про порушення умов утримання тварин або випадкове потрапляння у зразки під час відбору матеріалу.

За розвитку запалення із зовнішнього вуха виділяли бактерії у змішаній культурі, тому зацікавленість становили дослідження мікробних асоціацій у разі отиту собак (табл. 1).

Таблиця 1. Асоціації мікроорганізмів, які виділені у разі отиту у собак

Основний вид збудника	Мікроорганізми в змішаній культурі	Кількість зразків	
		n	%
<i>S. pseudintermedius</i>	<i>S. p.</i>	12	23,1
	<i>S. p.</i> + <i>M. pachydermatis</i>	18	34,6
	<i>S. p.</i> + <i>S. schleiferi</i>	5	9,6
	<i>S. p.</i> + <i>E. faecalis</i>	6	11,5
	<i>S. p.</i> + <i>P. mirabilis</i>	6	11,5
	<i>S. p.</i> + <i>M. pachydermatis</i> + <i>S. schleiferi</i>	3	5,7
	<i>S. p.</i> + інші	2	3,8
Всього:		52	100
<i>P. aeruginosa</i>	<i>P. a.</i>	4	15,4
	<i>P. a.</i> + <i>S. pseudintermedius</i>	8	30,8
	<i>P. a.</i> + <i>S. canis</i>	7	26,9
	<i>P. a.</i> + <i>M. pachydermatis</i>	3	11,5
	<i>P. a.</i> + <i>E. faecalis</i>	3	11,5
	<i>P. a.</i> + інші	1	3,9
Всього:		26	100

З даних таблиці видно, що здебільшого у разі запалення зовнішнього вуха виділялися збудники у вигляді двох-трьох асоціацій, і тільки в 23,1% з вогнища запалення виділяли монокультуру *S. pseudintermedius* та в 15,4% *P. aeruginosa*. Водночас найбільш поширені асоціації мікроорганізмів із *S. pseudintermedius* були такі: *S. p.* і *M. pachydermatis* виявлялися в 34,6% випадків; *S. p.* + *S. schleiferi*, *S. p.* + *E. faecalis*, і *S. p.* + *P. mirabilis*

ідентифікувалися за зовнішнього отиту майже з однаковою частотою 11,5%. Менш поширеною асоціацією у запальному процесі були збудники з трьох родів *S. p.* + *M. pachydermatis* + *S. schleiferi* та *S. p.* з іншими неідентифікованими видами, які становили 5,7% та 3,8% відповідно.

Слід відзначити, що *P. aeruginosa* також досить часто виділялася разом з *S. pseudintermedius* – у 30,8% випадків. Також поряд із синьогнійною паличкою виділяли *S. canis* у 26,9%, а *P.a.* в комбінації з *M. pachydermatis* та *P. a.* разом *E. faecalis* виявлялися в 11,5% випадків.

Отже, дослідження мікробного складу вушних раковин здорових собак та собак із зовнішнім отитом вказують на основну роль у розвитку захворювання саме видів *S. pseudintermedius* та *P. aeruginosa*. Також встановлено, що *M. pachydermatis* є звичайним представником мікробіоти шкіри собак, водночас збільшення частоти його виділення із запального вогнища у разі отиту вказує на можливу роль цього мікроорганізму в розвитку запалення.

Зовнішній отит є найпоширенішим захворюванням слухового проходу у собак і має поліетіологічну основу [2; 5]. Це захворювання, як правило, тісно пов'язане з механічними пошкодженнями вух сторонніми тілами, ендокринопатіями, аутоімунними захворюваннями, паразитами, алергіями тощо. Ці чинники сприяють колонізації у вушних раковинах умовно-патогенних мікроорганізмів, після чого власне розвивається запалення зовнішнього вуха [14; 17]. Наприклад, звисаючі вуха або конформація слухового проходу, які є характерними для деяких порід собак, можуть впливати на мікросередовище, змінюючи мікроклімат і сприяючи розвитку інфекції. Дійсно, нами виявлено, що найчастіше від запалення зовнішнього вуха страждали собаки порід лабрадор (23,4%), шарпей (20,1), німецька вівчарка (10,3%), кокер-спаніель (9,6%), французький бульдог (6,4%), йоркширський тер'єр (5,8%) та помісі собак, для яких характерним було обвисання вух (24,5%). Дослідниками також підтверджено, що у порід з висячими вухами частіше розвивається отит через погану вентиляцію слухового проходу, активацію апокринових залоз та надмірне виділення серуму. Німецькі вівчарки та кокер-спаніелі мають схильність до розвитку себореї внаслідок морфологічних порушень. Крім того, у німецьких вівчарок нерідко реєструється підвищення вологості у слуховому каналі. Кокер-спаніелі мають важкі висячі вушні раковини, у шарпейів вушний канал часто стенозний через недорозвинення [18].

Аналізуючи вікові особливості прояву цього захворювання, нами не виявлено статистично значущих відмінностей між досліджуваними віковими категоріями. Такі ж результати отримали й інші дослідники. Проте наявні окремі дослідження, у яких повідомляється, що собаки віком до одного року майже не хворіють на зовнішній отит [6].

Нами також не було виявлено ніякої значущої різниці між статтю тварини (1:1,3). Аналогічні результати демонструють інші автори. Проте нині є декілька досліджень, які описують потенційні сприяючі фактори розвитку запалення вух, наприклад, вплив естрогену сприяє сухості шкіри і навпаки тестостерон спричинює надмірну роботу сальних залоз шкіри [6]. Крім того, дослідження в гуманній медицині описують потенційний вплив статевих гормонів на розвиток дерматологічних захворювань, таких як atopічний дерматит [7].

Є досить незначна кількість досліджень сезонності прояву отиту у собак, однак зміна температури та вологості може значно ускладнювати перебіг захворювання [4]. Нами виявлено, що найчастіше собаки страждали від такої хвороби восени та навесні. Це можна пояснити різкими перепадами температури навколишнього середовища та зниженням ефективності роботи імунної системи.

З цих причин багато дослідницьких зусиль було зосереджено на розумінні ролі коменсальної мікробіоти вуха собак у розвитку зовнішнього отиту. Аналізуючи мікробіом вух собак, уражених отитом, дослідники виявляють численні грампозитивні та грамнегативні види бактерій, включаючи *Staphylococcus* spp., *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Escherichia coli*, *Corynebacterium* spp., а також у розвитку захворювання активно беруть участь умовно-патогенні коменсальні дріжджі, такі як *M. pachydermatis*, *Candida albicans* та інші. Цікаво, що ці мікроорганізми в звичайних умовах не завдають жодної шкоди організму та належать до нормофлори здорових вух. Тому перед нами стояло завдання дослідити склад мікрофлори вух здорових собак та порівняти її з результатами досліджень, отриманих у визначенні бактеріального набору, що виявиться у випадку зовнішнього отиту у собак.

Відмінності, що спостерігалися в мікробіоті між здоровими та ураженими тваринами, вказують на значну різницю в розподілі частоти виділення різних таксонів. Основними бактеріальними родами, які зазнали змін, були *Staphylococcus* та *Pseudomonas*, частота виділення яких зростала у розвитку зовнішнього отиту у 1,5 та 27 разів. При цьому *Staphylococcus* spp., зокрема вид *S. pseudintermedius*, дуже поширені як серед здорових, так і хворих тварин, тоді як *P. aeruginosa* виявлено більшою мірою у разі отиту. Наші дослідження підкреслюють важливість ролі цих бактерій у розвитку дерматологічних захворювань у собак, зокрема отиту.

Домінування стафілококів, а саме виду *S. pseudintermedius* (56%), узгоджується з попередніми дослідженнями. Так, багато вчених описують *S. pseudintermedius* як основний збудник, пов'язаний з інфекціями шкіри собак. При цьому він є частиною коменсальної мікрофлори шкіри собак і за певних умов може ставати причиною інфекції [12; 17].

Аналіз наших досліджень також показав, що *P. aeruginosa* також є досить частим видом мікроорганізмів, які спричинюють зовнішній отит у собак. Так, ми виділяли такий збудник у 27% хворих тварин, тоді як здорові собаки були носіями *P. aeruginosa* лише у 1% досліджених випадків. Багато дослідників також асоціюють *P. aeruginosa* з розвитком важких хронічних захворювань, у тому числі і отитів у собак, особливо у рецидивах

вушних інфекцій. Цей вид добре відомий умовно-патогенний мікроорганізм, який здатний активно розвиватися у вологому середовищі та характеризується стійкістю до багатьох антимікробних агентів, що значно ускладнює стратегії лікування [2; 18].

Збільшення частоти виділення *Escherichia coli* та *Proteus* spp. з уражених вух собак також розширює спектр збудників отиту. Присутність цих бактерій може свідчити про можливий екологічний або зоонозний компонент, особливо у разі неналежних умов утримання [10; 17]. Цей висновок узгоджується з попередніми дослідженнями, які вказують, що недотримання правил гігієни тварин та/або забруднення навколишнього середовища збільшують ризик виникнення захворювань у собак, проте вони не відіграють ключову роль у розвитку отиту у собак.

M. pachydermatis є найпоширенішим видом грибів серед здорових і хворих собак. Проте ми відзначали зростання їх кількості у розвитку захворювання, що може свідчити про зміни у середовищі самого вуха або імунного статусу тварин. Наприклад, це може бути пов'язано зі здатністю мікроорганізмів жити продуктами метаболізму один одного, так, *M. pachydermatis* може використовувати протеолітичні ферменти або нікотинову кислоту, що виробляються стафілококами. Вченими за допомогою кількісної ПЛР також було показано, що кількість *M. pachydermatis* у собак з отитом була на один логарифм вище порівняно зі здоровими собаками [4; 5]. Крім того, *M. pachydermatis* здатний активувати регулятори транскрипції, які пригнічують імунну відповідь і змінювати функції епідермальних клітин. У нашому дослідженні частота інфікування *S. pseudintermedius* та *P. aeruginosa* в комбінації з *M. pachydermatis* становила 34,6 та 11,5% відповідно. Отримані результати відповідають даним, описаним іншими дослідниками [17], коли показники коінфекції коливалися від 61,7 до 80% для *M. pachydermatis* і *S. pseudintermedius*.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Порівняння мікрофлори вух здорових собак з хворими на отит дало змогу виявити два основні патогени, що беруть участь у розвитку захворювання: *S. pseudintermedius* та *P. aeruginosa*. Крім того, зміна мікробного складу у разі отиту може вплинути на здатність мікробіому протистояти розмноженню патогенів, таких як *M. pachydermatis*. Краще розуміння взаємодії патогенів, включених у вушні інфекції собак та їх роль у патогенезі зовнішнього отиту у собак, є важливою для розробки нових підходів до профілактики та лікування цього захворювання, не спричиняючи при цьому дисбактеріозу у вушній раковині.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні та розробці нових антимікробних засобів, які здатні активно знищувати бактеріальні патогени і при цьому не сприяти розвитку грибків та не спричинювати дисбактеріоз.

Список використаних джерел

1. Antimicrobial and antibiofilm effect of promethazine on bacterial isolates from canine otitis externa: an in vitro study / R.F.d.M. Guedes et al. *Microbial Pathogenesis*. 2024. Vol. 196. P. 106993. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.106993>.
2. Antimicrobial Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Dogs and Cats in Primary Veterinary Hospitals in Japan / S. Yukawa et al. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 2017. Vol. 70, No. 4. P. 461–463. <https://doi.org/10.7883/yoken.jjid.2016.536>.
3. Buendia E., Germain P.A. Evaluation of plasma canine C-reactive protein concentrations in dogs with otitis media, healthy dogs and dogs with chronic otitis externa. *Veterinary Dermatology*. 2024. Vol. 35, No. 3. P. 337–345. <https://doi.org/10.1111/vde.13241>.
4. Canpolat İ., Tanrisever M., Başer S. The prevalence of ear diseases in cat and dogs in Kocaeli provinces. *Turkish Journal of Veterinary Research*. 2022. Vol. 6, No. 2. P. 53–60. <https://doi.org/10.47748/tjvr.1091743>.
5. Efficacy and safety of a hydrocortisone aceponate-containing ear spray solution in dogs with erythematous-ceruminous otitis externa: A randomised, multicentric, single-blinded, controlled trial / D. Rigaut et al. *Veterinary Dermatology*. 2023. Vol. 35, No. 2. P. 197–206. <https://doi.org/10.1111/vde.13224>.
6. Frequency and predisposing factors for canine otitis externa in the UK – a primary veterinary care epidemiological view / D.G. O'Neill et al. *Canine Medicine and Genetics*. 2021. Vol. 8, No. 1. P. 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40575-021-00106-1>.
7. Kanda, Hoashi, Saeki. The Roles of Sex Hormones in the Course of Atopic Dermatitis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20, No. 19. P. 4660. <https://doi.org/10.3390/ijms20194660>.
8. Microbiological Survey and Evaluation of Antimicrobial Susceptibility Patterns of Microorganisms Obtained from Suspect Cases of Canine Otitis Externa in Gran Canaria, Spain / R.S. Rosales et al. *Animals*. 2024. Vol. 14, No. 5. P. 742. <https://doi.org/10.3390/ani14050742>.
9. Microflora of boxes for holding veterinary patients in clinics / M.M. Mocherniuk et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2022. Vol. 13, No. 3. P. 257–264. <https://doi.org/10.15421/022233>.
10. New Insights into Molecular Characterization, Antimicrobial Resistance and Virulence Factors of Methicillin-Sensitive Coagulase-Positive *Staphylococcus* spp. from Dogs with Pyoderma and Otitis Externa / F. Ben Chehida et al. *Microbiology Research*. 2024. Vol. 15, No. 3. P. 1208–1224. <https://doi.org/10.3390/microbiolres15030081>.
11. Otitis externa in dogs (prevalence, etiology, clinical course, and treatment regimens) / D.L. Datsiuk et al. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2024. Vol. 26, No. 114. P. 62–69. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11410>.
12. Ponn P.C., Tipold A., Volk A.V. Can We Minimize the Risk of Dogs Developing Canine Otitis Externa? – A Retrospective Study on 321 Dogs. *Animals*. 2024. Vol. 14, No. 17. P. 2537. <https://doi.org/10.3390/ani14172537>.
13. Prosyanyi S., Borshuliak A., Horiuk Y. Therapeutic efficacy of the drug Simparica® for demodicosis in dogs in the Kamianets-Podilskyi, Ukraine. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2022. Vol. 13, No. 1. P. 12–18. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2022.13.1.0756>.

14. Secker B., Shaw S., Atterbury R.J. *Pseudomonas* spp. in Canine Otitis Externa. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11, No. 11. P. 2650. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112650>.
15. Stroich V.V., Horiuk Y.V. Identification of the skin microbiota of healthy dogs and those with pyoderma. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2023. Vol. 25, No. 110. P. 46–53. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11008>.
16. Subramanian S., Rajamanickam S., Subbaiah V. A Study on Microbial Profile and Trend in Antimicrobial Susceptibility of Canine Otitis. *International Journal of Livestock Research*. 2015. Vol. 5, No. 2. P. 43. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20150215083330>.
17. Sykes J.E., Nagle T.M., White S.D. Pyoderma, Otitis Externa, and Otitis Media. *Canine and Feline Infectious Diseases*. 2014. P. 800–813. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4377-0795-3.00084-3>.
18. Terziev G., Borissov I. Prevalence of ear diseases in dogs – a retrospective 5-year clinical study. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 2018. Vol. 21, No. 1. P. 76–85. <https://doi.org/10.15547/bjvm.1075>.

Tsymbalisty V. P.

Postgraduate Student at the Department of Veterinary Obstetrics, Internal Pathology and Surgery,
Higher educational institution “Podillia State University”

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: cymbalistyi@pdatu.edu.ua

ORCID: 0009-0007-9158-6543

Horiuk Y. V.

Doctor of Veterinary Sciences,

Professor at the Department of Veterinary Obstetrics, Internal Pathology and Surgery,
Higher educational institution “Podillia State University”

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: goruky@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7162-8992

BACTERIOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF OTITIS EXTERNA IN DOGS

Abstract

Otitis externa is an inflammation of the external auditory canal, which is a common dermatological disease among dogs. Microorganisms are considered constant favorable factors in the development of this disease. The aim of the study was to characterize and determine the bacterial and fungal microbiota of ear samples from healthy dogs in comparison with clinically affected samples. The study was conducted during 2021–2024 in veterinary clinics of Borshchov, Kamianets-Podilskyi, Chernivtsi. Microbiological studies on the isolation of microflora were carried out using methods generally accepted in microbiological practice. It was found that the most common breeds of dogs suffering from inflammation of the external ear are Labrador (23.4%), Shar Pei (20.1%), German Shepherd (10.3%), Cocker Spaniel (9.6%), French Bulldog (6.4%), Yorkshire Terrier (5.8%) and crossbreeds of dogs characterized by drooping ears (24.5%). No statistically significant differences were found between the studied age categories of dogs and their sex. However, dogs most often suffer from this disease in autumn and spring, which is explained by sharp changes in ambient temperature and a decrease in the efficiency of the immune system. Differences in the microbiota between healthy and affected animals were found. The main bacterial genera that undergo changes are *Staphylococcus* and *Pseudomonas*, the frequency of their isolation increased with the development of external otitis media by 1.5 and 27 times. At the same time, *Staphylococcus* spp., in particular the species *S. pseudintermedius* (56%), is widely distributed among both healthy and sick animals, while *P. aeruginosa* (27%) is found to a greater extent in otitis. The most common fungal species among healthy and sick dogs is *M. pachydermatis*, the number of which increases with the development of otitis, complicating the disease. Therefore, understanding the interaction of pathogens involved in ear infections in dogs and their role in the pathogenesis of otitis externa in dogs is important for the development of new approaches to the prevention and treatment of this disease, without causing dysbacteriosis in the auricle.

Key words: dogs, ear microflora, otitis externa, etiology, pathogens.

References

1. Guedes, R.F.d.M., Guedes, G.M.d.M., Gomes, F.I.F., Soares, A.C.d.C.F., Pereira, V.C., Freitas, A.S., Amando, B.R., Sidrim, J.J.C., Cordeiro, R.d.A., Rocha, M.F.G., & Castelo-Branco, D.d.S.C.M. (2024). Antimicrobial and antibiofilm effect of promethazine on bacterial isolates from canine otitis externa: an in vitro study. *Microbial Pathogenesis*, 196, 106993. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.106993> [in English].
2. Yukawa, S., Tsuyuki, Y., Sato, T., Fukuda, A., Usui, M., & Tamura, Y. (2017). Antimicrobial Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Dogs and Cats in Primary Veterinary Hospitals in Japan. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 70(4), 461–463. <https://doi.org/10.7883/yoken.jjid.2016.536> [in English].
3. Buendia, E., & Germain, P.A. (2024). Evaluation of plasma canine C-reactive protein concentrations in dogs with otitis media, healthy dogs and dogs with chronic otitis externa. *Veterinary Dermatology*, 35(3), 337–345. <https://doi.org/10.1111/vde.13241> [in English].
4. Canpolat, İ., Tanrisever, M., & Başer, S. (2022). The prevalence of ear diseases in cat and dogs in Kocaeli provinces. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 6(2), 53–60. <https://doi.org/10.47748/tjvr.1091743> [in English].

5. Rigaut, D., Briantais, P., Jasmin, P., & Bidaud, A. (2023). Efficacy and safety of a hydrocortisone aceponate-containing ear spray solution in dogs with erythematous-ceruminous otitis externa: A randomised, multicentric, single-blinded, controlled trial. *Veterinary Dermatology*, 35(2), 197–206. <https://doi.org/10.1111/vde.13224> [in English].
6. O'Neill, D.G., Volk, A.V., Soares, T., Church, D.B., Brodbelt, D.C., & Pegram, C. (2021). Frequency and predisposing factors for canine otitis externa in the UK – a primary veterinary care epidemiological view. *Canine Medicine and Genetics*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40575-021-00106-1> [in English].
7. Kanda, Hoashi & Saeki. (2019). The Roles of Sex Hormones in the Course of Atopic Dermatitis. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(19), 4660. <https://doi.org/10.3390/ijms20194660> [in English].
8. Rosales, R.S., Ramírez, A.S., Moya-Gil, E., de la Fuente, S.N., Suárez-Pérez, A., & Poveda, J.B. (2024). Microbiological Survey and Evaluation of Antimicrobial Susceptibility Patterns of Microorganisms Obtained from Suspect Cases of Canine Otitis Externa in Gran Canaria, Spain. *Animals*, 14(5), 742. <https://doi.org/10.3390/ani14050742> [in English].
9. Mocherniuk, M.M., Kukhtyn, M.D., Horiuk, Y.V., Horiuk, V.V., Tsvigun, O.A., & Tokarchuk, T.S. (2022). Microflora of boxes for holding veterinary patients in clinics. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(3), 257–264. <https://doi.org/10.15421/022233> [in English].
10. Ben Chehida, F., Tombari, W., Gharsa, H., Rabia, Y., Ferhi, S., Jrad, M., & Messadi, L. (2024). New Insights into Molecular Characterization, Antimicrobial Resistance and Virulence Factors of Methicillin-Sensitive Coagulase-Positive Staphylococcus spp. from Dogs with Pyoderma and Otitis Externa. *Microbiology Research*, 15(3), 1208–1224. <https://doi.org/10.3390/microbiol-res15030081> [in English].
11. Datsiuk, D.L., Hunchak, V.M., Gutyj, B.V., Khariv, I.I., Vasiv, R.O., & Martynyshyn, V.P. (2024). Otitis externa in dogs (prevalence, etiology, clinical course, and treatment regimens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26(114), 62–69. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11410> [in English].
12. Ponn, P.C., Tipold, A., & Volk, A.V. (2024). Can We Minimize the Risk of Dogs Developing Canine Otitis Externa? – A Retrospective Study on 321 Dogs. *Animals*, 14(17), 2537. <https://doi.org/10.3390/ani14172537> [in English].
13. Prosyanyi, S., Borshuliak, A., & Horiuk, Y. (2022). Therapeutic efficacy of the drug Simparica® for demodicosis in dogs in the Kamianets-Podilskyi, Ukraine. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 13(1), 012–018. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2022.13.1.0756> [in English].
14. Secker, B., Shaw, S., & Atterbury, R.J. (2023). Pseudomonas spp. in Canine Otitis Externa. *Microorganisms*, 11(11), 2650. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112650> [in English].
15. Stroich, V.V., & Horiuk, Y.V. (2023). Identification of the skin microbiota of healthy dogs and those with pyoderma. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(110), 46–53. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11008> [in English].
16. Subramanian, S., Rajamanickam, S., & Subbaiah, V. (2015). A Study on Microbial Profile and Trend in Antimicrobial Susceptibility of Canine Otitis. *International Journal of Livestock Research*, 5(2), 43. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20150215083330> [in English].
17. Sykes, J.E., Nagle, T.M., & White, S.D. (2014). Pyoderma, Otitis Externa, and Otitis Media. *Canine and Feline Infectious Diseases*, 800–813. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4377-0795-3.00084-3> [in English].
18. Terziev, G., & Borissov, I. (2018). Prevalence of ear diseases in dogs – a retrospective 5-year clinical study. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 21(1), 76–85. <https://doi.org/10.15547/bjvm.1075> [in English].

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 1(46) 2025

Issue 1(46) 2025

Реєстрація суб'єкта у сфері онлайн-медіа:
Рішення Національної ради України з питань телебачення
і радіомовлення № 2330 від 11.07.2024 року
(Ідентифікатор медіа – R40-05094).

Registration of on-line media entity:
Decision of the National Council of Television
and Radio Broadcasting of Ukraine No. 2330 as of 11.07.2024
(Media ID: R40-05094)

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
Замов. 1224/890. E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Publishing House "Helvetica"
6/1 Inglezi, Odesa, 65101
Phone +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
Order 1224/890. E-mail: mailbox@helvetica.ua
Certificate of the subject of publishing business
DK No. 7623 dated June 22, 2022